



REBRAM

REVISTA BRASILEIRA MULTIDISCIPLINAR

e-ISSN: 2527-2675

V. 27 N. 1 (2024): Janeiro - Abril

Revista Brasileira Multidisciplinar - ReBraM

Revista Brasileira Multidisciplinar / Brazilian Multidisciplinary Journal

Reitor
Luiz Felipe Cabral Mauro

Pró-Reitoria Acadêmica
Flávio Módolo

**Pró-Reitoria de Pós-Graduação
Stricto Sensu e Pesquisa**
Profa. Dra. Vera Lúcia Silveira Botta Ferrante

Pró-Reitoria Administrativa
Fernando Soares Mauro

Editoras

Maria Lúcia Ribeiro / Bruna Galdorfini Chiari Andréo / Pâmela Letícia dos Santos

Conselho Editorial

Barbara Fadel
Uni-Facef /Franca

Denise Freitas
UFSCar/São Carlos

Denilson Teixeira
UFG/Brasil

Helena Margarida Ribeiro
Faculdade de Farmácia da
Universidade de Lisboa/Portugal

Maria do Carmo Calijuri
USP/São Carlos

Mary Rosa Rodrigues de Marchi
Unesp/Araraquara

Marcelo Tavares
UFES/Vitória

Marcel Fantim
USP/São Carlos

Miguel Angel Iglesias Duro
UFBA / Brasil

Sonia Maria Pessoa Pereira Bergamasco
Unicamp/Campinas

Revisão
Dirce Charara Monteiro (Inglês)
Rosmary dos Santos (Bibliográfica)

Normatização/Diagramação
Thatiany Mariano

Revista Brasileira Multidisciplinar – ReBraM. vol 27. , n. 1. Araraquara, 2024 255p.- [on-line] Quadrimestral; Título português; resumo português/inglês

ISSN 1415-3580 E-ISSN 2527-2675

Alteração de título para Revista Brasileira Multidisciplinar – ReBraM (anterior Revista Uniara)

Artigos Originais



A poluição biológica e seus riscos para a biodiversidade: espécies exóticas e invasoras no campus da UFSCar de São Carlos

Renato D'Elia Feliciano*; Marcelo Nivert Schlindwein**

*Graduando de Ciências Biológicas Bacharelado pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

**Docente e pesquisador da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

*Autor para correspondência e-mail: isadoracamposarquitetura@gmail.com

Palavras-chave

Espécies Sinantrópicas
Biodiversidade
Extinção
Aves
Mamíferos
Peixes
Invertebrados

Keywords

Synanthropic species
Biodiversity
Extinction
Birds
Mammals
Fishes
Invertebrates

Resumo: A poluição biológica e a introdução de espécies exóticas são problemas cada vez mais presentes, tendo em vista o cenário atual de fragmentação de habitats, expansão urbana, alteração dos ecossistemas e globalização. Desta forma, a introdução de espécies é considerada como a segunda maior causa responsável pela extinção de espécies, ficando atrás somente da destruição de habitats. Neste sentido, entender a dinâmica do processo de invasão e consolidação de uma espécie exótica como invasora, assim como a identificação de quais espécies encontradas no Brasil são consideradas como invasoras é de extrema importância, visto que tais espécies impactam diretamente a manutenção dos ecossistemas naturais e da diversidade das espécies nativas. Neste trabalho visou-se realizar a elaboração de uma lista das espécies com potencial de se tornarem invasoras encontradas no *campus* da Universidade Federal de São Carlos, em São Carlos, a partir do uso conjunto de observações e registros locais, e da literatura especializada. A listagem considerou tanto as áreas verdes e remanescentes florestais, quanto as áreas antropizadas. Como resultado, obteve-se uma lista com 27 espécies distintas, dentre mamíferos, aves, peixes e invertebrados (*Hexapoda*, *annelida* e *Mollusca*), que foram avaliadas de acordo com o potencial de se tornarem espécies invasoras no local (potencial de espécie invasora: Baixa, Moderada, Alta e Muito Alta). A partir disso, analisou-se a situação de cada espécie individualmente, considerando a realidade do contexto local e da literatura, de forma a discutir quais os processos e impactos envolvidos caso as espécies se tornem invasoras. Por fim relacionou-se o aumento da presença de espécies exóticas e sinantrópicas no campus com o crescimento das áreas urbanas na região e no entorno, apresentando argumentos sobre como a atividade humana influencia na dispersão e consolidação de certas espécies como invasoras e quais medidas podem auxiliar na prevenção ou combate do impacto da poluição biológica nos ecossistemas naturais.

Biological pollution and its risks to biodiversity: exotic and invasive species on the UFSCar, São Carlos
Abstract: This study focuses on the problem of invasive species, which are introduced by human activities and can have serious negative impacts on ecosystems. This problem is becoming more urgent due to factors such as habitat fragmentation, urban expansion, ecosystem changes, and globalization. In this way, the introduction of species is considered as the second biggest cause responsible for the extinction of species, behind only the destruction of habitats. In this sense, understanding the dynamics of the process of invasion and the establishment of an exotic species as an invasive species, as well as the identification of which species found in Brazil are considered invasive, is extremely important, since such species directly impact the maintaining the diversity of native species and significantly affect the ecological succession and the Community ecology. The list considered both 'green areas' and forest remnants, as well, the anthropized areas. As a result, a list of 27 distinct species was obtained, among mammals, birds, fish and invertebrates (*Hexapoda*, *annelida* and *Mollusca*), which were evaluated according to their potential to become invasive species at the site (potential invasive species: 'Low', 'Moderate', 'High' and 'Very High'). From this list, the situation of each species was analyzed individually, considering the reality of the local context and the literature, in order to discuss the processes and impacts involved if the species becomes invasive. Finally, the increase in the presence of exotic and synanthropic species on the campus was related to the growth of urban areas in the region and surroundings, presenting arguments about how human activity influences the dispersion and, the consolidation of certain species as invasive. It also addresses which measures can help prevent or combat the impact of biological pollution on natural ecosystems. The use of the campus as a 'microcosm' leads to discussion of what measures can help prevent or combat the impact of 'Biological Pollution'.

Recebido em: 08/05/2023

Aprovação final em: 10/07/2023

Introdução

Entre os grandes impactos causados na biodiversidade pelas populações humanas está o da poluição biológica. Segundo Wilson (1997) em torno de 30% das extinções causadas por ações antropogênicas estão diretamente relacionadas a introdução pelo *Homo sapiens* de organismos que não estavam presentes no ecossistema antes da presença humana. A dispersão dos organismos é uma das síndromes evolutivas determinantes da Ecologia de uma espécie e os padrões de distribuição das espécies é determinada em grande parte pela sua capacidade de colonizar o ambiente no espaço (capacidade de se deslocar e transpor barreiras para chegar a um determinado local) e pelo tempo (capacidade não apenas de sobreviver no local em que o organismo chegou, mas reproduzir e se estabelecer naquele ambiente por gerações) (CAPINHA; ESSL; SEEBENS *et al.*, 2015). Denominamos de poluição biológica quando o processo de dispersão em colonização de um organismo é de maneira intencional ou não decorrência direta de ações humanas (COELHO; SILVA, 2018).

Podemos dividir o processo de invasão biológica em quatro fases, a chegada, o estabelecimento, a expansão e a "homeostase". Na primeira fase, a chegada de organismos em um ambiente onde ele não ocorria se dá pela eliminação de uma barreira geográfica ou espacial ou pelo transporte deste organismo por outro organismo. Neste primeiro componente é que temos grande parte das invasões biológicas causadas por nossa espécie. Principalmente a partir da domesticação de plantas e animais as atividades humanas de construção de paisagens agropastoris foram responsáveis pela introdução voluntária e involuntária de inúmeras espécies. Outro componente desta modificação da paisagem é alterar significativamente os ecossistemas de modo a permitir que muitas espécies consigam se dispersar por estes ambientes antropogênicos. Neste caso, não é o *Homo sapiens* quem efetivamente levou as espécies até lá por um transporte zoocórico, mas sim foi a ação humana que permitiu que estes organismos chegassem aos locais através dos ambientes modificados (ELTON, 1958; COX, 2004).

Introduzir espécies que não são de um determinado ambiente não as fazem invasores biológicos. As espécies exóticas necessitam conseguir se fixar e estabelecer no local (CAPINHA; ESSL; SEEBENS *et al.*, 2015). A maioria das espécies vegetais agrícolas não é invasora, pois apesar de ocuparem imensas áreas, só permanecem no mesmo pela ação agrônômica desenvolvida. Isto é, necessitam do manejo humano para sua fixação e estabelecimento. As invasoras biológicas são capazes de, sem a ação humana, se estabelecer no ambiente, tendo sucesso na sobrevivência, crescimento e reprodução de modo a alterar as densidades das populações da comunidade existente. Esta alteração das abundâncias relativas dos organismos existentes, com a intrínseca alteração nas teias tróficas, leva, via de regra, a uma grande perda da biodiversidade existente no local (COX, 2004; CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2006). Algumas espécies invasoras, por não terem competidores e inimigos naturais que coevoluíram, se tornam dominantes, principalmente em ambientes simplificados como pastagens, florestas plantadas e monoculturas. Nestas áreas, enquanto a sucessão ecológica se mantém nas fases iniciais não atingindo a complexidade e estabilidade que havia no ecossistema original, as espécies exóticas adaptadas a estes ambientes simplificados podem ser tornar extremamente abundantes e dominantes (BLACHBURN; PYSEK; BACHER *et al.*, 2011; PYSEK; HULME; SIMBERLOFF *et al.*, 2020). Quando o processo de sucessão ecológica não é mais interrompido, o aumento da complexidade do ecossistema leva ao equilíbrio do sistema, a capacidade suporte (K), onde a espécie invasora tende a diminuir de densidade e mesmo ser substituída por espécies de estágios mais avançados de sucessão. O estabelecimento desta espécie invasora na dinâmica da sucessão ecológica dos ambientes colonizados é denominado de "equilíbrio" ou homeostase pelos pesquisadores (COX, 2004; PYSEK; HULME; SIMBERLOFF *et al.*, 2020).

Se as invasões biológicas são fenômenos naturais, e podemos afirmar que a dispersão se configura como um dos mais importantes fatores que determinam a radiação adaptativa e filogenia dos organismos, por que as invasões biológicas causadas pela nossa espécie (poluição biológica) se configuram como um dos mais importantes fatores ligados as extinções antropogênicas? Um dos



principais componentes envolvidos é a velocidade das introduções humanas em comparação às taxas de invasões causadas por fatores estocásticos que podemos chamar de naturais. A intensidade e escala destas introduções são superiores à capacidade de resiliência do ecossistema, geralmente já bastante alterada pelos processos de modificação da paisagem causada pela introdução de ambientes agrícolas e urbanos (ESPÍNOLA; JÚLIO-JÚNIOR, 2007). Como resultado, é praticamente uma regra que as espécies invasoras sejam predominantemente espécies de estágios iniciais de sucessão ecológica, espécies associadas a cultivos agrícolas ou espécies associadas as plantas e animais introduzidos para uso humano (ELTON, 1958; COX, 2004; PYSEK; HULME; SIMBERLOFF *et al.*, 2020).

O próprio *Homo sapiens* se encaixa como um exemplo de uma espécie invasora, talvez a de maior sucesso ecológico entre os vertebrados de grande porte. A partir de sua origem africana, cerca de duzentos mil anos atrás, nossa espécie cumpriu todas as etapas da invasão biológica em todos os continentes e na maioria das grandes ilhas. Seu papel na dispersão de outras espécies foi relativamente pequeno, já que seus efeitos sobre os ecossistemas não chegavam a modelar significativamente paisagens. Com a revolução neolítica e a domesticação de plantas e animais este quadro se modifica drasticamente (SCHLINDWEIN, 2021). Estas plantas e animais necessitam de ambientes simplificados, a domesticação da sucessão ecológica, onde a maior parte da biodiversidade tem que ser eliminada em função das exigências dos animais e plantas introduzidos (SCHLINDWEIN; RIVERA, 2019). Com o desenvolvimento de meios de transportes e tecnologias mais complexas a capacidade de difundir as plantas e animais domesticados nas diferentes regiões biogeográficas levou ao maior intercâmbio de fauna e flora conhecido deste do período em que os continentes estavam unidos na Pangeia. Este grande intercâmbio caracteriza o período que denominamos antropoceno (MEYERSON; MOONEY, 2007; CAPINHA; ESSL; SEEBENS *et al.*, 2015). No Brasil a chegada dos colonizadores europeus e os escravos da diáspora africana iniciaram este grande processo de intercâmbio (CROSBY, 1986; HEMMING, 1995; MANN, 2012).

Atualmente, cerca de 97% do que se consome de proteína animal e vegetal no país é oriundo de plantas e animais exóticos e imensas áreas contínuas foram ocupadas por monoculturas, pastagens e plantações florestais. Esta escala de alteração ambiental sem precedentes alterou drasticamente os ecossistemas nativos, podendo ser considerado o principal fator das invasões biológicas no país. Neste sentido, este artigo discute este contexto geral, tendo como estudo de caso o campus da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) como um microcosmo deste grande fenômeno da poluição biológica e suas implicações na Biologia da Conservação.

Metodologia

Histórico e Caracterização da Área de estudo

O *campus* da UFSCar, em São Carlos, possui 645 hectares em uma área que antigamente era uma fazenda. Em relação à sua vegetação, objeto de análise desta pesquisa, o *campus* possui fragmentos remanescentes de Cerrado situados em uma matriz mista de uso agropastoril com aproximadamente 50 anos. Logo após o estabelecimento da universidade uma área significativa do campus foi arrendada para implementação de uma floresta de eucaliptos com finalidade de produção de madeira para extração da celulose (BOSCHI; STROZI; SANCHES *et al.*, 2019).

O *campus* da Ufscar tem como principais usos e coberturas no seu entorno fazendas de cultivo de cana-de-açúcar e de gado, representado pela Fazenda Experimental Canchim da Embrapa e outras áreas privadas, como a fazenda "Canadá". A presença desta última é de fundamental importância, pois apresenta um mosaico de fragmentos florestais que podem ser integrados às áreas naturais da UFSCar, criando um assim denominado "polo ecológico", juntamente com as áreas do PES (Parque Ecológico Municipal A. T. Vianna), o Horto Florestal de São Carlos e o Bosque da Saúde. Nas últimas duas décadas a região tornou-se um dos eixos de crescimento da cidade de São Carlos, com a instalação de vários empreendimentos imobiliários e alterações no sistema viário nos limites do *campus*, onde anteriormente havia fazendas. Além destes empreendimentos imobiliários vizinhos à área do *campus*, existem empreendimentos industriais (indústrias de papel e embalagens e produtos químicos) e até 2009 funcionou uma empresa de abate de aves.



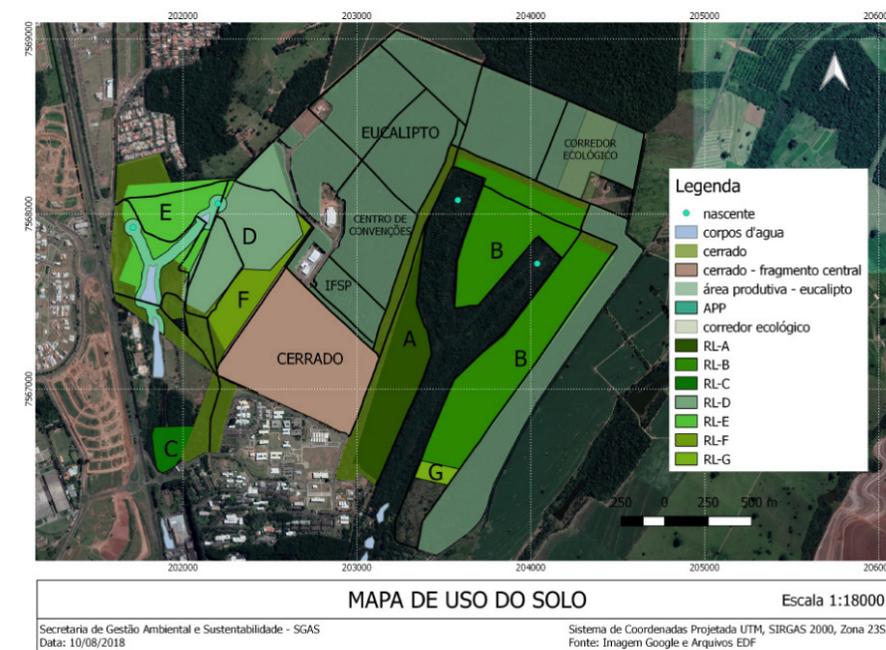
O *campus* possui uma área não urbanizada composta por áreas naturais (fragmentos de Mata Atlântica Semidecidual e Cerrado) e por área de silvicultura (*Eucalyptus spp*). Nas áreas naturais estão as áreas de reserva legal (RL) e de preservação permanente (APP) (Figura 1 e Tabela 1) (BOSCHI; STROZI; SANCHES *et al.*, 2019).

Tabela 1 - Área estimada (ha) das diferentes áreas verdes da UFSCar, São Carlos.

Uso	Área Estimada (ha)
Área de Preservação Permanente (APP)	8.2
Reserva Legal – A	22.7
Reserva Legal – B	72.7
Reserva Legal – C	4.4
Reserva Legal – D	31.5
Reserva Legal – E	18.3
Reserva Legal – F	10.2
Reserva Legal – G	3.2
Áreas produtivas – Eucalipto	192
Vegetação Natural	94.6
Total	457.8

Fonte: BOSCHI; STROZI; SANCHES *et al.*, 2019).

Figura 1 - Mapa de Uso do Solo das áreas verdes do *campus* da UFSCar, São Carlos, com destaque para as áreas utilizadas em cumprimento de Termo de Ajuste de Conduta (TACs) e Termos de Compromissos de Recuperação Ambiental (TCRAs). RL: reserva legal; APP: área de proteção permanente.



Fonte: BOSCHI; STROZI; SANCHES *et al.*, 2019).



O *campus* da UFSCar faz parte da microbacia hidrográfica do Monjolinho, tendo como principal curso d'água o córrego de mesmo nome, onde desde o período em que o *campus* era uma fazenda foi instalada uma represa (lago da UFSCar). Além do córrego do Monjolinho existem dois outros corpos d'água, o córrego do Espraiado e o córrego do Fazzari. Este último tem a sua nascente dentro do *campus* e possui duas represas, a do Mayaca, que foi construída para fornecer água para os tanques de piscicultura que havia no local. Já o reservatório do Fazzari foi construído nos anos 70 para a irrigação da horta e pomar anteriormente presentes no local. Esta represa apresenta uma grande densidade de lírios do brejo, uma das mais importantes espécies vegetais invasoras. No entorno do Mayaca, por sua vez, são as gramíneas africanas (*Urochloa spp*) que predominam. O Córrego do Espraiado, por sua importância para a captação de água do município, foi cedido ao SAAE (Sistema autônomo de água e esgoto) e, em termos de vegetação, é o curso d'água mais preservado do *campus*, composto de um fragmento de mata atlântica semidecidual em estágio de conservação razoável. O Espraiado até sua junção com o Monjolinho está localizado em um local denominado Y e em seus limites estão localizados os melhores fragmentos de várias diferentes fisionomias do domínio Cerrado (ver Figura 1) (BOSCHI; STROZI; SANCHES *et al.*, 2019).

Levantamento das espécies

Os dados foram obtidos a partir da sistematização realizada pela Secretaria de Sustentabilidade e Gestão Ambiental (SGAS) da Universidade Federal de São Carlos, com o objetivo da construção do Plano de manejo da fauna, que faria parte do Sistema de Gestão Ambiental da Universidade (SGA-Ufscar), em processo de construção. A lista de espécies obtidas resulta de observações realizadas em áreas antrópicas e naturais do *campus* da Universidade Federal de São Carlos entre os anos de 2017 e 2019, usando como referência a literatura publicada sobre a fauna regional (MOTTA JÚNIOR., 1990; TALAMONI; MOTTA JÚNIOR; DIAS, 2000; RODRIGUES; SILVA; CASTAGENI *et al.*, 2017; BARBOSA; FERNANDES; APARECIDO, 2018; BARBOSA, 2020) e com literatura de estudos realizados em áreas com ecossistemas e fitofisionomias relacionadas com os da área, como cerrado e Floresta Estacional semidecídua do Sudeste do país (ALEIXO; VIELLIARD, 1995; GALETTI; SAZIMA, 2006; CAMPOS; ESTEVES; FERRAZ *et al.*, 2007; ARAÚJO; DE SOUZA; RUIZ-MIRANDA, 2008; ICMBio-MMA, 2021). Os registros foram planilhados e foram consultados especialistas nos diferentes grupos taxonômicos para confirmar as identificações prévias.

Resultados e discussão: Principais espécies animais exóticas e invasoras

A Tabela 2 apresenta um levantamento prévio dos principais animais exóticos e serão brevemente discutidos os principais grupos, seus impactos e seu potencial como espécie invasora (E.I.). Com o crescimento das áreas urbanas ocorreu um significativo aumento no número de espécies sinantrópicas tanto nas áreas antropomorfizadas do *campus* como nas áreas naturais e em estágios sucessão.



Tabela 2 - Lista dos principais animais com potencial de se tornarem invasores que ocorrem no *campus* da Ufscar.

Nome científico	Nome comum	Origem ¹	Ecologia trófica	Potencial como E.I.
Mamíferos				
<i>Canis familiaris</i>	Cão	Paleártica *	Onívoro	Moderada
<i>Felis catus</i>	Gato	Paleártica	Onívoro	Moderada
<i>Bos taurus</i>	Boi	Paleártica/in-diana	Herbívoro	Baixa
<i>Rattus nocticavus</i>	Ratazana	Paleártica*	Onívoro	Muito alta
<i>Rattus ratus</i>	Rato cinzento	Paleártica*	Onívoro	Muito alta
<i>Mus musculus</i>	Camundongo	Paleártica*	Granívoro	Alta
<i>Sus scorfa</i> #	javali/porco feral	Paleártica*	Onívoro	Alta
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	Neotropical	Herbívoro	Moderada
Aves				
<i>Columba livia</i>	Pombo	Paleártica	Granívoro	Muito alta
<i>Bulbuculus ibis</i>	Garça vaqueira	Afrotropical	Insetívora	Moderada
<i>Estrilda astrid</i>	Bico-de-lacre	Afrotropical	Granívoro	Moderada
<i>Passer domesticus</i>	Pardal	Paleártica	Granívoro	Alta
Peixes				
<i>Oreochromis sp.</i>	Tilápia	Afrotropical	Onívoro	Alta
Invertebrados				
Hexapoda				
<i>Apis Melifera</i>	Abelha comum	Pal./Afrotrop.	Nectívoro	Alta
<i>Aedes egyptii</i>	Mosquito da dengue	Afrotropical	Hematófago	Alta
<i>Musca domestica</i>	Mosca doméstica	Cosmopolita	Onívoro	Alta
<i>Periplaneta americana</i>	barata	Cosmopolita	Onívoro	Alta
<i>Battlaria germanica</i>	barata	Cosmopolita	Onívoro	Alta
<i>Criptotermis brevis</i>	Cupim de madeira seca	Neotropical	Detritívoro	Alta
<i>Conitermes cumulans</i>	Cupim de montículo	Neotropical	Detritívoro	Baixa
<i>Monomorium faraonis</i>	Formiga-do-açúcar	Pan-africana	Nectívora	Alta
<i>Solenopsis ssp.</i>	Formiga lava-pé	Neotropical	Onívora	Moderada
<i>Atta sexdes rubropilosa</i>	Sáuva-limão	Neotropical	Fungívora****	Alta
<i>Acromyrmex subterraneus</i>	Quém-quém	Neotropical	Fungívora****	Moderada
annelida				
<i>Eisenia fetida,</i>	Minhoca	Paleártica	Detritívora	Alta
<i>Eudrilus eugeniae</i>	Minhoca	Paleártica	Detritívora	Alta
Mollusca				
<i>Achetina fulica</i>	Caramujo africano	Afrotropical	Herbívoro	Alta

¹ - (BURNIE; WILSON, 2017; SCHLINDWEIN; RIVERA, 2019)

*Indicação mais aceita como de Centro de Origem na literatura (SCHLINDWEIN; RIVERA, 2019).

****corta vegetais para cultivar fungo simbiote.

espécie identificada como presente na Fazenda da Embrapa, portanto em área vizinha ao *campus* no período observado. Recentemente (2021) foram reportadas ocorrências em área de reflorestamento de eucaliptos no *campus* (observação pessoal).



3.1. Principais espécies de mamíferos invasoras

As espécies de vertebrados de médio e grande porte mais comuns são os animais domésticos, representados principalmente por cachorros (*Canis familiaris*) e gatos (*Felis catus*). A maior parte dos espécimes de gatos e cachorros no *campus* é composta por indivíduos que foram “adotados” por diferentes departamentos ou unidades administrativas. Outro importante componente na presença de cães são os animais levados pelas pessoas que frequentam o *campus*, principalmente nos finais de semana. Não parecem existir indivíduos ferais, tanto de cães quanto de gatos, nas áreas do *campus*. Problemas ligados a estes animais estão relacionados principalmente a transmissão de doenças para as espécies nativas.

Os cães domésticos fazem parte da ordem dos carnívoros, sendo cosmopolitas e considerados generalistas-oportunistas, se alimentando de animais, carcaças, vegetais, frutas, raízes, sementes e lixo (NESBITT, 1975; GREEN; GIPSON, 1994). Em vida livre podem viver de forma solitária ou em grupos hierárquicos com vários indivíduos (GALETTI; SAZIMA, 2006; ZILLER; ZALBA, 2007, GOMPPER, 2014). A formação de matilhas facilita os processos de obtenção de alimentos, possibilitando a predação de animais de pequeno, médio e grande porte (GALETTI; SAZIMA, 2006).

Atualmente, os cães são considerados como espécie introduzida e uma das principais ameaças para a integridade de áreas naturais, causando diversos impactos negativos para a biodiversidade (GALETTI; SAZIMA, 2006).

Em áreas naturais ou remanescentes, como o Cerrado da UFSCar, a presença de cães domésticos pode causar sérios impactos para a fauna nativa. Estudos realizados na Reserva de Santa Genebra, por Galetti & Sazima (2006), no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, por Oliveira *et al.* (2008) e no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, por Rangel & Neiva (2013), registraram a predação de diversas espécies nativas por cães domésticos. Dentre as espécies predadas, destacaram-se organismos importantes para processos de manutenção dos ecossistemas, como cutias, bugios e macacos-prego, que desempenham o papel de dispersores de sementes e herbivoria. A redução das populações destas espécies causa impactos nestes processos de manutenção dos ecossistemas (DIRZO; MIRANDA, 1991; VILELA; LAMIM-GUEDES, 2014).

A redução das espécies herbívoras causa, também, impacto nas espécies de carnívoros nativos, que deixam de ter presas em abundância e passam a competir com os cães por alimento e espaço (YOUNG; OLSON; READING *et al.*, 2011; BIANCHI; OLIFIERS; RISKI *et al.* 2020). Como exemplo das linhagens de carnívoros que podem ser afetadas, destacam-se os felídeos e canídeos nativos (YOUNG; OLSON; READING *et al.*, 2011; VILELA; LAMIM-GUEDES, 2014).

Além do impacto direto sobre as populações selvagens, a mera presença dos cães em áreas naturais já afeta o comportamento das populações de espécies nativas, sejam presas ou predadores. Isto se dá pois os cães realizam a marcação de território, causam alerta e estresse, inibem comportamentos reprodutivos e ocupam áreas que seriam utilizadas para forrageio e busca por alimentos pelas outras espécies (SILVA-RODRIGUES; SIEVING, 2011; YOUNG; OLSON; READING *et al.*, 2011).

Somado a estes fatores, os cães domésticos tendem a não sofrer resposta numérica em relação à predação das presas, como ocorre com os predadores nativos. Ou seja, a redução das populações das presas não ocasiona a redução das populações de cães ferais por falta de recursos. Este processo, é vislumbrado visto que buscam refúgio e alimentos com humanos caso as condições do meio natural não se apresentem como favoráveis e, com isso, não estão sujeitos à pressão regulatória de falta de alimento decorrente da redução da população de presas (GALETTI; SAZIMA, 2006; YOUNG; OLSON; READING *et al.*, 2011; HUGHES; MACDONALD, 2013; GOMPPER, 2014).

Apesar de serem uma espécie não nativa introduzida, os cães domésticos dificilmente alcançam a condição feral. Isto pois, mesmo que não possuam mais associação com humanos, tendem a recorrer a áreas antropizadas, como lixões e cidades, para obterem recursos alimentícios. Apesar disso, em condições errantes ou ferais, os cães causam prejuízos para a fauna silvestre, pois, mesmo que não dependam da caça para se alimentarem, fazem isso pelo hábito territorialista e comportamento caçador (GOMPPER, 2014).



Por fim, a presença de cães domésticos pode contribuir com a introdução de doenças nos ecossistemas naturais. Dentre as diferentes doenças que acometem os cães domésticos como ancilostomíase, raiva, dipilidiose, sarna, parvo-virose e cinomose, destaca-se a ocorrência e registro de viroses e parasitoses em animais nativos, como onça parda, onça pintada, cachorro do mato, lobo guará, raposinha do campo, mão pelada e outros (BECK, 1975; CORREA; CORREA, 1992; MEGID; FEIJO DE SOUZA; TEIXEIRA *et al.*, 2009; MEGID; TEIXEIRA; AMORIN *et al.*, 2010; VILELA; LAMIM-GUEDES, 2014).

A presença de cachorros domésticos em áreas naturais está intimamente associada à aproximação humana dessas áreas. Tal presença se dá por diferentes circunstâncias: forma livre de criação, abandonos próximos de áreas naturais, uso para caça e falta do manejo correto de animais de companhia (SRBEIK-ARAÚJO; CHIARELLO, 2008; ICMBIO-MMA, 2019; BIANCHI; OLIFIERS; RISKI *et al.* 2020). Além disso, a presença de cães em áreas naturais é complementar e associada ao efeito de borda. Isto pois, a presença deles tende a ser maior em fragmentos mais acometidos pelo efeito de borda e nas áreas do entorno dos fragmentos, próximas às bordas (LACERDA; TOMAS; MARINHO-FILHO, 2009).

Foram registradas no *campus* a presença de canídeos nativos, principalmente o cachorro do mato, a raposinha do campo e o lobo guará. Entre os felinos temos o gato do mato e a onça-parda. Além da transmissão de doenças outro grande impacto dos animais domésticos está na predação, principalmente de aves, feita por gatos domésticos e o ataque de cães sobre a fauna nativa (CAMPOS; ESTEVES; FERRAZ *et al.*, 2007; JORGE; ROCHA; MAY JR. *et al.*, 2010; VILELA; LAMIM-GUEDES, 2014; TEODORO; LIMA; STEHLING *et al.*, 2018).

Entre os outros animais domésticos presentes no *campus* é frequente a ocorrência de gado bovino (*Bos taurus*). A presença destes animais vem das fazendas vizinhas, tanto pela passagem por cercas danificadas, como pela introdução ilegal de pastoreio em áreas de predominância de braquiária e outros capins exóticos (ICMBIO-MMA, 2019). Desde 2017 a universidade tem realizado ações para impedir a presença destes animais e a frequência de ocorrência de gado, principalmente próximo a áreas de conservação, tem diminuído de maneira significativa. Existe uma importante discussão sobre a presença destes animais como ferramenta de controle de manejo de gramíneas africanas nas áreas de vegetação savânica (POPAY & FIELD, 1996; TOHIRAN; NOBILLY; ZULKFLI *et al.*, 2017; ANDRADE, 2021; DURIGAN; PILON; SOUZA *et al.*, 2022).

Entre as espécies de mamíferos que possuem a maior capacidade de invasão antropocórica podemos citar as espécies de roedores *Rattus norvegicus*, *R. rattus* e *Mus musculus*. Dentre as espécies de roedores presentes no campus da UFSCar, destacam-se:

O *Rattus norvegicus* – com provável origem nas estepes Asiática (China, Mongólia, Rússia ou Japão) – é, juntamente com o homem, a espécie de mamífero com o maior gradiente de distribuição geográfica (MODLINSKA; PISULA, 2020). A referida espécie é caracteristicamente sinantrópica. A invasão desta espécie foi, e tem sido, tão eficiente que apenas a Antártida, regiões de costa ao redor do Ártico e algumas ilhas isoladas estão livres de sua presença. Por seu impacto econômico e como vetor de transmissão de doenças, *R. norvegicus* é considerado a maior “praga” dentre todos os mamíferos (CANALE; DI DIO; MASSA; MORI, 2019). Acredita-se que apenas em relação a transmissão de doenças, *R. norvegicus* tenha causado mais mortes que todas as guerras e revoluções nos últimos 1000 anos. Além do grande potencial fisiológico reprodutivo, a espécie possui um sistema de acasalamento poliginândrico (promíscuo) com cuidado parietal compartilhado e uma grande plasticidade de colonização (LEÃO; ALMEIDA; DECHOUM *et al.*, 2011; CANALE; DI DIO; MASSA; MORI, 2019; ICMBIO-MMA, 2019).

Originariamente distribuído do mediterrâneo até a China, o camundongo *Mus musculus* teve suas densidades aumentadas exponencialmente como espécie sinantrópica (LIPPENS; ESTOUP; HIMA *et al.*, 2017). Essa espécie não causa sérios problemas de saúde ou danos econômicos graves como *R. norvegicus* ou *R. rattus*. Entretanto, contribuí na disseminação de doenças como o tifo, a varíola rickettsial, turalemia e a peste bubônica, além da contaminação alimentar por *Salmonella*. Continua sendo utilizado como cobaia de laboratório, na saúde e estudos de genética e ecologicamente



é um item importante na dieta de pequenos predadores e de serpentes (PHIFER-RIXEY; NACHMAN, 2015). Em habitações humanas pode atingir densidades de equilíbrio de até 10 indivíduos/m². Em áreas naturais as densidades são bem mais baixas, geralmente menores de 100 indivíduos/m² em ambientes abertos. Sua grande habilidade como espécie invasora está no seu potencial reprodutivo. Em ambientes antropogênicos a reprodução ocorre durante todo o ano. Nas populações selvagens originais a reprodução se dava comumente entre abril e setembro. As fêmeas podem ter de 5 a 10 ninhadas por ano, sendo registradas até 14 ninhadas. O número médio de filhotes por ninhada é de 5 ou 6, podendo chegar a 12 indivíduos e a maturidade sexual pode ser atingida entre cinco e sete semanas (PHIFER-RIXEY; NACHMAN, 2015; LIPPENS; ESTOUP; HIMA *et al.*, 2017).

Outro roedor sinantrópico de grande distribuição, com presença no *campus*, é o rato preto (*Rattus rattus*). Biogeograficamente as evidências indicam que esta espécie é originária do sudeste da Ásia, provavelmente da Índia ou Paquistão. Vive em grupos compostos geralmente de um macho e duas ou três fêmeas (FENG; HIMSWORTH, 2014). Não existem no *campus* levantamento das densidades destas espécies sinantrópicas e, como em outros lugares do Brasil, poucos estudos dos impactos da introdução desta espécie sobre as espécies nativas (FENG; HIMSWORTH, 2014; LINHARES; FERREIRA; BUGONI, 2023).

Os javalis (*Sus scrofa*) são onívoros, se alimentando predominantemente de material vegetal, mas com uma grande plasticidade de dieta, desde folhas, raízes, frutos, carniça, insetos e vermes, até mesmo a caça de pequenos roedores e animais de maior porte (BALLARI; BARRIOS-GARCIA, 2014; PEDROSA; BERCÊ; LEVI *et al.*, 2019). Originários do paleártico foram introduzidos primeiramente em sua forma domesticada em todos os continentes, exceto a Austrália. No Brasil, a chegada dos porcos domésticos se deu com os portugueses já em meados do século XV. Já a invasão biológica por esta espécie é bem mais recente, a partir da segunda metade de século XX quando foi introduzido na Argentina para caça esportiva o javali europeu (DOVRAT; PEREVOLOTSKY; NE'EMAN, 2012; MOURA; MACHADO; MARIANO *et al.*, 2020; ICMBIO-MMA, 2019). Do cruzamento destas formas selvagens com os porcos domésticos surgiu o Java-porco, ou porco monteiro, com populações ferais que tiveram uma rápida dispersão, se tornando uma importante "praga" agrícola no sul, sudeste e centro-oeste do Brasil. Em algumas regiões outros eventos de introdução do javali acarretaram o estabelecimento de populações selvagens "puras" (ICMBIO-MMA, 2019). Não existe relato da ocorrência de bandos residentes de Java-porcos e javalis em áreas do *campus* da UFSCar, mas estes ocorrem em áreas de fazendas vizinhas e na fazenda da Embrapa (observação pessoal).

Em função da ausência de dados sobre a composição e dinâmica populacional de mamíferos no *campus*, não se têm praticamente nenhuma informação sobre as espécies nativas que tem potencial como invasoras. Apesar disso, é possível comentar sobre algumas delas. Entre estas, a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), de ocorrência neotropical, é uma espécie nativa e com potencial de espécie invasora para a região onde está o campus da UFSCar. Quanto ao hábito alimentar, as capivaras forrageiam material vegetal, predominantemente gramíneas. Os animais podem chegar até 120 cm de comprimento e 66 kg de peso, sendo os maiores roedores vivos. São animais sociais formando grupos de, em média, 10 indivíduos adultos. Em certas áreas estes bandos podem chegar a 100 indivíduos ou mais. As capivaras são polígamas e promíscuas, onde apesar de os machos dominantes tentarem monopolizar as cópulas, ocorre o acasalamento das fêmeas com machos subordinados. Podem se reproduzir durante o ano todo, mas o pico da atividade se dá no início da estação chuvosa nos locais onde tal sazonalidade existe. As ninhadas variam de 2 a 8 filhotes e as fêmeas podem amamentar tanto os seus filhotes quanto os de outras fêmeas. Como os bandos são bastante estáveis, as fêmeas tendem a ser aparentadas entre si. Possuem adaptações para o ambiente aquático, sendo eficientes nadadoras e podendo permanecer submersas por até 5 minutos. Entre os principais predadores das capivaras estão as sucuris, jacarés, as onças e a caça por humanos (FERRAZ; VERDADE, 2001; ROCHA; SEKIAMA; GONÇALVES *et al.*, 2017; LOPES; MCEVOY; MORATO *et al.*, 2021).

Nas áreas de viveiros de mudas da SGAS são encontrados com frequência cotias (*Dasyprocta aguti*), principalmente se alimentando de frutos caídos de abacate (*Persia americana*). Já foram ob-



servados cachorro do mato, quatis e saguis. Estes últimos se apresentam como um dos mais interessantes grupos a serem estudados. Existem bandos de saguis (*Callithrix penecillata*) no *campus* da UFSCar, e em 2018 um bando com nove indivíduos usou regularmente a área do viveiro de mudas da Secretaria de Gestão Ambiental. Este bando familiar se tornou praticamente residente na área durante o período de frutificação dos pés de manga (*Mangifera indica*) existentes no local. O bando apresenta um comportamento de aproximação a humanos, solicitando alimentação, principalmente de frutas como bananas. Entre os membros do grupo, um indivíduo apresenta claramente a presença de tufo branco na região auricular, o que pode indicar que ele é um híbrido do sagui-de-tufo-branco (*C. Jacchus*). A soltura destes animais na região é documentada principalmente em função do tráfico para venda como animais de estimação, principalmente oriundos do Nordeste (ICMBIO-MMA, 2019). Na região o histórico pode ser rastreado a partir de um evento de introdução de maior magnitude que está atualmente sendo monitorada pela equipe de manejo de fauna da Secretaria de Meio Ambiente de Araraquara. Não existem estudos sobre o impacto destes animais, porém apenas na área do viveiro de mudas da UFSCar foram observados diretamente dois eventos de predação de ninhos. Em um dos eventos cinco indivíduos de *C. Penicillata* atacaram um ninho de asa branca (*Patagonas picazuro*), investindo contra a ave presente no ninho até que o ovo foi derrubado. Um elemento importante nos bandos observados no *campus* da UFSCar é sua aproximação com humanos, solicitando alimento e mesmo chegando a entrar em habitações.

Espécies de Aves como potencial de invasoras

Entre as aves invasoras, merecem atenção a pomba comum (*Columbia livia*), a graça vaqueira (*Buloculus ibis*), o pardal (*Passer domesticus*) e o bico de lacre (*Estrilda astrild*). Estas quatro espécies podem ser utilizadas didaticamente como exemplo para discussão das invasões e seus diferentes tipos de impactos. *C. livia* é granívora e oportunista de sobras de alimentos e extremamente plástica em termos de escolha de local de nidificação. Estes dois fatores somados a um ciclo reprodutivo curto, um cuidado parental, que inclui uma espécie de "leite" para os filhotes, faz desta uma das espécies sinantrópicas com maior potencial de invasão e de grande impacto sobre vários aspectos de sistemas antrópicos, principalmente em ambientes urbanos de médias e grandes cidades (ZORZENON, 2002; SCHLINDWEIN; RIVERA, 2019). São denominados como "ratos" de asas pela dimensão do seu impacto. Apresentaram, notadamente durante o século vinte um dos provavelmente mais emblemáticos métodos de introdução proposital em massa. Podendo ser denominadas de introduções de caráter etnocultural, em muitos casos utilizadas como símbolo da paz e concórdia, a soltura de centenas e mesmo milhares de *C. livia* foi amplamente utilizada em cerimônias e eventos festivos em continentes como as Américas, a África, a Europa e a Ásia, fazendo com que a sua distribuição hoje possa ser considerada cosmopolita. Isto somado ao seu uso como animal de estimação, ornamental, como fonte alimentar e mesmo como ferramenta de comunicação, os pombos-correio (CAPOCCIA; BOYLE; DARNELL, 2018). De origem paleártica (provavelmente da península ibérica) foi introduzida no Brasil já no início da colonização portuguesa e se apresenta como um dos maiores problemas fitossanitários em várias cidades brasileiras. Estima-se que o pombo comum seja vetor de transmissão de mais de 50 doenças catalogadas, além do impacto causado sobre monumentos e o patrimônio cultural (VASCONCELOS; TEIXEIRA; DA SILVA *et al.*, 2018). Dentre as espécies sinantrópicas, a pomba doméstica se apresenta como um dos maiores problemas nas áreas urbanizadas do *campus*. Existe uma grande população residente de *C. Livia* no Parque Ecológico de São Carlos (PESC), onde utilizam das rações colocadas nos recintos. Estudos das densidades das espécies de columbiformes nativos e de *C. livia* seriam importantes para estabelecer as relações entre estas espécies e a alteração de suas densidades relativas em diferentes mosaicos ambientais. Uma das questões mais complexas do impacto sobre a biodiversidade de *C. Livia* é a do seu potencial de transmissão de doenças para outras aves, especialmente no que diz respeito a transmissão de epizootias para columbiformes nativos (ROSARIO; ACOSTA; COLOM, 2008; STUKENHOLTZ; HAILU; CHILDERS *et al.*, 2019). Entre os columbiformes nativos encontramos a asa branca (*Patagonas picazuro*); avoantes (*Zenaida auriculata*); rolinha picui (*Columbina*



picui); rolinha roxa (*Columbina talpacoti*); fogo apagou (*Columbina squammata*) e juriti-azul (*Claravis geoffroyi*). Na área norte do *campus* as populações de *P. picazuro* apresentam uma densidade que em alguns lugares indica claramente uma relação de sintropia (DI CORPO; VANNINI, 2011).

Uma espécie de ave que se tornou invasora no *campus* da UFSCar entre os anos de 2016 e 2018 foi a garça-vaqueira (*Buluculus ibis*) que ocupou bambuzais (*Phyllostachys bambusoides*) em áreas próximas a edificações. A garça-vaqueira (*B. ibis*) é uma ave de introdução relativamente recente no país, tendo cruzado o Atlântico, da África para o Caribe há menos de 100 anos (BELLA; AZEVEDO-JUNIOR, 2004). Pode ser confundida com a garça-branca pequena (*Egretta thula*), com quem pode formar ninhais mistos. Diferente de outras garças, a garça-vaqueira é insetívora e pode nidificar e sobreviver em locais não alagados. De origem africana, associada a grandes manadas de herbívoros, pode-se dizer que está indiretamente associada as gramíneas africanas.

B. Ibis, como outras espécies da família, apresenta como estratégia a formação de grandes concentrações de indivíduos reprodutores em um local, denominados ninhais, que podem chegar a milhares de indivíduos. Neste local uma grande quantidade de guano é produzida, além de uma quantidade significativa de animais mortos. Um fator que contribui para a grande quantidade de indivíduos mortos, portanto em processo de putrefação é que a fêmea deposita em média de 5 a 6 ovos que tem um período de incubação de 22 a 26 dias. Deste total de ovos o mais comum é a sobrevivência de um e no máximo dois filhotes. Os outros ninhegos normalmente caem ou são expulsos dos ninhos e, geralmente, morrem. O termo ninho merece um breve comentário. O casal, notadamente em bambuzais, não constrói uma estrutura minimamente elaborada, constituindo basicamente no local em que o casal se instala nos colmos, utilizando alguns poucos materiais vegetais exógenos. Este fator facilita a expulsão do “ninho” dos filhotes mais novos pelos mais velhos, ou simplesmente a queda do único filhote, nem sendo necessários eventos como tempestades ou vendavais extensos. Apesar de o bambuzal ser um local relativamente seguro para defesa de predação, pela estrutura modular dos colmos da planta, é muito pouco eficiente como abrigo do clima. Pode ser muito bom como dormitório, mas basicamente muito pouco eficiente como creche, levando a uma taxa superior de mortalidade de filhotes do que a que ocorrem naturalmente por sibilicídio (morte de um irmão geralmente pelo irmão mais velho e de maior parte) (METALLAOUI; DZIRI; BOUSSEHEBA *et al.*, 2020; MOHAMMEDI; KOUIDRI; MAHMOUDI *et al.*, 2020). Este erro da escolha dos inquilinos da planta hospedeira para o ninhal pode ser explicado por serem as duas espécies exóticas e seu “encontro” ter se dado há cerca de uma centena de anos (MORALEZ-SILVA; LAMA, 2014; LACERDA, 2021).

Os dois ninhais observados no *campus* da UFSCar no período citado podem ser considerados mistos, uma vez que foi observada a presença de outras espécies de garças, como a garça branca grande (*Ardea alba* sinônimo *Casmerodius albus*) e a garça-moura (*Ardea cocoi*), além do socó-boi (*Tirgossoma lineatum*). Destas espécies não foi observada diretamente a reprodução, mas sim apenas o uso do ninhal como dormitório. Ressalta-se que mais de 90% dos indivíduos no ninhal eram de garça-vaqueira. Outra espécie nativa que ocorreu neste ninhal foi a garça branca pequena ou garcinha (*Egretta thula*), que pode ser confundida com a espécie exótica, por ter o mesmo porte que a vaqueira e grande semelhança morfológica. Porém esta espécie tem uma ecologia trófica diversa, se alimentando de peixes e outros organismos aquáticos, como anfíbios, caranguejos e “larvas” e adultos de insetos aquáticos. Colocando de 3 a 7 ovos e com um período de incubação similar a espécie exótica (25 a 26 dias), faz ninhais mistos com *B. Ibis*. A *E. Thula*, está sempre próxima a algum corpo de água, pois costuma se deslocar por curtas distâncias para os locais de repouso e reprodução (PARSON; MASTER, 2020).

Distribuído em praticamente todos os ambientes urbanos do Brasil não Amazônico, o Pardal (*P. domesticus*) foi introduzido no Brasil no princípio do século XX. A razão para a introdução teria sido o controle de mosquito transmissores de doenças, principalmente a febre amarela. Não se levou em conta que o pardal é granívoro, portanto, sem qualquer efeito de predação sobre insetos. Já na década de 40 do século XX esta ave sinantrópica tinha se estabelecido em Cuiabá e nas cidades do sul sudeste do Brasil (ZORZENON, 2002; LEÃO; ALMEIDA; DECHOUM *et al.*, 2011).



Bico de lacre se alimenta principalmente de gramíneas africanas, como o capim colônio, elefante e gordura. Possui origem no sul do Continente Africano. Como é um pássaro considerado belo, sendo introduzido como ave de criação ornamental, não existem estudos de prováveis efeitos desta espécie sobre a fauna nativa, e podem ser observados bandos mistos de *Estrilda astrild* se alimentando em pradarias de gramíneas africanas de áreas antropomorfizadas juntamente com coleirinhas, bigodinhos e outras espécies do gênero *Sporophilla*. Parece claro que estas gramíneas exóticas invasoras têm levado a alteração das densidades populações destas espécies que passaram a forragear neste novo recurso. O efeito drástico da redução das espécies de Passariformes especializados em se alimentar de sementes de gramíneas nativas ainda é muito pouco estudado. Mas é evidente o desaparecimento de uma parte da diversidade destas aves nos locais dominados pela braquiária e por outras espécies de gramíneas africanas invasoras (PAYNE; BONAN; KIRWAN, 2020).

Entre outras espécies de aves nativas que apresentam aumento de densidade em ambientes com médias ou baixas influências antrópicas no *campus* podem ser citadas: canário da terra (*Sicalis flaveola*), pássaro preto (*Molothrus bonairensis*), tico-tico comum (*Zonotrichia capensis*), o quero-quero (*Vanellus chilensis*), o urubu de cabeça preta (*Corygyps atratus*), maritacas (*Aratinga auricapillus* e *Pionus maximiliani*), o tucano açu (*Ramphastus toco*) e o carcará (*Caracara plancus*). Este último merece um destaque, por ser um dos poucos Falconiformes que parecem ter se adaptado relativamente bem a diferentes ambientes antropomorfizados, passando em sinantropia mesmo em grandes cidades. Por ser um generalista oportunista pode se alimentar de lixo, restos de comida e de carcaças de animais. Um comportamento que alguns indivíduos apresentam é obter alimento em um território próximo a estradas, onde se aproveitam dos atropelamentos de fauna (TRAVAINI; DONAZAR; CEBALLOS; HIRALDO, 2001; LIMA; MARIZ; COSTA *et al.*, 2022).

Uma discussão introdutória sobre as espécies de Invertebrados invasoras

Apesar de ser o grupo de maior diversidade de espécies animais, o estudo de invertebrados invasores é circunscrito praticamente aquelas espécies responsáveis por transmissão de doenças e por aquelas denominadas “pragas” em nossos ambientes agrícolas e urbanos. Mesmo entre as espécies de invertebrados de interesse econômico e sanitário não existem estudos sistemáticos de ecologia populacional e mesmo de ocorrência que forneçam bases científicas sobre invasões destas espécies no *campus* da UFSCar e em áreas do seu entorno. Porém existem evidências claras de algumas espécies de invertebrados invasores mais conspícuos que são apontados neste texto. Seguindo o padrão geral descrito acima, a maior parte destas espécies tem algum interesse econômico, sanitário ou como “praga” e se enquadra em invertebrados sinantrópicos de ampla distribuição e com um potencial como invasora (VENETTE; HUTCHISON, 2021).

Pela própria diversidade de espécies os insetos representam o maior número de espécies descritas atualmente pela ciência (SOLLAI; SOLARI, 2022). Não serão discutidos aqui os coleópteros, uma ordem de insetos que atualmente tem um número de espécies descrita superior ao número de todas as espécies de plantas superiores conhecidas. Apenas cabe citar, como exemplo, duas famílias destes insetos, os curculionídeos (bicudos e brocas) e os tenebrionídeos (besouros da farinha), com um grande número de espécies que se tornam sinantrópicas tanto em ambientes agrícolas como urbanos. Entre as espécies de invertebrados consideradas “pragas” urbanas estão os dípteros, como a mosca doméstica e os mosquitos. Entre estes últimos, são conhecidos vetores de várias doenças causadoras de epidemias como a dengue, a febre amarela e outras viroses. Entre estes mosquitos podemos destacar o *Aedes aegypti*, uma espécie exótica invasora e as espécies nativas do gênero *Anopheles* (ZORZENON, 2002; LEÃO; ALMEIDA; DECHOUM *et al.*, 2011). Não existem estudos da dinâmica populacional destas espécies no *campus*. Outras espécies sinantrópicas consideradas importantes pragas urbanas são as baratas (*Periplaneta americana* e *Battlaria germanica*) cujo controle em edificações é feito geralmente com inseticidas sistêmicos (ZORZENON, 2002). Estudos indicam que a maior parte deste inseticida não atinge a espécie alvo, sendo carregados para o ambiente onde afetam as espécies selvagens em todos os níveis tróficos (diretamente ou por biomagnificação na



cadeia trófica). Existe um conjunto de espécies da ordem Blatodea, as baratas silvestres nativas não sinantrópicas que são afetadas por este controle indiscriminado de maneira direta ou indireta. As baratas se configuram como um grupo taxonômico onde a presença de algumas poucas espécies consideradas perigosas ou nocivas determinam uma representação errônea das espécies existentes (cerca de 4.400 sp.) (RAFAEL; SILVA; DIAS, 2008).

Outro grupo de insetos no qual ocorre esta representação errônea são as formigas, uma família dentro da ordem Hymenoptera com mais de 14 mil espécies descritas. Deste total apenas 53 são descritas como sinantrópicas e consideradas “pragas” (WILSON, 2005; MÁXIMO; FELIZATTI; CECCATO *et al.*, 2014; SIDDIQUI; BAMISILE; KHAN *et al.*, 2021). Porém, como as baratas, no senso comum e na maior parte dos departamentos de entomologia das escolas de engenharia agrônômica, as formigas são vistas com um inimigo a ser combatido (formiga boa é formiga morta), mesmo que mais de 60% das espécies sejam predadoras e tenham um papel significativo no controle de insetos herbívoros que podem ser tornar praga. Além de que estudos da dispersão de sementes realizados em áreas tropicais mostram que as formigas são elementos muito importantes na dispersão de sementes. Estudos realizados na Costa Rica mostraram que cerca de 3000 espécies de plantas tem as formigas como agente chave dispersor (HANDEL; BEATTIE, 1990; BYRNE; LEVELEY, 1993; ZELIKOVA; BREED, 2008) e estudos mais recentes mostraram a importância do papel da dispersão secundária por formigas em áreas de cerrado, o domínio que ocorre em parte do *campus* da UFSCar (CHRISTIANINI; OLIVEIRA, 2010; CHRISTIANINI; MAYHÉ-NUNES; OLIVEIRA, 2012; MAGALHÃES; ESPÍRITO-SANTO; SALLES *et al.*, 2018).

Não existem dados sobre a fisionomia da vegetação original do *campus*, mas evidências indicam que tanto durante o tempo que foram introduzidas culturas agrícolas (primeiro o café, depois pastagem e silvicultura) grandes quantidades de agrotóxicos foram utilizadas no local, principalmente para o controle de formigas cortadeiras (*Atta* e *Acromyrmex*). Com a introdução de uma grande quantidade de espécies exóticas cultivadas estas formigas tiveram suas densidades populacionais aumentadas de forma exponencial e também ocorreu uma alteração significativa na composição e equitatividade das espécies existentes. Em áreas naturais de Cerrado *stricto sensu* ocorre, na região, a espécie *Atta laevigata* e em áreas mais abertas, a cortadeira de gramínea *Atta capiguara*. Com a modificação dos ecossistemas originais por paisagens agrícolas parece claro ter ocorrido um aumento de densidade de uma espécie de generalista de clareira (*Atta sexdens rubropilosa*) e praticamente o desaparecimento de uma espécie muito pouco estudada pela ciência (*Atta bispherica*) (FORTI; RANDO; CAMARGO *et al.*, 2020; BARRERA; SOSA-CALVO; SCHULTZ *et al.*, 2021; SCHAEFER; HENRIQUES; GOMES *et al.*, 2021). Nas áreas urbanizadas do *campus* existe uma densidade elevada de ninhos de saúva-limão (*A. sexdens rubropilosa*) que sofreu um controle químico inadequado e nada efetivo pelo menos nos últimos cinquenta anos. A grande eficiência dos agrotóxicos utilizados provavelmente foi a de eliminar os inimigos naturais destas formigas altamente resilientes, aumentando a capacidade de dispersão da espécie. Foram encontrados poucos ninhos de *A. capiguara* e seria necessário um estudo mais pormenorizado das densidades dos ninhos de saúvas e quém-quéns nas áreas naturais e de silvicultura existente.

Outro grupo de espécies de formigas que representam muito bem os problemas de percepção influenciando o manejo e práticas de controle são as lava-pés. Pertencentes ao gênero *Solenopsis* estas formigas são consideradas como uma das mais importantes pragas agrícolas e periurbanas do sul e sudeste dos EUA. Nativas da região Neotropical, especializadas em colonizar clareiras, bordas e ambientes de vegetação aberta são predadoras agressivas generalistas. No Estado de São Paulo se tornaram abundantes em terrenos urbanos e em áreas agrícolas abandonadas. Estudos indicam sua importância no controle de insetos pragas, como a broca da cana e outros herbívoros de hortas e jardins. Apresentam como defesa uma substância que causa intensa dor quando inoculada na ferroadada e que podem causar reações alérgicas graves em humanos. *S. invicta* pode ser considerada uma espécie sinantrópica invasora, porém o seu controle com agrotóxicos é no mínimo controverso. Sua resposta rápida de colonização faz com que ocupe os ambientes mais rápido que outras espécies de formigas que são suas competidoras e este também afeta um importante



componente do controle biológico. No Brasil as lava-pés são consideradas “pragas psicológicas” em função de sua agressividade e efeito direto sobre as pessoas, tanto pelo dolorido da ferroadada, como pela possibilidade de reação anafilática por uma parte da população. Estas formigas são uma das espécies sinantrópicas mais comuns na parte externa das áreas urbanizadas do *campus* (ROSS; SHOEMAKER, 2008; SUNG; KWON; LEE *et al.*, 2018; LENANCKER; HOFFMANN; TAY *et al.*, 2019).

Também não existem levantamentos das formigas domésticas no *campus*. Porém podemos citar como importantes espécies invasoras das edificações do *campus* a formiga faraó, de origem afrotropical (*Monomorium spp.*), além de formigas nativas invasoras como a formiga “argentina” (*Linepithema humile*), a formiga do açúcar (*Tapinoma sessile*), a formiga louca (*Paratrechina longicornis*), a pequena formiga de fogo (*Wasmannia auropunctata*) e as denominadas formigas carpinteiras (*Camponotus spp.*). O controle destas formigas é realizado com o uso intensivo de agrotóxicos, geralmente sistêmicos e que acabam favorecendo espécies poligínicas, cuja colônia se divide por sociotomia. Além disso, o controle químico nas áreas internas e externas, levou praticamente ao desaparecimento das formigas predadoras de topo, como *Dinoponera australis* e as tocandiras (*Paraponera clavata*), e principalmente o quase desaparecimento das formigas de correição (*Eciton* e *Labidus*). São poucos os estudos que abordam o impacto sobre a diversidade de artrópodes com a retirada destes importantes predadores e seus efeitos sobre o restante da cadeia e teia trófica (DELABIE; FEITOSA; SERRÃO *et al.*, 2015; CLARK; SINGER, 2018; VIDAL; MURPHY, 2018; JACQUOT; MASSOL; MURU *et al.*, 2019).

Ainda sobre a ordem Hymenoptera temos as abelhas, caracterizadas por sua associação com plantas, com flores e por sua ecologia trófica nectarívora e polinífaga. Apesar da maioria das espécies deste grupo serem solitárias, são as espécies sociais, por sua importância econômica, que recebem maior atenção. O *campus* foi durante muito tempo utilizado como área de produção de mel, com a instalação distribuída por todas as áreas do *campus* de caixas de *Apis mellifera*. Não existem estudos na região sobre o impacto destas abelhas exóticas introduzidas sobre a fauna das outras abelhas e sobre a flora cuja polinização dependia da coevolução com estas abelhas indígenas. *A. mellifera* é uma espécie altamente oportunista quanto a visitação floral. Visitam 40.000 espécies diferentes de plantas (aproximadamente 10% de todas as espécies de plantas com flores), porém o número de espécies que são efetivamente polinizadas varia drasticamente em cada região (HUNG; KINGSTON; ALBRECHT *et al.*, 2018; DÁTILLO; CRUZ; LUNA *et al.*, 2022). No Neotrópico apenas uma pequena porção da diversidade floral visitada seria efetivamente polinizada (ROUBIK, 1993). Estudos realizados no Canadá (GOULSON, 2003) indicaram que 75% do pólen das colmeias era de plantas exóticas invasoras. Como para produzir 1 kg de mel são visitadas cerca de 20.000.000 de flores e uma colônia pode forragear em distâncias superiores a 10 quilômetros, a presença destes insetos em grandes densidades podem ser um importante fator da dinâmica da fisionomia da vegetação em uma região (DÁTILLO; CRUZ; LUNA *et al.*, 2022). Entre os fatores do impacto destas abelhas podem ser citados, a competição com polinizadores nativos por recursos florais; a competição com organismos nativos por locais de nidificação; a transmissão de parasitas e patógenos para indivíduos nativos; as modificações na quantidade de sementes de plantas nativas; a polinização de plantas invasoras exóticas (LEÃO; ALMEIDA; DECHOUM *et al.*, 2011). Existe um importante fator de risco ligado à segurança, pois as abelhas africanizadas são muito agressivas, podendo levar a acidentes graves e até fatais. Portanto, a retirada das colmeias comerciais do *campus* em 2019 foi importante não só como elemento de conservação das áreas naturais, como uma ação que visa segurança de visitantes, pesquisadores e estudantes, principalmente na área do cerrado.

A. mellifera é uma espécie muito importante em termos econômicos, não só pela extração do mel, da cera e do própolis, mas também como espécie chave na polinização de culturas agrícolas. Algumas espécies de importância comercial tem o aumento substancial em sua produtividade na presença de *Apis* (algumas espécies em mais de 50%) (HUNG; KINGSTON; ALBRECHT *et al.*, 2018). Além da sua capacidade natural como invasora, principalmente após a soltura acidental de rainhas africanas puras (*Apis mellifera scutellata*) em Rio Claro nos anos 60 do século passado (FOLHA DE SÃO PAULO, 2006). Um dos componentes que deveria ser objeto de estudo é o impacto das abelhas



africanizadas sobre a fauna de abelhas nativas (PAINI, 2004; STEPHAN; THAISA; ANDRIGO *et al.*, 2012). Além das abelhas sociais sem ferrão, os meliponídeos, existem desconhecidas variedades de abelhas solitárias, comunais e sub-sociais sobre as quais não se tem estudos sobre o impacto da introdução de *Apis*, tanto em ambientes silvestres quanto antrópicos. Estudos realizados no *campus* de São Carlos com uma destas abelhas, as *Euglossinis*, parece indicar a diminuição das densidades populacionais destas abelhas solitárias. No *campus* podem ser citadas as espécies *Eulaema nigrita*, *Euglossa cordata* e *Euglossa townsendi* que apresentam densidades menores que as observadas no passado. Estas abelhas podem ser consideradas esteticamente entre as mais belas abelhas, e a diminuição de suas densidades deve afetar a dinâmica populacional das plantas que coevoluíram com elas (ROCHA-FILHO; KRUG; SILVA, *et al.*, 2012; GONÇALVES; FARIA, 2019). Além da perda de polinizadores nativos, o impacto sobre estas abelhas pode levar a perda de complexas interações ecológicas. Por exemplo, nos ninhos de *Eulaema nigrita* e em flores já encontramos espécimes ocasionais da euglossinae ectoparásita *Exaerete smaragdina*. Apesar de não existirem estudos mostrando as alterações da diversidade de abelhas pela presença de *Euglossini* no *campus* e na cidade de São Carlos, o Professor Marcos Del Lama afirma que a diversidade destes insetos está muito abaixo do que se via anos atrás. Novamente pode-se afirmar que, neste caso, os três maiores fatores da ação humana, o desmatamento, a poluição química (agrotóxicos) e a introdução de espécies exóticas, estão diretamente envolvidos nesta questão (SAMPAIO; SCHMIDT, 2013).

Outro inseto social sinantrópico, de importância econômica, são os cupins de madeira. O *Cryptotermis brevis* se tornou uma importante praga urbana, ocorrendo em mais de 70 países. Transportado facilmente de um lugar para outro em pequenos pedaços e madeira que podem conter uma colônia completa e sobrevivendo a travessias marítimas, esta espécie foi capaz de colonizar ilhas e em função das rotas comerciais se tornou uma praga urbana por atacar madeira seca. Ainda existem discussões entre os cientistas do seu centro de origem no Chile ou Peru. Existem mais de 70 espécies deste gênero, algumas destas endêmicas e silvestres. Como no caso das formigas os cupins são genericamente identificados pelo senso comum como pragas e animais nocivos ao homem por atacar um produto de extrema importância como a madeira. Mas apenas uma pequena porcentagem do total destes insetos são pragas (KRISHNA; GRIMALDI; KRISHNA *et al.*, 2013). Um exemplo muito representativo deste erro de representação são os cupins de montículo do gênero *Conitermes*. Como animais detritívoros estes cupins são importantes agentes de incorporação de matéria orgânica no solo da região neotropical, atuando junto com as formigas, representando um importante papel no ecossistema. As espécies de *Conitermes* habitavam as áreas abertas de campos naturais e campos sujos do domínio cerrado e tiveram suas densidades muito afetadas com a introdução das gramíneas africanas e o corte da vegetação nativa. Se tornaram comuns em áreas agrícolas e pastagens abandonadas se tornando uma espécie invasora nestes ambientes antrópicos (EVANS; FORSCHLER; GRACE, 2013; BUCZKOWSKI; BERTELSMEIER, 2017).

No *campus* da UFSCar, *Conitermes cumulans* passou ocupar as áreas abertas urbanizadas, as áreas de plantação de eucaliptos e as de regeneração oriundas de um incêndio. Nas áreas mais urbanizadas, apesar de não trazerem danos, nem à vegetação plantada e nem às edificações e madeira, as colônias foram controladas tanto pelo uso de agrotóxico e, em menor intensidade, as colônias iniciais, por escavação simples. Nas áreas de regeneração as colônias acabam sendo eliminadas com o aumento da complexidade da vegetação e com a passagem da vegetação rasteira para um ambiente arbustivo arbóreo. Mesmo sem estudos específicos sobre este tema e a ausência de dados de riqueza e composição das espécies originais de formigas e cupins na área onde está localizado o *campus*, pode-se hipotizar que tanto a poluição biológica como a química foram e, são, responsáveis por alterações significativas nos processos de alteração e transformação dos solos na área, com efeitos diretos sobre a sucessão ecológica do local e da fisionomia e dinâmica populacional da vegetação. Em áreas onde forem implementados projetos de restauração ambiental é preciso levar em conta este importante componente biológico, que possui grande impacto sobre o desenvolvimento das comunidades que irão se estabelecer no local em seu clímax (ZHOU; DENG; ZHANG *et al.*, 2014; BACKHAUS; BRACK; VAN DEN BRINK *et al.*, 2019).



Os solos entomofílicos neotropicais, principalmente no domínio do cerrado, “dependem” das comunidades de formigas e cupins para sua formação e modificação. Apesar disso, os oligoquetos também exercem importante função na formação de solos mais úmidos e menos ácidos (CAPOWIEZ; CADOUX; BOUCHAND *et al.*, 2009; CUNHA; BROWN; STANTON *et al.*, 2016). Esse fator chave desempenhado por espécies nativas também foi drasticamente alterado com a chegada de um novo componente invasor, as espécies de minhocas exóticas. Entre os oligoquetos que chegaram de maneira concomitante à agricultura importada do denominado “Velho Mundo” podem ser citadas duas espécies principais, *Eisenia fetida* e *Eudrilus eugeniae*. Considerados como animais benéficos ao homem, por seu uso agrícola e como elemento de aumento da fertilidade do solo, a presença desta fauna exótica e invasora e seus efeitos sobre a diversidade de plantas, a microbiota e sobre invertebrados nativos é ignorada. Mas se pode conjecturar que as modificações do solo causadas por estes organismos tenham efeitos significativos sobre a biocenose e a sucessão ecológica, alterando deste modo a biodiversidade existente. Do mesmo modo que para praticamente todos os invertebrados do *campus*, inexistem levantamentos sistemáticos destes oligoquetos (GONZÁLEZ; HUANG; ZOU *et al.*, 2006; HENDRIX; CALLAHAM JR; DRAKE *et al.*, 2008).

Já o caramujo africano, *Achatina fulica*, é uma espécie de molusco invasora com ampla distribuição no Brasil. Foi introduzida pelo menos duas vezes, nos anos 80 e meados dos anos 90, com objetivo de pesquisar a exploração comercial desta espécie como substituto do escargot. Em ambos os casos os resultados não foram satisfatórios e os animais acabaram escapando dos criadouros levando a uma invasão rápida, chegando mesmo a estados do extremo norte como o Amapá na primeira década do século XXI. Além de causar danos a hortas e jardins, o caramujo africano é um importante vetor de doenças. Pode ser citado como hospedeiro intermediário de nematóides causadores da angiostrongilíase abdominal e da meningoencefalite eosinofílica, além de outras zoonoses de interesse veterinário. Por apresentarem comportamento gregário, a espécie apresenta explosões populacionais, razão do seu potencial competitivo e predatório, podendo levar a perda da biodiversidade local (LEÃO; ALMEIDA; DECHOUM *et al.*, 2011; ICMBIO-MMA, 2019). No *campus* da UFSCar, nas margens do reservatório, foi observada uma destas explosões populacionais no final dos anos 90 (observação pessoal). Não foi realizado controle sistemático destes animais, e não foram observadas novas explosões populacionais nas grandes densidades observada. *A. fulica* tem impactos diretos e indiretos sobre uma espécie nativa de caramujo terrestre, o aruá (*Megalobulimus sp.*). Não foram realizados estudos da densidade desta espécie no *campus*, porém pode-se relatar que a observação de locais de alimentação do gavião caramujeiro (*Rostrhamus sociabilis*), também chamado de gavião-do-aruá, deixaram de ser facilmente encontrados em áreas próximas ao lago da UFSCar. Também não foram observadas posturas do caramujo nativo. O aruá, uma espécie considerada ameaçada de extinção, é afetado tanto pela competição direta de *A. fulica*, quanto pelo resultado do uso de caramujicidas utilizados para controle da espécie invasora, além de sua eliminação por controle manual, por erro de identificação com o caramujo exótico (PECORA; MIRANDA, 2014).

Conclusão

Avaliando o impacto da poluição biológica

Utilizando como exemplo a área do *campus* da universidade Federal de São Carlos podemos afirmar que estudos mínimos que avaliem o impacto dessas espécies sobre os ecossistemas ainda são necessários. Isto pois ainda existem lacunas de conhecimento e pela necessidade de ampliar o entendimento de como espécies não nativas impactam a biodiversidade em diferentes esferas, desde o nível de espécies até ecossistemas. O papel das introduções das espécies exóticas deve ser mais amplamente avaliado e sua história aprofundada tanto para o Brasil, quanto para o restante da América do Sul e Central. Não podemos deixar de levar em conta que a poluição biológica é um fenômeno de abrangência global e responsável pela denominada ‘Grande Sexta Extinção’, aquela que nos leva a batizar o período que vivemos de Antropoceno (SCHLINDWEIN, 2021).

A partir da domesticação de plantas e animais os humanos parecem ter incorporado a



antropocoria como parte inerente do nosso repertório comportamental. De forma que a maior parte das pessoas não considera a poluição biológica como uma das maiores causas de extinção de espécies no Antropoceno. A percepção sobre os impactos relacionados ao transporte de plantas e animais de um local para o outro ainda é pequena, ainda mais se o animal ou planta em questão tiver uso alimentar, ornamental e paisagístico ou medicinal. Assim, a introdução de espécies ainda não recebe destaque como outras ameaças à biodiversidade. Discutir e apresentar essa questão como tão importante quanto o desmatamento, a superexploração de recursos e a poluição química como risco para biodiversidade é fundamental para projetos de Biologia da Conservação, tanto em ambientes terrestres quanto aquáticos.

O controle de espécies exóticas em remanescentes naturais depende da ação humana visto que o objetivo é a manutenção da integridade ecológica dos ecossistemas. No caso de áreas pequenas, como os fragmentos encontrados no *Campus* de São Carlos, é importante realizar uma abordagem a partir de ações integradas de controle e manejo das espécies invasoras. Além do foco no manejo direto, com retirada ou erradicação, deve-se voltar os esforços para a redução da entrada de novas espécies. Isso é feito a partir da conscientização da população do entorno, via educação ambiental, e por meio do monitoramento constante de animais exóticos no interior e entorno dos remanescentes naturais do Campus.

Agradecimentos

Os autores agradecem à equipe da Secretaria de Gestão Ambiental (SGAS UFSCar), em especial à Raquel Boschi e à Gabriela Strozzi, pelo auxílio nos trabalhos de elaboração da lista, aos pesquisadores consultados e ao CNPq (pela bolsa PIBIC PROPQ 001/2021).

Referências

Acidente no Brasil resultou em variedade “assassina” de inseto. **Folha de São Paulo**. São Paulo, 26 de out. 2006. Ciência. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe2610200604.htm>. Acesso em: 15 ago. 2022.

ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. M. E. Composição e dinâmica da avifauna da Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.3, n. 12, p.493-511, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-81751995000300004>. Acesso em: 29 jul. 2022.

ANDRADE, H.S.F. **Manejo de gado bovino para a restauração do cerrado**. 2021. 77 folhas. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2021. doi: 10.11606/D.11.2021.tde-26052012-152753. Acesso em: 23 mai. 2023.

ARAÚJO, R.M.; DE SOUZA, M.B.; RUIZ-MIRANDA, C.R. Densidade e tamanho populacional de mamíferos cinegéticos em duas Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, série zoológica**, v. 3, n. 98, p. 391-396, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212008000300014>. Acesso em: 15 ago. 2022.

BACKHAUS, T.; BRACK, W.; VAN DEN BRINK, P.J.; DEUTSCHMANN, B.; HOLLERT, H.; POSTHUMA, L.; SEGNER, H.; SEILER, T.; TEODOROVIC, I.; FOCKS, A. Assessing the ecological impact of Chemical pollution on aquatic ecosystems requires the systematic exploration and evaluation of four lines evidence. **Environmental Sciences Europe**, v. 31, n. 98, p.1-9, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0276-z>. Acesso em: 12 set. 2022.

BALLARI, S. A.; BARRIOS-GARCÍA, M. N. A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. **Mammal Review**, v. 44, n. 2, p.124–134, 2014. Disponi-



vel em: <http://dx.doi.org/10.1111/mam.12015>. Acesso em: 13 ago. 2022.

BARBOSA, J. H. **Diagnóstico da fauna (aves, répteis, anfíbios e mamíferos) do município de Araraquara, São Paulo, Brasil, como subsídio para conservação e o manejo da diversidade**. 2020. 112 folhas. Dissertação de mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Conservação da Fauna – UFSCar, São Carlos, 2020.

BARBOSA, J.H.; FERNANDES, P.F.; APARECIDO, R.M.B. (2023). fauna_do_municipio_de_araraquara-sp. versão 1.9. **Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira – SiBBR**, Occurrence dataset, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/r6ezkv>. Acesso em: 02 jan. 2023.

BARRERA, C.A.; SOSA-CALVO, J.; SCHULTZ, T.R.; RABELING, C.; BACCI JR., M. Phylogenomic reconstruction reveals new insight into the evolution and biogeography of *Atta* leaf-cutting ant (Hymenoptera: Formicidae). **Systematic Entomology**, v.47, n.1, p. 13-35, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/syen.12513>. Acesso em: 20 jul. 2022.

BECK, A.M. The ecology of feral and free roving dogs in Baltimore. In: FOX, M.W. **The wild canids: their systematics, behavioral ecology and Evolution**, 1 ed. New York: FOX, M.W. (Ed.), Van Nostrand Reinhold Company, 1975. v.1, p. 380-390.

BELLA, S.D.; AZEVEDO-JUNIOR, S.M. Considerações sobre a ocorrência da garça-vaqueira, *Bulbucus ibis* (Linnaeus) (Aves, Ardeidae), em Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.21, n.1, p. 57-63, 2004.

BIANCHI, R.C.; OLIFIERS, N.; RISKI, L.K.; GOUVEA, J. A.; CESÁRIO, C.S.; FORNITANO, L.; ZANIRATO, G.L.; OLIVEIRA, M.Y.; MORAIS, K.D.R.; RIBEIRO, R.L.A.; D’ANDREA, P.S.; GOMPPER, M.E. Dogs activity in protected áreas: behavioral effects on mesocarnivores and the impacts of a top predator. **European Journal of Wildlife Research**, v. 66, n. 36, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01376-z>. Acesso em: 20 jul. 2022.

BLACKBURN, T. M.; PYSEK, P.; BACHER, S.; CARLTON, J.T.; DUNCAN, R.P.; JAROSIK, V.; WILSON, J.R.U.; RICHARDSON, D.M. A proposed unified framework for biological invasion. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 6, n. 7, p. 333-339, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.023>. Acesso em: 16 jul. 2022.

BOSCHI, R. S.; STROZI, G.; SANCHES, R.; BONATO, C.C. Avaliando a arborização urbana no Campus de São Carlos da Universidade Federal de São Carlos: ações para uma Universidade Sustentável. In: Malheiros, T.F.; ESPINOSA, D.C.R.; FERNANDEZ, F.R.B.; LEMOS, P.F.I.; ALMEIDA, P.S.; GOMES, T.M.; AMBRIZZI, T. (Org.). **Universidades Rumo à Sustentabilidade**. 1.ed. São Paulo: SGA/USP, 2019. v. 1, capítulo 15, p. 226-240.

BUCZOWSKI, G.; BERTELSMEIER, C. Invasive termites in a changing climate: a global perspective. **Ecology and Evolution**, v.7, n.3, p. 974-985, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ece3.2674>. Acesso em: 18 jun. 2022.

BURNIE, D.; WILSON, D.E. **Animal: the definitive visual guide**. BURNIE, D.; WILSON, D.E. (Ed) Londres: Dorling Kindersley Publishing /Smithsonian Institution, 2017. 632 p. 3rd ed.

BYRNE, M.M.; LEVEY, D.J. Removal of seeds from frugivore defecations by ants in a Costa Rican rain forest. **Plant Ecology**, v. 107, n.1, p.363-374, 1993. Disponível em: DOI:10.1007/BF00052235. Acesso em: 15 jul. 2022.



CAMPOS, C. B.; ESTEVES, C.F.; FERRAZ, K.M.P.M.B.; CRAWSHAW JR., P.G.; VERDADE, L.M. Diet of free-ranging cats and dogs in a suburban and rural environment, south-eastern Brazil. **Journal of Zoology**, v. 273, n. 1, p. 14-20, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2007.00291.x>. Acesso em: 13 jul. 2022.

CANALE, D.E.; DI DIO, V.; MASSA, B.; MORI, E. First successful eradication of invasive Norway rats *Rattus norvegicus* from a small Mediterranean island (Isola delle Femmine, Italy). **Folia zoologica**, v.68, n.1, p. 29-34, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.25225/fozo.060.2019>. Acesso em: 13 set. 2022.

CAPINHA, C.; ESSL, F.; SEEBENS, H.; MOSER, D.; PEREIRA, H. M. The dispersal of alien species redefines biogeography in the Anthropocene. **Science**, v.348, n.6240, p. 1240-1251, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.aaa8913>. Acesso em: 23 out. 2022.

CAPOCCIA, S.; BOYLE, C.; DARNELL, T. Loved or loathed, feral pigeons as subjects in ecological and social research. **Journal of Urban Ecology**, v.4, n.1, p.1-6, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/jue/juy024>. Acesso em: 14 mai. 2022.

CAPOWIEZ, Y.; CADOUX, S.; BOUCHAND, P.; ROGER-ESTRADE, J.; RICHARD, G.; BOIZARD, H. Experimental evidence for the role of earthworms in compacted soil regeneration based on field observations and results from a semi-field experiment. **Soil Biology and Biochemistry**, v.41, n.4, p. 711-717, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.01.006>. Acesso em: 30 jun. 2022.

CHRISTIANINI, A.V.; OLIVEIRA, P.S. Birds and ants provide complementary seed dispersal in a neotropical savanna. **Journal of Ecology**, v.98, n.3, p. 573-582, 2010. Disponível em: doi: 10.1111/j.1365-2745.2010.01653.x. Acesso em: 20 ago. 2022.

CHRISTIANINI, A.V.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; OLIVEIRA, P.S. Exploitation of fallen diaspores by ants: are there ant-plant partner choices? **Biotropica**, v.44, n.3, p. 360-367, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2307/41496007>. Acesso em: 21 ago. 2022.

CLARK, R.E.; SINGER, M.S. Keystone mutualism strengthens top-down effect by recruiting large-bodied ants. **Oecologia**, v. 186, n.3, p. 601-610, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00442-017-4047-5>. Acesso em: 28 set. 2022.

COELHO, S.O.P.; SILVA, T.D.O. Poluição biológica por espécies exóticas na experiência jurídico-brasileira: elucidando paradoxos jurídicos sobre o deserto verde. **Direito ambiental e sociedade**, v.8, n.3, p.77-104, 2018. Disponível em: <http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/5047>. Acesso em: 02 out. 2022.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2., 2006, Montreal. **Global biodiversity outlook 2**. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD), 2006. 81 p.

CORREA, W.M.; CORREA, C.N.M. **Enfermidades infecciosas nos mamíferos domésticos**. CORREA (Ed.). Rio de Janeiro: Medsi, 1992. v.1, 843p. 2ed.

COX, G. W. **Alien Species and Evolution: The Evolutionary Ecology of Exotic Plants, Animals, Microbes, and Interacting Native Species**. COX, G. (Ed.). Washington DC: Island press, 2004. 377p. Illustrated edition.

CROSBY, A.W. **Ecological imperialism: the biological expansion of Europe, 900-1900**. CROSBY (Ed.).



Cambridge: **Cambridge University Press**, 1986. 368p. 2nd ed.

CUNHA, L.; BROWN, G.G.; STANTON, D.W.G.; SILVA, E. Soil animals and pedogenesis, the role of earthworms in anthropogenic soils. **Soil Science**, v.181, n.3, p. 110-125, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1097/SS.000000000000144>. Acesso em: 06 set. 2022.

DÁTILO, W.; CRUZ, C.P.; LUNA, P.; RATONI, B.; HINOJOSA-DIAZ, I.A.; NEVES, F.S.; LEPONCE, M.; VILLALOBOS, F.; GUEVARA, R. The impact of honeybee *Apis mellifera* on the organization of pollination networks is positively related with its integrative role throughout its geographic range. **Diversity**, v.14, n. 11, p.-, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-2818/14/11/917#>. Acesso em: 09 out. 2022.

DELABIE, J.H.C.; FEITOSA, R.M.; SERRÃO, J.E.; MARIANO, C.S.F.; MAJER, J.D. **As formigas Poneromorfos do Brasil**. ARGOLLO, R.V.A.S (Ed.). Ilhéus, BA: Editus, 2015, 477p. 1. ed.

DI CORPO, U.; VANNINI, A. Entropy and Syntropy: Causality and retrocausality in physics and life science: The vital needs model. DI CORPO (Ed.). Germany: Lap Lambert Academic Publishing, 2011, 128p. 1st. ed.

DIRZO, R.; MIRANDA, A. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. In: PRICE, P.W.; LEWINSOHN, T.M.; FERNANDES, G.W; BENSON, W.W. **Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**. PRICE, P.W.; LEWINSOHN, T.M.; FERNANDES, G.W; BENSON, W.W. (Eds.). New York: John Wiley and Sons Pub., 1991, p. 273-287. 1st. ed.

DOVRAT, G.; PEREVOLOTSKY, A.; NE'EMAN, G. Wild boars as seed dispersal agents of exotic plants from agricultural lands to conservation areas. **Journal of Arid Environments**, v. 78, p. 49-54, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.11.011>. Acesso em: 25 set. 2022.

DURIGAN, G.; PILON, N.A.L.; SOUZA, F.M.; MELO, A.C.G. Low-intensity cattle grazing is better than cattle exclusion to drive secondary savannas toward the features of native Cerrado vegetation. **Bio-Tropica**, v.54, n.3, p. 789-800, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/btp.13105>. Acesso em: 20 nov. 2020.

ELTON, C. S. **The Ecology of Invasions by Animals and Plants**. ELTON, C.S. (Ed.). New York: Springer New York, 1985. 181p. 1st. ed.

ESPÍNOLA, L.A.; JÚLIO-JUNIOR, H.F. Espécies invasoras: Conceitos, modelos e atributos. **Interciência**, v. 32, n. 9, p. 580-585, 2007. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000900004&lng=es&nrm=iso. Acesso: 22 mai. 2023.

EVANS, T.A.; FORSCHLER, B.T. & GRACE, J.K. Biology of invasive Termites: a world wide review. **Annual review of entomology**, v.58, p. 455-474, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-ent-120811-153554>. Acesso em: 30 mai. 2023.

FENG, A.Y.T.; HIMSWORTH, C.G. The secret life of the city rat: a review of the ecology of urban Norway and black rats (*Rattus norvegicus* and *Rattus rattus*). **Urban ecosystems**, v. 17, n. 1, p. 149-162, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11252-013-0305-4>. Acesso em: 10 jun. 2022.

FORTI, L.C.; RANDO, J.S.; CAMARGO, R.S.; MOREIRA, A.A.; CASTELLANI, M.A.; LEITE, S.A.; SOUSA, K.K.A.; CALDATO, N. Occurrence of leaf-cutting and grass-cutting ants of the Genus *Atta* (Hymenop-



tera: Formicidae) in geographic regions of Brazil. **Sociobiology**, v. 67, n. 4, p. 514-525, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i4.5741>. Acesso em: 14 set. 2022.

GALETTI, M.; SAZIMA, I. Impacto de cães ferais em um fragmento urbano de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. **Natureza e Conservação**. v. 4, n. 1, p. 58-63, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285742299_Impacto_de_caes_ferais_em_um_fragmento_urbano_de_Floresta_Atlantica_no_sudeste_do_Brasil. Acesso em: 10 abr. 2022.

GOMPPER, M.E. **Free-ranging dogs and wildlife conservation**. Gompper, M.E. (Ed.). Oxford: Oxford University Press, 2013. 336p. 1st. ed.

GONÇALVES, R.B.; FARIA, L.R.R. In *euglossine* we trust as ecological indicators: a reply to Añino *et al.* (2019). **Sociobiology**, v. 68, n. 1, p. 1-6, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v68i1.4610>. Acesso em: 03 jul. 2022.

GONZÁLEZ, G.; HUANG, C.Y.; ZOU, X.; RODRIGUEZ, C. Earthworm invasion in the tropics. **Biological Invasions**, v. 8, p. 1247-1256, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5429-7_6. Acesso em: 17 set. 2022.

GOULSON, D. Effects of introduced bees on native ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 34, p. 1-26, 2003. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/30033767>. Acesso em: 23 jul. 2022.

GREEN, J. S.; GIPSON, P. S. Feral dogs. In: HYGUNSTRON, S.E.; TIMM, R.M.; LARSON, G. E. **Prevention and control of wildlife damage**. LARSON, G.E. (Ed.). Lincoln: University of Nebraska, 1994. Chapter 34, p.77-81

HANDEL, S.N.; BEATTIE, A.J. Seed dispersal by ants. **Scientific American**, v. 263, n. 2, p. 76-83, 1990. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0890-76>. Acesso em: 03 set. 2022.

HEMMIG, J. **Ouro vermelho: a conquista dos índios brasileiros**. HEMMING, J. (Ed.). São Paulo: Edusp, 1995. 816p. 1.ed.

HENDRIX, P.F.; CALLAHAM JR., M.A.; DRAKE, J.M.; HUANG, C.Y.; JAMES, S.W.; SNYDER, B.A.; ZHANG, W. Pandora's box contained bait: the global problem of introduced earthworms. **Annual review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 39, p. 593-613, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173426>. Acesso em: 25 ago. 2022.

HUGHES, J.; MACDONALD, D. W. A review of the interactions between free-roaming domestic dogs and wildlife. **Biological Conservation**. v. 157, p. 341-351, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.07.005>. Acesso em: 25 ago. 2022.

HUNG, K.J.; KINGSTON, J.M.; ALBRECHT, M.; HOLWAY, D.A.; KOHN, J.R. The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 285, n. 1870, 20172140, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2140>. Acesso em: 20 jul. 2022.

ICMBIO-MMA. **Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação Federais**. Brasília, 2019. 136p.

ICMBIO-MMA. **Plano de manejo A.R.I.E. Mata de Santa Genebra**. Campinas, 2021. 181p.



JACQUOT, M.; MASSOL, F.; MURU, D.; DEREPA, B.; TIXIER, P.; DEGUINE, J. Arthropod diversity is governed by bottom-up and top-down forces in a tropical agroecosystem. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, v. 285, 106623, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106623>. Acesso em: 18 ago. 2022.

JORGE, R.S.P.; ROCHA, F.L.; MAY JR., J.A.; MORATO, R.G. Ocorrência de patógenos em carnívoros selvagens brasileiros e suas implicações para a conservação e saúde pública. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 3, p. 686-710, 2010. Disponível em: <https://revistas.ufjf.br/index.php/oa/article/view/7105>. Acesso em: 30 set. 2022.

KRISHNA, K.; GRIMALDI, D.A.; KRISHNA, V.; ENGEL, M.S. Treatise on the isoptera of the world. **Bull. Am. Mus. Nat. Hist.**, v.7, n. 377, p. 1-200, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1206/377.1>. Acesso em: 20 jul. 2022.

LACERDA, A.C.R.; TOMAS, W.M. & MARINHO-FILHO, J. Domestic dogs as an edge effect in the Brasília National Park, Brazil: interaction with native mammals. **Animal Conservation**. v. 12, n. 5, p. 477-487, 2009. Disponível em: [10.1111/j.1469-1795.2009.00277.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00277.x). Acesso em: 22 ago. 2022.

LACERDA, A.E.B. Understanding the long-term impact of Bamboos on secondary forests: A case of bamboo management in Southern Brazil. **Diversity**, v. 13, n.11, p.-, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/d13110567>. Acesso em: 16 set. 2022.

LENANCKER, P.; HOFFMANN, B.D.; TAY, W.T.; LACH, L. Strategies of the invasive tropical fire ant (*Solenopsis germinata*) to minimize inbreeding costs. **Scientific Reports**, v. 9, n. 4566, p.-, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41031-5>. Acesso em: 12 jun. 2022.

LEÃO, T.C.C.; ALMEIDA, W.R.; DECHOUM, M.S.; ZILLER, S.R. **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas**. LEÃO, T.C.C.; ALMEIDA, W.R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S.R. (Eds.). Recife: Cepan, 2011. 99p. 1.ed.

LIMA, H.S.; MARIZ, D.; COSTA, B.M.S.; VITURINO, L.F.; COUTO, G.; NAKA, L.N. Adaptation of Crested Caracaras (*Caracara Plancus*) to urban environments: First report of a nest made of human-made materials. **Journal of Raptor Research**, v. 56, n. 3, p. 365-370, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3356/JRR-22-07>. Acesso em: 20 jan. 2023.

LINHARES, B.A.; FERREIRA, L.C.L.; BUGONI, L. The foraging ecology of invasive black rats (*Rattus rattus*) differs in two nearby islands in a dry tropical archipelago in Brazil. **Biological Invasions**, v. 25, n. 4, p. 1211-1226, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10530-022-02975-4>. Acesso em: 12 fev. 2023.

LIPPENS, C.; ESTOUP, A.; HIMA, M.K.; LOISEAU, A.; TATARD, C.; DALECKY, A.; BÂ, K.; KANE, M.; DIALLO, M.; SOW, A.; NIANG, Y.; PIRY, S.; BERTHIER, K.; LEBLOIS, R.; DUPLANTIER, J.M.; BROUAT, C. Genetic structure and invasion history of the house mouse (*Mus musculus domesticus*) in Senegal, West Africa: a legacy of colonial and contemporary times. **Heredity**, v. 119, n. 2, p. 64-75, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/hdy.2017.18>. Acesso em: 11 ago. 2022.

LOPES, B.; MCEVOY, J.F.; MORATO, R.G.; LUZ, H.R.; COSTA, F.B.; BENATTI, H.R.; DIAS, T.C.; ROCHA, V.J.; RAMOS, V.N.; PIOVEZAN, U.; MONTICELLI, P.F.; NIEVAS, A.M.; PACHECO, R.C.; MORO, M.E.G.; BRASIL, J.; LEIMGRUBER, P.; LABRUNA, M.B.; FERRAZ, K.M.P.M.B. Human-modified landscapes alter home range and movement patterns of capybaras. **Journal of Mammalogy**, v. 102, n. 1, p. 319-332, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyaa144>. Acesso em: 22 dez. 2022.



MAGALHÃES, V.B.; ESPÍRITO-SANTO, N.B.; SALLES, L.F.P.; SOARES JR. H.; OLIVEIRA, P.S. Secondary seed dispersal by ants in a Neotropical cerrado savanna: species-specific effects on seeds and seedlings of *Siparuna guianensis* (Siparunaceae). **Ecological Entomology**, v. 43, p. 665-674, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/een.12640>. Acesso em: 12 set. 2022.

MANN, C.C. 1493: a descoberta do Novo Mundo que Cristóvão Colombo criou. MONTEIRO, A. (Ed.). Alfragide: Casa da Letras, 2012. 623p. 1.ed.

MÁXIMO, H.J.; FELIZATTI, H.L.; CECCATO, M.; CINTRA-SOKOLOWSKI, P.; BERETTA, A.L.R.Z. Ants as vectors of pathogenic microorganisms in a hospital in São Paulo county, Brazil. **BMC Research notes**, v. 7, n. 554, p.-, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1756-0500-7-554>. Acesso em: 15 nov. 2022.

MEGID, J.; FEIJO DE SOUZA, V.A.; TEIXEIRA, C.R.; CORTEZ, A.; AMORIN, R.L.; HEINEMMAN, M.B.; CAGNINI, D.Q.; RICHTZENHAIN, L.J. Canine Distemper Virus in a Crab-eating Fox (*Cerdocyon thous*) in Brazil: Case Report and Phylogenetic Analyses. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 45, n. 2, p. 527-530, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.7589/0090-3558-45.2.527>. Acesso em: 15 nov. 2022.

MEGID, J.; TEIXEIRA, C.R.; AMORIN, R.L.; CORTEZ, A.; HEINEMMAN, M.B.; ANTUNES, J.M.A.P.; DA COSTA, L.F.; FORNAZARI, F.; CIPRIANO, J.R.B.; CREMASCO, A.; RICHTZENHAIN, L.J. First identification of canine distemper virus in Hoary Fox (*Lycalopex vetulus*): Pathologic aspects and virus phylogeny. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 46, n. 1, p. 303-305, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.7589/0090-3558-46.1.303>. Acesso em: 15 dez. 2022.

METALLAOUI, S.; DZIRI, H.; BOUSSEHEBA, A.; HEDDAM, S.; CHENCHOUNI, H. Breeding ecology of the Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) in Guerbes-Sanhadja wetlands of Algeria. **Regional Studies in Marine Science**, v. 33, 100979. 15p, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100979>. Acesso em 12 nov. 2022.

MEYERSON, L.; MOONEY, H.A. Invasive alien species in an era of globalization. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 5, n. 4, p. 199-208, 2007. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[199:IASIAE\]2.O.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[199:IASIAE]2.O.CO;2). Acesso em: 11 set. 2022.

MODLINSKA, K.; PISULA, W. The natural history of model organisms: The Norway rat, from an obnoxious pest to a laboratory pet. **eLife**, 9:e50651, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.7554/eLife.50651>. Acesso em: 09 set. 2022.

MOHAMMEDI, A.; KOUIDRI, M.; MAHMOUDI, A.; ABABOU, A. Ecological and biological behavior of nesting colony of *Bubulcus ibis* in North-Western Algeria. **Lebanese Science Journal**, v. 21, n.1, 11p., 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22453/LSJ-021.1.001-011>. Acesso em: 15 dez. 2022.

MORALEZ-SILVA, E.; LAMA, S.N.D. Colonization of Brazil by the cattle egret (*Bubulcus ibis*) revealed by mitochondrial DNA. **NeoBiota**, v. 21, p.49-63, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/neo-biota.21.4966>. Acesso em: 16 set. 2022.

MOTTA-JÚNIOR, J.C. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do Estado de São Paulo. **Ararajuba**, v. 1, p. 65-71, 1990. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Motta-Junior-2/publication/283269982_Estrutura_trofica_e_composicao_das_avifaunas_de_tres_habitats_na_regiao_Central_do_Estado_de_Sao_Paulo/links/562fba0b08ae02b5739a1c8a/Estrutura-trofica-e-composicao-das-avifaunas-de-tres-habitats-na-regiao-Central-do-Estado-de-Sao-Paulo.pdf. Acesso em: 20 set. 2022.



MOURA, A.S.; MACHADO, F.S.; MARIANO, R.F.; LEITE, L.H.; FONTES, M.A.L. Impactos causados pela espécie invasora *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, o javali. **Natureza online**, v. 18, n. 1, p. 41-46, 2020. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/NOL20200201.pdf>. Acesso em: 13 set. 2022.

NESBITT, W. H. Ecology of a feral dog pack on a wildlife refuge. In: FOX, M.W. **The wild canids: their systematics, behavioral ecology and evolution**. FOX, M.W. (Ed.). New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1975. 1 ed. p. 391-395.

OLIVEIRA, V.B.; LINARES, A.M.; CORRÊA, G. L. C.; CHIARELLO, A. G. Predation on the black capuchin monkey *Cebus nigritus* (Primates: Cebidae) by domestic dogs *Canis lupus familiaris* (Carnivora: canidae), in the Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n.2, p. 376-378, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752008000200026>. Acesso em: 28 ago. 2022.

PAINI, D. Impact of the introduced honey bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) on native bees: A review. **Austral Ecology**, v. 29, n. 4, p. 399-407, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1442-9993.2004.01376.x>. Acesso em: 20 set. 2022.

PARSONS, K.C.; MASTER, T.L. Snowy Egret (*Egretta thula*), v.1. In: Birds of the World (A.F. Poole & F.B. Gill, Editors). **Cornell Lab of Ornithology**, Ithaca, NY, USA. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.2173/bow.snoegr.01>. Acesso em: 21 jul. 2022.

PAYNE, R.B.; BONAN, A.; KIRWAN, G.M. Common Waxbill (*Estrilda astrild*), v. 1. In: Birds of the World (J. del Hoyo, A. Elliot, J Sargatal, D.A. Christie, and E. de Juana, Editors). **Cornell Lab of Ornithology**, Ithaca, NY, USA. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2173/bow.comwax.01>. Acesso em: 21 jul. 2022.

PECORA, I.L.; MIRANDA, M.S. Salvando e aprendendo com *Megalobulimus*. **Revista Ciência em Extensão**, v. 10, n. 1, p. 72-82, 2014. Disponível em: <http://200.145.6.205/index.php/congressoextensao/8congressoextensao/paper/view/1144>. Acesso em: 20 set. 2022.

PEDROSA, F.; BERCÊ, W.; LEVI, T.; PIRES, M.; GALETTI, M. Seed dispersal effectiveness by a large-bodied invasive species in defaunated landscapes. **Biotropica**, v. 51, n. 6, p. 862-873, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/btp.12706>. Acesso em: 13 dez. 2022.

PHIFER-RIXEY, M.; NACHMAN, M.W. Insight into mammalian biology from the wild house mouse *Mus musculus*. **eLife**, v. 4, e05959, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.7554/eLife.05959>. Acesso em: 13 set. 2022.

POPAY, I.; FIELD, R. Grazing animals as weed control agents. **Weed technology**, v. 10, n. 1, p. 217-231, 1996. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/S0890037X00045942>. Acesso em: 05 dez. 2022.

PYSEK, P.; HULME, P.E.; SIMBERLOFF, D.; BACHER, S.; BLACKBURN, T.M.; CARLTON, J.T.; DAWSON, W.; ESSL, F.; FOXCROFT, L.C.; GENOVESI, P.; JESCHKE, J.M.; KUHN, I.; LIEBHOLD, A.M.; MANDRAK, N.E.; MEYERSON, L.; PAUCHARD, A.; PERGL, J.; ROY, H.E.; SEEBENS, H.; KLEUNEN, M.V.; VILÀ, M.; WINGFIELD, M.J.; RICHARDSON, D.M. Scientist's warning on invasive alien species. **Biological Reviews**, v. 95, n. 6, p. 1511-1534, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/brv.12627>. Acesso em: 02 set. 2022.

RANGEL, C. H.; NEIVA, C. H. M. B. Predação de vertebrados por cães, *Canis lupus familiaris* (Mammalia: Carnivora), no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, p.



261- 269, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v%25vi%25i.345>. Acesso em: 15 jul. 2022.

RAFAEL, J.A.; SILVA, N.M.; DIAS, R.M.N.S. Baratas (Insecta, Blattaria) sinantrópicas na cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 1, p. 173-178, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000100020>. 15 out. 2022.

ROCHA-FILHO, L.C.; KRUG, C.; SILVA, C.I.; GARÓFALO, C.A. Floral resources used by Euglossini bees (Hymenoptera: Apidae) in coastal ecosystem of the Atlantic Forest. **Psyche: A Journal of Entomology**, v. 12, p. 1-13, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2012/934951>. Acesso em: 15 jul. 2022.

ROCHA, V.J.; SEKIAMA, M.L.; GONÇALVES, D.D.; SAMPIERI, B.R.; BARBOSA, G.P.; DIAS, T.C.; ROSSI, H.R.; SOUZA, P.F.P. Capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e a presença do carrapato (*Amblyomma sculptum*) no campus da UFSCAR-Araras, São Paulo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, p.-, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v18e-44671>. Acesso em 20 jun. 2022.

RODRIGUES, B.B.; SILVA, C.C.; CASTAGANI, M.C.; RODRIGUES, B. B.; SILVA, C. C.; CASTAGANI, M. C.; SANTOS, S. S.; NARDINI, A. A.; TORRES, E. M.; NETO, L. de A.; PEIRÓ, D. F. Principais Ocorrências de fauna sinantrópica no município de Araraquara, São Paulo, de 2011 a 2014. **Revista Brasileira Multidisciplinar – ReBraM**, v. 20, n. 1, p.-, 2017. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/473>. Acesso em: 30 mai. 2022.

ROSARIO, I.; ACOSTA, B.; COLOM, M.F. Pigeons and Other birds as a reservoir for *Cryptococcus sp.* **Revista Iberoamericana de Micologia**, v. 25, n. 1, p. 8-13, 2008. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s1130-1406\(08\)70020-2](https://doi.org/10.1016/s1130-1406(08)70020-2). Acesso em: 01 mai. 2022.

ROSS, K.G.; SHOEMAKER, D.D. Estimation of the number of founders of na invasive pest insect population: the fire ant *Solenopsis invicta* in the USA. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**. v. 275, n. 1648, p. 2231-2240, 2008. Disponível em: 10.1098/rspb.2008.0412. Acesso em: 14 jun. 2022.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. ROUBIK, D.W. (Ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 526p. 1st. ed.

SAMPAIO, A.B.; SCHMIDT, I.B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 32-49, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v3i2.351>. Acesso em: 15 mai. 2022.

SCHAEFER, C.E.G.R.; HENRIQUES, R.J.; GOMES, L.P.; GORSANI, R.G.; SANTOS, M.F.S.; FERNANDES, D.P.S. Interplays between Atta ants (Formicidae: Attini), soils and environmental Properties in the Brazilian Neotropics: a preliminary assessment. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 45, p.-, e0210073, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20210073>. Acesso em: 18 ago. 2022.

SCHLINDWEIN, M.N.; RIVERA, D.N. Um indivíduo de uma espécie silvestre é mais importante do que o de uma espécie domesticada? In: FLORIT, L.F.; SAMPAIO, C.A.C.; PHILIPPI JR., A. **Ética Socioambiental**. FLORIT, L.F.; SAMPAIO, C.A.C.; PHILIPPI JR., A. Barueri, São Paulo: Manole, 2019. Chapter 17, p.396-432, 1.ed.

SCHLINDWEIN, M.N. **O meteoro bípede**: crônica sonora do silencioso massacre inconsequente da biodiversidade. MASSOLI, A. (Ed.). São Carlos: EDUFSCar, 2021. 375p. 1.ed.



SIDDIQUI, J.A.; BAMISILE, B.S.; KHAN, M.M.; ISLAM, W.; HAFEEZ, M.; BODLAH, I.; XU, Y. Impact of invasive ant species on native fauna across similar habitats under global environmental changes. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 39, p. 54362-54382, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15961-5>. Acesso em: 06 jun. 2022.

SILVA-RODRÍGUEZ, E.A.; SIEVING, K.E. Influence of Care of Domestic Carnivores on Their Predation on Vertebrates. **Conservation Biology**. v. 25, n.4, p. 808-815, 2011. Disponível em: 10.1111/j.1523-1739.2011.01690.x. Acesso em: 21 ago. 2022.

SOLLAI, G.; SOLARI, P. An overview of "Insect Biodiversity". **Diversity**, v. 14, n. 2, p. 134, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/d14020134>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SRBEK-ARAÚJO, A.C.; CHIARELLO, A. G. Cães-domésticos em remanescentes de Mata Atlântica no sudeste do Brasil: padrões de entrada e de ocupação obtidos a partir de armadilhas fotográficas. **Brazilian Journal of Biology**. v. 68, n. 4, p. 771-779, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000400011>. Acesso em: 23 ago. 2022.

CARVALHO, S.; ROAT, T.; PEREIRA, A.M.; SILVA-ZACARIN, E.; NOCELLI, R.C.F.; CARVALHO, C.; MALASPINA, O. Losses of Brazilian bees: an overview of factors that may affect these pollinators. Hazards Of Pesticides To Bees: **11th International Symposium Of The Icp-pr Bee Protection Group**. Berlin: Julius Kuhn-inst., v. 437, p.159-166, 2012. Disponível em: https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00082454. Acesso em: 28 ago. 2022.

STUKENHOLTZ, E.E.; HAILU, T.A.; CHILDERS, S.; LEATHERWOOD, C.; EVANS, L.; ROULAIN, D.; TOWNSLEY, D.; TREIDER, M.; PLAT II, R.N.; RAY, D.A.; ZAK, J.C.; STEVENS, R.D. Ecology of feral pigeons: population monitoring, resource selection, and management practices. Wildlife population monitoring. **Intech open**, 2019. Disponível em: DOI: 10.5772/intechopen.84612. Acesso em: 13 set. 2022.

SUNG, S.; KWON, Y.; LEE, D.K.; CHO, Y. Predicting the potential distribution of na invasive species, *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae), under climate change using species distribution models. **Entomological research**, v. 48, n. 6, p. 505-513, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1748-5967.12325>. Acesso em: 13 jul. 2022.

TALAMONI, S.; MOTTA JÚNIOR, J.; DIAS, M. Fauna de mamíferos da Estação Ecológica de Jataí e da Estação Experimental de Luiz Antônio. In: **Estudos Integrados em Ecossistemas. Estação Ecológica de Jataí**. SANTOS, J.; PIRES, J. (Ed.). São Carlos: Rima Editora, 2000, v. 1, p. 317-329. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283268356_Fauna_de_mamiferos_da_Estacao_Ecologica_de_Jatai_e_Estacao_Experimental_de_Luiz_Antonio. Acesso em: 22 ago. 2022.

TEODORO, T.G.W.; LIMA, P.A.; STEHLING, P.C.; OLIVEIRA JR., I.M.; VARASCHIN, M.S.; WOUTERS, F.; WOUTERS, A.T.B. Sarcoptic mange (*Sarcoptes scabiei*) in wild canids (*Cerdocyon thous*). **Pesquisa Veterinária Brasileira – Brazilian Journal of Veterinary Research**. v. 38, n. 7, p. 1444-1448, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5700>. Acesso em: 01 set. 2022.

TOHIRAN, K.A.; NOBILLY, F.; ZULKFLI, R.; MAXWELL, T.; MOSLIM, R.; AZHAR, B. Targeted cattle grazing as an alternative to herbicides for controlling weeds in bird-friendly oil palm plantations. **Agronomy for sustainable development**, v. 37, n. 62, p.-, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0471-5>. Acesso em: 13 jul. 2022.



TRAVAINI, A.; DONAZAR, J.A.; CEBALLOS, O.; HIRALDO, F. Food habits of the Crested Caracara (*Caracara plancus*) in the Andean Patagonia: the role of breeding constraints. **Journal of Arid Environments**, v. 48, n. 2, p. 211-219, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/jare.2000.0745>. Acesso em: 18 set. 2022.

VASCONCELOS, R.H.; TEIXEIRA, R.S.C.; DA SILVA, I.N.G.; LOPES, E.S.; MACIEL, W.C. Feral pigeons (*Columba livia*) as potential reservoirs of *Salmonella* sp. and *Escherichia coli*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 85, p. 1-6, e0412017, 2018. Disponível em: DOI: 10.1590/1808-1657000412017. Acesso em 19 set. 2022.

VENETTE, R.C.; HUTCHISON, W.D. Invasive insect species: global challenges, strategies and opportunities. **Frontiers in insect Science**, v. 1, p.-, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fin-sc.2021.650520>. Acesso em 13 ago. 2022.

VIDAL, M.C.; MURPHY, S.M. Bottom-up vs. Top-down effects on terrestrial insect herbivores: a meta-analysis. **Ecology Letters**, v. 21, n. 1, p. 138-150, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ele.12874>. Acesso em: 18 out. 2022.

VILELA, A. L. O.; LAMIM-GUEDES, V. Cães domésticos em Unidades de Conservação: Impactos e controle. **HOLOS Environment**, v. 14, n. 2. p. 198-210, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/holos.v14i2.8192>. Acesso em: 22 jul. 2022.

WILSON, E. **Biodiversidade**. WILSON, E. O (Ed.). São Paulo: Nova Fronteira, 1997. 24 p. 1.ed.

WILSON, E.O. Early ant plagues in the New World. **Nature**, v. 433, n. 7021, p.32, 2005. Disponível em: 10.1038/433032a. Acesso em 20 set. 2022.

YOUNG, J. K.; OLSON, K. A.; READING, R. P.; AMGALANBAATAR, S. & BERGER, J. Is wildlife going to the dogs? Impacts of feral and free-roaming dogs on wildlife populations. **BioScience** v. 61, n. 2, p. 125-132. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.2.7>. Acesso em: 14 ago. 2022.

ZELIKOVA, T.J.; BREED, M.D. Effects of habitat disturbance on ant Community composition and seed dispersal by ants in a tropical dry forest in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v. 24, n. 3, p. 309-316, 2008. Disponível em: 10.1017/S0266467408004999. Acesso em 30 set. 2022.

ZHOU, J.; DENG, Y.; ZHANG, P.; XUE, K.; LIANG, Y.; NOSTRAND, J.D.V.; YANG, Y.; HE, Z.; WU, L.; STAHL, D.A.; HAZEN, T.C.; TIEDJE, J.M.; ARKIN, A.P. Stochasticity, succession, and environmental perturbations in a fluidic ecosystem. **Proceedings of the National Academy of Sciences – Biological sciences**, v. 111, n. 9, p. 836-845, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1324044111>. Acesso em: 28 ago. 2022.

ZILLER, S. R.; ZALBA, S. M. Propostas de ação para a prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, p. 8-15, 2007. Disponível em: https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/822757/mod_resource/content/1/Ziller%20-%20Zalba%202%20-%20Natureza%20e%20Conservacao%202007%20Portugu%C3%A9s.pdf. Acesso em: 20 ago. 2022.

ZORZENON, F.J. Noções sobre as principais pragas urbanas. **Biológico**. São Paulo, v. 64, n. 2, p. 231-234, 2002. Disponível em: http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v64_2/zorzenon.pdf. Acesso em: 30 ago. 2022.



Efeito do uso da rochagem associada a plantas de cobertura nos caracteres agrônômicos do trigo

Jandrei Matheus Stein*; Edleusa Pereira Seidel**; Tiago Rafael Kunz*; Luane Laise Oliveira Ribeiro***; Monica Carolina Sustakowski****

*Engenheiro Agrônomo. Universidade Estadual do Oeste do Paraná

**Professora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus Marechal Cândido Rondon/PR.

***Doutora em Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus Marechal Cândido Rondon/PR.

****Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus Marechal Cândido Rondon/PR.

*Autor para correspondência e-mail: luanelaiseifpa@hotmail.com

Palavras-chave

Adubação Verde
Componentes Agrônômicos
Rochagem

Keywords

Green Manuring
Agronomic Components
Rockage

Resumo: O estudo de fontes alternativas de adubação mais sustentáveis é uma necessidade, principalmente para a cultura do trigo e devido sua grande importância, sobre as características agrônômicas do trigo. O delineamento foi o inteiramente ao acaso em esquema fatorial (3x2) + 2 tratamentos adicionais distribuídos em quatro repetições. O primeiro fator consistiu em três adubos verdes: *Urochloa riziensis*, *Clotalária juncea* e Nabo forrageiro; o segundo fator foi a ausência ou presença de pó de rocha (8 ton ha⁻¹); os tratamentos adicionais foram: adubação de formulado (NPK) na dose de 300 kg ha⁻¹ e ausência de adubação (testemunha absoluta). Foi avaliado os componentes agrônômicos do trigo como diâmetro de caule, altura de plantas, volume de raiz, matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes. A presença das plantas de cobertura e ausência do pó de rocha influenciaram a matéria seca do trigo, proporcionando incrementos significativos. As características agrônômicas foram semelhantes no tratamento que recebeu NPK e a testemunha.

Effect of the use of rocking associated with cover plants on the agronomic characters of wheat

Abstract: The study of more sustainable alternative sources of fertilizer is a necessity, especially for wheat cultivation and due to its great importance, on the agronomic characteristics of wheat. The design was completely randomized in a factorial scheme (3x2) + 2 additional treatments distributed in four replications. The first factor consisted of three green manures: *Urochloa riziensis*, *Clotalária juncea* and Forage turnip; the second factor was the absence or presence of rock dust (8 ton ha⁻¹); the additional treatments were: formulated fertilizer (NPK) at a dose of 300 kg ha⁻¹ and absence of fertilizer (absolute control). The agronomic components of wheat were evaluated, such as stem diameter, plant height, root volume, shoot dry matter and root dry matter. The presence of cover crops and the absence of rock dust influenced the dry matter of wheat, providing significant increases. The agronomic characteristics were similar in the treatment that received NPK and the control.

Recebido em: 10/09/2023
Aprovação final em: 01/12/2023

Introdução

A cultura do trigo é uma das culturas mais importantes e cultivadas no mundo, sendo superado, em produção, apenas pelo milho. No Brasil, a região mais produtora é a região Sul e Centro Sul, sendo que, o maior estado produtor do grão é o Paraná (CONAB, 2022). Nas condições climáticas da região sul do Brasil, devido ao outono e inverno frios, a cultura se adapta com facilidade sendo cultivado como cultura de sucessão principalmente com a soja, que é uma cultura de verão (CAMARGO, 2004).

No sistema de produção de qualquer cultura, as condições de solo são preponderantes para se alcançar um bom desempenho produtivo. Nos Latossolos as ações intemperes acarretam redução da CTC, provocado pela perda das bases do solo influenciando na redução do pH e comprometimento de sua fertilidade. A necessidade de correção do pH com maior frequência estimula a reposição dos nutrientes, utilizando como fonte em sua maioria os fertilizantes químicos solúveis (SANTOS *et al.*, 2018). Com situações globais, o preço dos fertilizantes elevado na atualidade, estimula muitos produtores a buscarem fontes alternativas para rebaixar os custos de produção.

A utilização de pó de rocha é uma técnica antiga para a manutenção da fertilidade do solo. A utilização do pó de rocha de origem basáltica tem se tornado uma alternativa na restauração da fertilidade natural dos solos, tendo os nutrientes liberados lentamente conforme ocorre o intemperismo da rocha aplicada ao solo (THEODORO; LEONARDOS, 2011).

No âmbito da sustentabilidade, a utilização de forma alternativa dos recursos naturais através do uso de plantas de cobertura que pode contribuir no favorecimento do intemperismo das rochas, a partir da dissolução dos nutrientes e liberação para o sistema, pode promover melhorias da fertilidade do solo com o fornecimento dos nutrientes fundamentais para o bom desenvolvimento da cultura de interesse (CARVALHO, 2013).

Diante disso, devido a disponibilidade local de pó de rocha no Oeste paranaense e o grande potencial produtivo no cultivo do trigo, a utilização de pó de rocha na agricultura associado a plantas de cobertura pode ser uma alternativa sustentável para melhorias do sistema produtivo, contribuindo para incrementos de fertilidade e o bom desenvolvimento das culturas subsequentes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do pó de rocha basáltica associado a plantas de cobertura, sobre as características agrônômicas do trigo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na Estação Experimental de Cultivo Protegido e Controle Biológico "Prof. Dr. Mário César Lopes" da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon/PR, a partir de fevereiro de 2022. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é o mesotérmico subtropical úmido (Cfa), com verões quentes, com temperaturas médias acima de 22°C e invernos com temperaturas médias e inferiores a 18°C e uma precipitação média anual de 1600 a 1800 milímetros (CAVIGLIONE *et al.*, 2000). Antes da instalação do experimento, foram feitas análise química com resultados para pH (CaCl₂): 5,5; P: 19,5 mg dm⁻³; K: 0,8 cmol_c dm⁻³; Ca: 4,0 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,8 cmol_c dm⁻³; H +Al: 3,72 cmol_c dm⁻³; SB: 6,62 cmol_c dm⁻³; CTC: 10,34 cmol_c dm⁻³; V %: 64,0; MO: 18,4 g dm⁻³; e análise granulométrica do sol, obtendo os seguintes valores: Argila: 64,3 %; Areia: 12,5%; Silte: 23,2%.

Segundo o Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná, os valores das características químicas do solo observadas são classificados como muito altos para o P (>12 mg dm⁻³) e para o K (>0,45 cmol_c dm⁻³), altos para o Ca (2,1-6,0 cmol_c dm⁻³) e para o Mg (1,1-2,0 cmol_c dm⁻³) e muito baixo para o Al (<0,3 cmol_c dm⁻³), segundo análise química de solo coletada anterior a instalação do experimento. E de acordo com Santos *et al.*, 2018, o solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (LVef), de textura muito argilosa.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com estrutura de ferro galvanizado com teto em forma de arco, de dimensões 7 x 30 m e 3,5 m de pé direito, com teto revestido com filme de polietileno de baixa densidade (150 µ de espessura) e laterais protegidas com tela branca com 30% de sombreamento.

O delineamento do experimento foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (3x2)



+2 com quatro repetições. O primeiro fator consistiu em três espécies de plantas de cobertura (*Urochloa riziensis*, *Clotalária juncea* e Nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.)), enquanto o segundo fator foi constituído pela ausência ou presença de pó de rocha basáltica na dose de 8 ton ha⁻¹. Já os tratamentos adicionais consistiram na utilização de adubação química a base de formulado 15-15-15 (N-P₂O₅-K₂O) na dose de 300 kg ha⁻¹ e a testemunha sem nenhuma forma de adubação.

O solo utilizado no experimento foi peneirado com auxílio de uma peneira vertical com malha de 2 cm, sendo na sequência adicionado o pó de rocha na dose de 8 ton ha⁻¹ com granulometria de 0,3 mm previamente peneirado, calculado em função do volume solo contido em 1 ha, sendo essa quantia o equivalente a 2 milhões de quilos, totalizando uma dose de 0,032 kg adicionada para cada vaso do delineamento, sendo misturado com auxílio de uma betoneira elétrica de movimento rotativo. Após formar uma mistura homogênea, o solo foi transferido para vasos de polietileno com capacidade para 8 litros, de tal modo a compor uma massa de 8 Kg de solo por vaso. Para os tratamentos adicionais foi utilizado apenas o solo peneirado.

A composição química do pó de basalto utilizado em forma de óxidos analisados em massa (%) foi de 51,2% SiO₂; 2,5% TiO₂; 12,7% Al₂O₃; 14,2% Fe₂O₃; 0,21% MnO; 9,7% CaO; 2,6% Na₂O; 1,0% K₂O; 0,4% P₂O₅.

Os vasos devidamente identificados foram saturados com água e sorteados conforme o delineamento e alocados sobre uma bancada de ripado suspensa a um metro do solo sob sistema de irrigação por aspersão, tendo sua ativação duas vezes ao dia durante com tempo de rega de 15 minutos.

As plantas de cobertura foram semeadas no dia 18 de fevereiro de 2022 de forma manual em uma profundidade média de 0,5 cm. Após uma semana da emergência das plantas, foi realizado o desbaste permitindo um estande de 10 plantas por vaso. Após 60 dias, foi realizado o corte da parte aérea das plantas de cobertura e depositadas sobre o solo para produção de palhada até a semeadura da cultura do trigo.

No dia 6 de maio de 2022, foi realizada a semeadura do trigo utilizando a cultivar Tbio Toruk de forma manual em uma profundidade de 1 cm. Para o tratamento com adubação NPK, utilizou-se o formulado 15-15-15 na dose de 300 kg ha⁻¹ levando em consideração o teor de fósforo do solo, conforme o Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná (SBCS/NEPAR, 2019). O fertilizante químico foi diluído em um volume de água de 10 ml, sendo a quantia do formulado utilizado em cada vaso de 0,0012 kg, calculado para o volume de solo utilizado. Quando as plantas emergiram após uma semana da semeadura, foi realizado o desbaste mantendo um estande de 10 plantas por vaso.

Após 18 dias da emergência, quando as plantas de trigo se apresentavam no início do perfilhamento, foi realizada adubação nitrogenada de cobertura com ureia na dose de 120 kg ha⁻¹ de N visando obter melhor desenvolvimento e produção da cultura conforme descrito no Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná (SBCS/NEPAR, 2019).

Quando as plantas atingiram o estágio de florescimento no mês de julho, deu-se início às avaliações das características agrônômicas da cultura, utilizando todas as plantas do vaso e aplicando uma média aritmética para obtenção dos valores finais.

Para altura de plantas e comprimento de espiga, utilizou-se uma régua escalada em centímetros, sendo a altura de plantas medida a partir do nível do solo até o ápice da espiga sem considerar as aristas. Já o comprimento de espiga foi medido da base até o ápice da espiga desconsiderando as aristas.

Para o diâmetro de colmo, utilizou-se um paquímetro digital graduado em milímetros, realizando a leitura há uma distância de 2 cm do solo do vaso. O número de perfilhos foi contabilizado considerando apenas os produtivos.

Após a determinação das dimensões das plantas, foi realizado o corte rente ao solo, alocando as plantas em sacos de papel Kraft para serem secas em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C até atingirem massa constante, estimando a massa seca de plantas.

Foi definido o volume de raiz por diferença de volume de água em proveta graduada, após a imer-



são em um volume conhecido. Após a determinação do volume de raiz, as raízes foram acomodadas em sacos de papel Kraft e secas em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C até atingirem massa constante, determinando a massa seca de raiz.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância considerando um nível de significância de 5% para o teste F. Quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

De acordo com resultados da análise de variância para as características agrônômicas do trigo, houve interação para o número de perfilhos, altura de plantas, comprimento de espiga, diâmetro de colmo e massa seca de plantas (Tabela 1).

Constatou-se que houve efeito para a interação entre plantas de cobertura e pó de rocha apenas para a variável massa seca de planta. As plantas de cobertura diferiram apenas para o diâmetro de colmo. Já a comparação entre o tratamento fatorial com o adicional apresentou diferença para as características de altura de plantas, número de perfilhos, comprimento da espiga, diâmetro de colmo e massa seca de plantas (Tabela 1).

Para a interação entre plantas de cobertura e pó de rocha, apenas a massa seca de planta apresentou significância, enquanto as demais características não apresentaram diferença significativa para o uso de pó de rocha assim como das plantas de cobertura (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo a análise de variância para as características agrônômicas da cultura do trigo em função do tratamento fatorial de plantas de cobertura e pó de rocha com o tratamento adicional.

F.V.	G.L	Nº de perfilho	Altura (cm)	Comprimento de espiga (cm)	Diâmetro de colmo (mm)
Tratamentos Fatorial	7 (5)	0,294239**	276,907642**	3,241579**	0,4022*
Plantas de cobertura	2	0,288617 ^{ns}	105,780912 ^{ns}	1,309117 ^{ns}	0,0890467*
Pó de rocha	1	0,00015 ^{ns}	265,60107 ^{ns}	1,157204 ^{ns}	0,036037 ^{ns}
Plantas * Pó	2	0,07745 ^{ns}	374,52818 ^{ns}	1,871217 ^{ns}	0,02015 ^{ns}
Adicional	1	0,241513 ^{ns}	10,511113 ^{ns}	0,446512 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Fat * Adicional	1	0,085876**	701,623134**	14,726667**	0,988126**
Erro	31	0,119724	98,034547	0,603254	0,038626
CV(%)		13,53	16,62	9,8	5,69

F.V.	G.L	M.S de raiz (g)	V. de Raiz (ml)	M.S de planta (g)
Tratamentos Fatorial	7 (5)	11,31067 ^{ns}	262,60268 ^{ns}	117,426429**
Plantas de cobertura	2	13,712917 ^{ns}	51,041667 ^{ns}	77,83625 ^{ns}
Pó de rocha	1	2,041667 ^{ns}	176,04167 ^{ns}	63,700417 ^{ns}
Plantas * Pó	2	15,16917 ^{ns}	394,79167 ^{ns}	36,782917**
Adicional	1	17,70125 ^{ns}	760,5 ^{ns}	159,31125 ^{ns}
Fat * Adicional	1	1,680104 ^{ns}	10,010417 ^{ns}	369,735**
Erro	31	10,681146	250,28125	25,802292
CV(%)		22,83	21,66	25,98

Fonte: elaborados pelos autores, 2023.



Dentre as características agrônômicas do trigo, houve diferença para as plantas de cobertura antecedente com incremento apenas para o diâmetro de colmo, sendo que o manejo com braquiária promoveu maior diâmetro de colmo quando comparado com os demais tratamentos (Tabela 2). Essa condição pode estar relacionada com a capacidade da braquiária ser um ótimo estruturador de solo devido ao seu sistema radicular fasciculado, favorecendo o desenvolvimento radicular do trigo e melhoria na absorção de água e nutrientes, estando ligado com o aumento do diâmetro de colmo. O aumento do diâmetro de colmo está relacionado com a capacidade de armazenamento dos sólidos solúveis, fazendo parte da estrutura da planta e ao potencial produtivo (ZAGO, 1991).

Tabela 2 - Plantas de Cobertura com interação do fator pó de rocha para as características agrônômicas da cultura do trigo.

Tratamentos	Diâmetro de colmo (mm)	de Altura (cm)	V. Raiz (ml)	MS. Raiz (g)	Nº Perfilho	C. Espiga (cm)
<i>U. brizantha</i>	3,80 a	54,03 ^{ns}	71,25 ^{ns}	15,69 ^{ns}	2,59 ^{ns}	7,09 ^{ns}
Crotalária	3,66 a	55,6	75,62	13,56	2,52	7,62
Nabo	3,17 b	60,97	71,25	13,3	2,23	7,88
Com pó	3,59 ^{ns}	53,54 ^{ns}	70 ^{ns}	13,89 ^{ns}	2,45 ^{ns}	7,31 ^{ns}
Sem pó	3,51	60,19	75,41	14,47	2,45	7,75

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ^{ns}: Não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

Para a massa seca de plantas de trigo, o manejo com nabo forrageiro proporcionou maiores incrementos de massa seca do trigo (18,27 g), sendo estatisticamente igual ao contatado na crotalária (17,32 g) e superior a *U. brizantha* (Tabela 3). Essa característica pode estar relacionada com a disponibilidade de potássio foliar, o qual também foi superior na mesma condição. Apesar do potássio não participar de compostos estruturais nas plantas, esse nutriente desempenha importante papel em vários processos bioquímicos e fisiológicos das plantas. O potássio também pode influenciar a utilização de nitrogênio pelas culturas, o qual estimula incrementos de matéria seca pelos vegetais (XU; TSAI; TSAI, 1992). Conciliado com a adubação nitrogenada realizada na cultura do trigo, foi um fator importante para que houvesse acúmulos de MS.

Tabela 3 - Valores médios de massa seca de plantas de trigo para a interação entre plantas de cobertura e pó de rocha.

	Massa seca Com pó	Massa seca Sem pó
<i>U. brizantha</i>	12,27Bb	16,72Ab
Crotalária	17,32Ba	24,15Aa
Nabo	18,27Aa	16,77Ab

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna para as plantas e maiúsculas na linha para o pó de rocha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

Os teores de matéria seca do trigo sem a utilização de pó de rocha também foram similares ao observado para o teor de potássio no solo, onde o manejo com crotalária promoveu maiores incrementos de massa seca, devido a maior disponibilidade de potássio.

Dentre as plantas de cobertura, o nabo na presença e ausência de pó de rocha não diferiu



estatisticamente. Já a braquiária e a crotalária foram superiores na ausência de pó de rocha, o qual comprova a dificuldade de liberação dos nutrientes como o potássio, equivalendo os resultados com o obtido na análise de solo.

A comparação entre os tratamentos fatoriais com os adicionais não apresentou diferença entre si para as características volume de raiz e massa seca de raiz, as demais variáveis foram significativas (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios para as características agrônômicas do trigo em relação a comparação entre os tratamentos fatoriais e os tratamentos adicionais, assim como entre os fatores adicionais de NPK e testemunha.

Tratamento	Diâmetro de colmo (mm)		Nº perfilho		Altura (cm)		Comprimento de espiga (cm)	
Fatorial x adicional	3,55A	3,15B	2,45B	2,87A	56,86B	67,68A	7,53B	9,09A
NPK x Testemunha	3,10A	3,20A	3,05A	2,7A	68,82A	66,53A	9,33A	8,86A
	V. Raiz (ml)		MS. Raiz (g)		MS. Plantas (g)			
Fatorial x adicional	72,7A	74A	14,18A	14,71A	17,58B		25,43A	
NPK x Testemunha	83,75A	64,25A	16,20A	13,22A	29,9A		29,97A	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: elaborados pelos autores, 2023

O número de perfilhos, altura de plantas, comprimento de espiga e massa seca de plantas foi superior no tratamento adicional quando comparado com o tratamento fatorial. Essa condição está relacionada com a disponibilidade do nutriente no solo, tendo em vista que houve utilização de uma fonte solúvel. Apesar da utilização de uma fonte solúvel, não houve diferença significativa para nenhuma característica agrônômica quando comparado a testemunha sem adubação. Esse fato pode ser explicado devido a presença de nutrientes em níveis elevados na análise inicial, o qual disponibilizou de acordo com a necessidade de desenvolvimento da cultura.

O diâmetro de colmo apresentou valores superiores para o tratamento fatorial, demonstrando que a utilização de plantas de cobertura contribuiu para essa característica. Para a utilização de fertilizante e a testemunha, não houve diferença significativa para essa característica.

O volume de raiz e a massa seca de raiz não diferiram estatisticamente, não sofrendo influência do tratamento para as suas características.

Conclusão

A presença das plantas de cobertura e ausência do pó de rocha influenciaram a matéria seca do trigo, proporcionando incrementos significativos.

As características agrônômicas foram semelhantes no tratamento que recebeu NPK e a testemunha.

Agradecimentos

Ao Grupo de Estudos em Solos e Agroecologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon-PR (GESA/UNIOESTE/MCR/PR) e a todos que contribuíram para realização deste trabalho.



Referências

- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná. Londrina**. Paraná: Instituto Agrônômico do Paraná, 2000.
- CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA-FILHO, A. W. P.; SALOMON, M. V. Temperature and pH of the nutrient solution on wheat primary root growth. **Science Agriculture**, Piracicaba, v.61, p.313-318, 2004.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Análise mensal. Trigo: abril de 2022. Brasília-DF.
- CARVALHO, A. M. X. de. Rochagem: um novo desafio para o manejo sustentável da fertilidade do solo. In: SILVA, J. C. da.; SILVA, A. A. S.; ASSIS, R. T. de. Sustentabilidade e inovações no campo. Uberlândia: Composer, p.117-132, 2013.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, p.109-112, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yyWQQVwqNcH6kzf9qT9Jdhv/>. Acesso em: 22 de jan. de 2020.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAUJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa, DF, 2018.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-NEPAR-SBCS, 2019. 289p. 2. ed.
- THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. Rochagem: uma questão de soberania nacional. In: **Anais... XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA**, 2011, Gramado. Anais em destaque, Gramado, 2011.
- XU, Q. F.; TSAI, C.E.; TSAI, C.Y. Interaction of potassium with the form and amount of nitrogen nutrition on growth and nitrogen uptake of maize. **Journal of Plant Nutrition**, v.15, p.23-33, 1992. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904169209364299>. Acesso em: 25 de jan. de 2020.
- ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: **Anais... SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS**, 4, 1991, Piracicaba. Anais, Piracicaba: Fealq, 1991. p.169-217.



Pesquisa de opinião sobre o consumo de própolis antes e durante a pandemia de COVID-19

Marta Regina Verruma-Bernardi*; Julio Maganha Gouvêa**; Paula Porrelli Moreira da Silva***; Gustavo Candido Jacobassi****; Thiago Antonio Moretti de Andrade*****

*Professora do Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de São Carlos.

**Graduando em Medicina, Faculdade São Leopoldo Mandic (Araras, São Paulo, Brasil).

***Universidade de São Paulo, ESALQ (Piracicaba, Brasil), Eng. Agrônoma, PhD. Ciência e Tecnologia de Alimentos.

****Aluno do curso de Engenharia Agrônoma - Universidade Federal de São Carlos (Araras, São Paulo, Brasil).

*****São Leopoldo Mandic (Araras, São Paulo, Brasil).

*Autor para correspondência e-mail: verruma@ufscar.br

Palavras-chave

Extrato De Própolis
Covid-19
Saúde Humana

Keywords

Propolis extract
Consumer
Human health

Resumo: A doença do coronavírus (COVID-19) é uma severa infecção viral que ataca as vias respiratórias e debilita o sistema imunológico. A combinação entre alopáticas com produtos naturais que possuem bioativos e flavonoides foi uma das iniciativas do sistema de saúde no combate da doença. A própolis, produzida pelas abelhas e com diversas origens botânicas é um dos produtos mais utilizados pelas pessoas quando estão doentes. Devido a ocorrência de uma pandemia mundial, os hábitos de consumo de própolis podem ter mudado, devido a importância do produto no Brasil. O objetivo deste estudo é realizar uma pesquisa exploratória para comparação do cenário pré e pós pandemia Covid-19 sobre o consumo de própolis. Realizou-se uma coleta de dados por meio do método Survey, a partir de um questionário composto por 17 questões e 227 respondentes. Os dados foram exportados a uma planilha Excel e realizadas análises de distribuição das variáveis qualitativas e quantitativas de cada pergunta. Os respondentes eram 64,3% mulheres e 35,7% homens, faixa etária predominante entre 20 e 29 anos, público heterogêneo em relação à escolaridade e renda, sendo que 86,4% dos participantes eram do estado de São Paulo. Cerca de 81% participantes utilizam a própolis quando estão doentes, principalmente para a dor de garganta (23,9%). Outras razões para o consumo da própolis foram: COVID-19, gripe e resfriado, imunidade e sinusite. Cerca de 21,1% dos participantes aumentaram o consumo de extrato de própolis durante a pandemia. Conclui-se que a própolis continua sendo bastante consumida, principalmente para controlar doenças

Opinion Reseach about propolis consum before and during the COVID-19 pandemic

Abstract: The coronavirus disease (Covid-19) is a several viral infection, who attacks the respiratory tract and weakens the immunologic system. The combination between allopathies and natural products with bioactives and flavonoids was one of the health system's initiatives in disease combat. The propolis, produced by bees and with botanic origin diversers, it's one of the most used products for people when they are sick. Beause the occurrence of a mundial pandemic, the propolis consum habits could be changed, for the product importance in Brazil. Aiming a quantitative and qualitative research to pre and pos pandemic canary comparasion, took place a data collect through the Survey method, from a questionary with 17 questions and 227 respondents. The data were exported to an Excel spreadsheet, where a distribution analysis of the qualitative and quantitative variables of each selected question took place. It was found that 64.3% women and 35.7% men, predominantly aged between 20 and 29 years, heterogeneous public in terms of education and income, and 86.4% of the participants were from the state of São Paulo. About 185 (81.49%) of the 227 participants, 185 (81.49%) use propolis when they are sick, mainly for sore throat (23.9%). Other reasons for consuming propolis were: COVID-19, flu and cold, immunity and sinusitis. About 21.1% of participants increased their consumption of propolis extract during the pandemic.

Recebido em: 06/10/2023

Aprovação final em: 10/12/2023



Introdução

A doença do Coronavírus 2019, definida como a sigla COVID-19, se apresenta como uma infecção viral de alta severidade respiratória e com grande capacidade de contágio (GOYAL; GOYAL, 2020). Devido à urgência de tratamento, acerca de uma doença recentemente originária globalmente, foram receitados diversos antibióticos e remédios que acarretam alto risco para a saúde dos pacientes, através de seus efeitos colaterais (ALI; HENDAWY, 2021).

A partir da demanda de respostas à infecção e, procurando-se a elevação da imunidade dos pacientes e da população em geral, iniciou-se uma procura por agentes naturais que possuíssem bioativos com o potencial de suprimir a deficiência de imunidade ao COVID-19 e, conseqüentemente, prevenir as complicações causadas pela doença (ALI; KUNUGI, 2021).

Na busca por esses produtos, destaca-se a própolis, que é definida pelo MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento) como um produto derivado da produção apícola, oriundo de substâncias resinosas, balsâmicas e comosas, é composta de resinas, cera, pólen, óleos essenciais, além de outros produtos balsâmicos (BRASIL, 2001).

Os efeitos terapêuticos da própolis são conhecidos pela humanidade há séculos. Suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, cicatrizantes, entre outras, fazem dela um dos produtos apícolas mais valorizados no mercado internacional atualmente. No que diz respeito aos tipos de própolis, a variedade verde é a mais estudada e amplamente aceita no mercado internacional, sendo considerada um antibiótico natural (VIDAL, 2021).

A própolis possui diversas funcionalidades, tais como a redução da proteinúria em pacientes com doença renal crônica (SILVEIRA *et al.*, 2019), e cicatrização tecidual em pré-diabéticos (MUJICA *et al.*, 2019). Outros estudos demonstraram a função antioxidante da própolis verde em pacientes com diabetes tipo 2 (ZHAO *et al.*, 2016).

A atividade antiviral do extrato de própolis foi testada principalmente em testes *in vitro*, portanto, ainda é necessário realizar estudos mais aprofundados acerca de suas funções de imunomodulação e sinergismo com medicamentos já utilizados (RIPARI *et al.*, 2021).

Há tempos utilizada como fundamento da medicina alternativa, a própolis tem sido objeto de estudo e consumo em diversos países, incluindo o Brasil, onde é amplamente difundida. Aqui, é comercializada em forma de extratos, sprays e soluções, disponíveis em todo o território nacional (RAMOS; MIRANDA, 2007).

O objetivo deste estudo foi realizar uma pesquisa exploratória para comparação do cenário pré e pós pandemia de Covid-19 sobre as motivações e frequências do consumo de própolis.

Material e Métodos

Para a coleta de dados foi utilizado o método Survey, e foi considerado a população como infinita, realizando-se uma amostragem não probabilística por conveniência. A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário online, aplicado por meio da ferramenta Google Forms, aplicativo de gerenciamento de pesquisas que transmite os resultados do questionário automaticamente para uma planilha. O projeto foi aprovado pelo CEP, CAAE: 48014621.0.0000.5504.

O questionário foi disponibilizado entre agosto de 2021 e janeiro de 2022, por um link divulgado nos principais meios de comunicação eletrônicos e redes sociais brasileiros, podendo ser compartilhado para mais usuários pelos próprios participantes. A pesquisa não teve limitações geográficas, ou seja, indivíduos de qualquer parte do Brasil ou do mundo puderam participar e responder ao questionário.

O roteiro de perguntas do questionário foi elaborado com base em ideias geradas pela Matriz Certezas, Suposições e Dúvidas (Matriz CSD) acerca do tema da pesquisa. O item Certezas corresponde a 'o que já se sabe a respeito?'; Suposições refere-se às 'possibilidades ou o que se acredita saber?' e Dúvidas refere-se às 'quais perguntas podem ser realizadas?'. Essa ferramenta é utilizada na inicialização de projetos, e é uma alternativa rápida e eficiente para o debate e entendimentos do tema (ECHOS, 2020). As ideias geradas nos itens Suposições e Dúvidas foram as quais necessitavam de maior entendimento e, por isso, constavam no questionário.

Dessa forma, o questionário *online* foi composto por 17 questões de caráter obrigatório, sendo



14 fechadas, ou seja, com alternativas pré-definidas, e três mistas, isto é, que possuem um item aberto dentre outros predefinidos. Ao final do questionário, uma questão, aberta e de caráter não obrigatório, foi proposta para permitir que os participantes deixem comentários relacionados ao tema da pesquisa, como elogios, críticas, sugestões ou dúvidas (Figura 1).

Os dados foram exportados para uma planilha do Excel, onde ocorreu uma análise de distribuição das variáveis qualitativas e quantitativas de cada pergunta selecionada no questionário de pesquisa.

Figura 1 - Formulário online sobre o perfil e hábitos de consumo de própolis.

1. Gênero? _____

2. Qual a sua faixa etária?
 Até 20 anos 20 a 25 anos 25 a 30 anos 30 a 35 anos 35 a 40 anos 40 a 45 anos
 45 a 50 anos 50 a 55 anos 55 a 60 anos 60 a 65 anos 66 a 69 anos 70 anos ou mais

3. Renda familiar mensal
 De R\$ 813,56 a R\$ 1.805,90 De R\$ 1.805,91 a R\$ 3.042,46 De R\$ 3.042,47 a R\$ 5.449,59
 De R\$ 5.449,60 a R\$ 10.427,73 De R\$ 10.427,74 a R\$ 22.716,98 A partir de R\$ 22.716,99

4. Nível de escolaridade
 Ensino Fundamental Incompleto Ensino Fundamental cursando Ensino Fundamental Completo Ensino médio incompleto Ensino médio cursando Ensino médio completo Graduação incompleta Graduação cursando Graduação completa Pós-graduação incompleta Pós-graduação cursando Pós-graduação completa

5. Em qual estado você mora? _____

6. Você consome extrato de própolis? Sim Não

7. Por que você consome ou não consome própolis?
 Anti-inflamatório COVID-19 Dor de garganta Enxaqueca Gripe e resfriado Imunidade Sinusite Não consumo Outros

8. Você costuma consumir própolis quando está doente? Por exemplo: gripes, resfriados, herpes ou outras? Sim Não

9. De que forma você consome própolis?
 Extrato (sprays ou gotas) Balas Snacks Não consumo

10. Qual é a frequência que você consome própolis?
 Diariamente Semanalmente Mensalmente Raramente Não consumo Outros

11. Há quanto tempo você consome própolis (extrato ou produtos que o contenham)?
 Não consumo esses produtos Há mais de 5 anos Recentemente, após a pandemia de COVID-19

12. Se você é consumidor de própolis, durante a pandemia de COVID-19 você aumentou seu consumo?
 Sim Manteve Diminuiu Não consumo

13. Você consegue indicar qual é a quantidade de própolis (extrato - gotas, mL, colheres ou balas/snacks unidades) que você costuma consumir? _____

14. Existem alguns tipos de própolis que são comercializadas, qual é o tipo que você costuma consumir?
 Verde Marrom Vermelha Abelha sem ferrão Não consumo Não sei dizer

15. Ao utilizar a própolis, extrato ou outro produto, qual é a sua sensação?
 Alívio Refrescância Gosto alcoólico Outros

16. Você conhece os benefícios que a própolis pode trazer para a sua saúde se consumida com frequência? Sim Não

17. Você acredita que o consumo de própolis frequente poderá auxiliar na cura de determinadas doenças?
 Sim, para covid-19 Sim, para doenças respiratórias Sim, para doenças cardíacas Não Não sei opinar

Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

Resultados e Discussão

Durante 5 meses, em que o questionário ficou disponível *on-line*, foram obtidas 227 respostas. Deste total, 64,3% dos participantes pertenciam ao gênero feminino e 35,7% ao gênero masculino e a faixa etária predominante na amostra foi de 20 a 29 anos.

A renda familiar apresentada pelos participantes foi: 7% entre R\$ 813,56 a 1.805,90; 16,7% R\$ 1.805,91 a 3.042,46; 20,3% R\$ 3.042,47 a 5.449,59; 29,5% R\$ 5.449,60 a 10.427,73; 18,9% R\$ 10.427,74 a 22.716,98 e a partir de R\$ 22.716,99, 7,5%.

Quanto ao nível de escolaridade, 39,3% dos participantes estavam cursando ou tinham Pós-



graduação; 56% estavam cursando ou tinham Graduação completa e 4,7% com Ensino Médio ou Fundamental.

A maior adesão ao questionário foi no estado de São Paulo (86,8%), seguido por Minas Gerais (4,8%). Respondentes de outros estados estiveram presentes, como Maranhão (2,2%), Rio de Janeiro (1,3%), além de Bahia, Acre, Distrito Federal, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Roraima, que possuíram um nível de participação abaixo de 1% cada.

Dos 227 participantes, 185 (81,49%) utilizam a própolis quando estão doentes. Quando questionados acerca das razões pelas quais consomem própolis, foi possível observar várias opções de respostas, no entanto, 42 participantes (18,5%) não faziam o uso do extrato. Os motivos pelos quais os participantes utilizam a própolis se subdividem em: anti-inflamatório; COVID-19; dor de garganta; gripe e resfriado; imunidade; sinusite e outros (motivos específicos de alguns participantes) (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados dos objetivos do uso da própolis elencados pelos participantes desta pesquisa.

Objetivos do uso	n.	%
Anti-inflamatório	65	13,9
COVID-19	28	6,0
Dor de garganta	112	23,9
Gripe e resfriado	98	20,9
Imunidade	100	21,4
Sinusite	17	3,6
Outros	4	0,9
Não consumo	44	9,4
Total	468	100,0

Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

Segundo Peter *et al.* (2017), a própolis, principalmente produzida por abelhas melíferas, possui propriedades terapêuticas como ação antibacteriana, antiviral, anti-inflamatória, além de cicatrizante, podendo ser empregada em situações nas quais seus efeitos causam algum benefício ao consumidor.

Quanto ao consumo de própolis (Tabela 2), o maior consumo é em gotas, seguido de em colheres e *spray*. O extrato de própolis tem sido utilizado como medicamento e está disponível em várias formas de consumo, desde cápsulas, enxaguante bucal, em forma de pó, até o extrato etanólico, consumido em gotas.

Quanto aos tipos de própolis que são comercializadas e consumidos pelos respondentes, 72 indivíduos (31,7%) costumam consumir a própolis verde, 64 (28,2%) a marrom, 17 (7,5%) de abelhas sem ferrão e 3 (1,3%) da vermelha. Além disso, 35 (15,4%) não consomem e 74 (32,6%) não souberam dizer.

A depender da origem da alimentação da espécie produtora da própolis, as propriedades do produto natural mudam, uma vez que a composição de flavonoides, aromas e sentidos são heterogêneos (NASCIMENTO *et al.*, 2008).

De acordo com diversos autores, cada tipo de própolis se destaca por uma propriedade de ação diferente. A própolis verde, utilizada por cerca de 31,7% da população do conjunto de dados analisado, é marcada com propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras (GAO *et al.*, 2014); anticonceptiva (BATISTA *et al.*, 2015) e anti-influenza (Shimizu *et al.*, 2008).

Já a própolis marrom, consumida por aproximadamente 28,2% da população amostrada, é marcada principalmente pela propriedade antiviral (FERNANDES *et al.*, 2015). Além da própolis vermelha –



1,3% da população amostrada – que apresenta principalmente propriedade antiparasitária (OMAR *et al.*, 2016).

Os dados referentes a própolis produzida por abelhas sem ferrão possuem uma distribuição aleatória entre os tipos de própolis citados, uma vez que a origem animal modifica a composição dos componentes químicos e biológicos da própolis.

Tabela 2 - Quantidade e frequência de própolis utilizada (extrato - gotas, mL, colheres ou balas/*snacks* unidades) pelos respondentes.

Quantidade	n.	%	Quantidade	n.	%
2 a 10 gotas	53	23,3	1/2 conta gotas	1	0,4
15 a 30 gotas	40	17,6	1/3 do conta-gotas	1	0,4
1-2 colheres	15	6,6	1 a 3 balas	7	3,1
1 a 5 mL	4	1,8	1-5 mL	2	0,9
10-30 mL	3	1,3	20 mL	1	0,4
Spray - 2 jatos quando uso	14	6,2	400 mg	1	0,4
Spray - 1-4 vezes	10	4,4	25 mg	1	0,4
Spray - menos de 3 mL	1	0,4	3 a 4 frasco no ano	1	0,4
2 sprays ao ano	1	0,4	Apenas doente	1	0,4
1 conta-gotas cheio	1	0,4	Não consome	33	14,5
2 conta-gotas cheio	1	0,4	Não sabe	35	15,4

Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

A maioria dos respondentes (40,1%) indicou que sente alívio ao utilizar a própolis, sendo o extrato ou produto que o contenha. Outros respondentes afirmaram que sentem teor refrescante e gosto alcoólico, correspondendo a 30,8% e 29,1% do total, respectivamente. Além desses termos, foram citados como sensações advindas do consumo de própolis: sabor forte ou ruim (3,2%), enjoo (7%), gosto amargo (2%), ardência (3,6%), nenhuma sensação (2%). Alguns respondentes relataram que se sentem bem ao consumir esse produto, uma vez que o relacionam com a saúde.

Nesse sentido, 69,2% dos respondentes indicaram que conhecem os benefícios que a própolis pode trazer para a sua saúde se consumida com frequência. Inclusive, ao serem questionados sobre quais doenças acreditam que a própolis poderia auxiliar na cura, 53,7% da população amostral concorda que esse produto pode curar doenças respiratórias, incluindo a COVID-19 (11% dos respondentes). No entanto, 44% dos respondentes indicaram que não acreditam nessa afirmação (8,8%) ou não sabem opinar (35,2%). A minoria (2,2%) respondeu que a própolis auxilia na cura de doenças cardíacas.

Em relação a forma que o extrato de própolis é consumido, 83,3% das pessoas da amostra utilizam a forma de extrato de própolis (spray ou gotas), 2,2% consomem balas e 0,4% utilizam *snacks* com o produto em sua composição. Dessa amostra, 13,7% relataram não consumir própolis. Além disso, acerca do tempo de uso do extrato de própolis, 67,8% dos respondentes consomem há mais de 5 anos, enquanto que 15% começaram a consumir recentemente, após o início da pandemia da COVID-19.

Dos 227 participantes, em relação a quantidade utilizada de própolis após a pandemia da



COVID-19, 51,1% deles relataram que mantiveram a quantidade de produtos com o extrato de própolis que consumiam, enquanto que 21,1% aumentaram e 5,7% dos participantes diminuíram o consumo do produto. O restante da amostra não consome o produto.

Quanto à frequência de consumo do produto, 34,8% das pessoas raramente consomem o produto, 20,3% consomem semanalmente, 19,4% diariamente e 6,2% mensalmente, e 0,9% consomem o produto quando sentem necessidade. Finalmente, 4,4% consomem por outros motivos pessoais.

Os benefícios do consumo de própolis para combater ou minimizar os sintomas da Covid-19 foram confirmados por Matoso e Matoso (2021) por meio de pesquisas realizadas em Unidades Básicas de Saúde (UBS) durante a pandemia. Foram feitas prescrições de extrato de própolis como parte do tratamento terapêutico, combinadas com abordagens médicas convencionais. O estudo também observou que pacientes que consumiam extrato de própolis regularmente por mais de um mês, com uma ingestão mínima de 30 gotas por dia, manifestaram apenas sintomas leves da doença.

Conclusão

A pesquisa revelou que a maioria dos participantes, sendo 64,3% mulheres e 35,7% homens, a maioria jovens de São Paulo com educação universitária, usam própolis principalmente para aliviar dores de garganta, sendo que 81,49% já a utilizavam antes da pandemia, com 21,1% aumentando o consumo durante esse período. Conclui-se, portanto, que a própolis continua sendo bastante consumida, principalmente para controlar doenças do trato respiratório, e o seu consumo aumentou após a pandemia do Covid-19.

Referências

- ALI, A.M.; HENDAWY, A.O. Vitamin K. Involvement in COVID-19 and possible benefits of vitamin K antagonists (VKA). *Aging Clinical and Experimental Research*. 2021.
- ALI, A.M.; KUNUGI, H. Hypoproteinemia predicts disease severity and mortality in COVID-19: A call for action. *Dianostic Phatology*, v.16, n.31, 2021. <https://doi.org/10.1186/s13000-021-01092-5>.
- BATISTA, E.; TRINDADE, H. BATISTA, M. Efeito antinociceptivo da própolis oriunda de duas vegetações distintas. *Seminário de Ciências Biológicas e Saúde*, v.36, n.23, p.23-50, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA). Regulamento técnico de identidade e qualidade de extrato de própolis. Instrução Normativa nº 03, de 19 de janeiro de 2001. *Diário Oficial*, Brasília, n.56, p.55-56, 2001. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=23/01/2001&jornal=1&pagina=50&totalArquivos=56>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- ECHOS. *Escola de design thinking. O que é a Matriz CSD e quando usá-la? 2020*. Disponível em: <https://escoladesignthinking.echos.cc/blog/2020/08/matriz-csd/> Acesso em: 28 de abril de 2022.
- FERNANDES, M. H. V. *et al.* Effect of water extract from brown propolis on production of IFN- γ after immunization against canine parvovirus (CPV) and canine coronavirus (CCOV). *Brazilian Animal Science*, v.16, n.2, p.235-242, 2015.
- GAO, W. *et al.* Brazilian green propolis improves immune function in aged mice. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, v.55, n.13, p.7-10, 2014.
- GOYAL, B.; GOYAL, D. Targeting the dimerization of the main protease of Coronaviruses: A Potential broad-spectrum therapeutic strategy. *ACS Combat Science*, v.22, n.6, p.297-305, 2020.



MATOSO, L. M. L.; MATOSO, M. B. L. Extrato de própolis no combate ao COVID-19: um relato de experiência em nível da atenção básica em saúde. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v.25, n.1, p. 85-94, 2021.

MUJICA, V.; ORREGO, R.; FUENTEALBA, R.; LEIVA, E.; HERNANDEZ, J.Z. Propolis as an adjuvant in the healing of human diabetic foot wounds receiving care in the diagnostic and treatment Centre from the Regional Hospital of Talca. *Journal of Diabetes Research*, [S. L.], p. 1-11. 2019. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jdr/2019/2507578/#abstract>. Acesso em: 24 abr. 2021.

NASCIMENTO, E. A.; CHANG, R.; MORAIS, S. A. L.; PILÓ-VELOSO, D.; REIS, D. C. Um marcador químico de fácil detecção para a própolis de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.18, n.3, p.379-386, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbfar/v18n3/a12v18n3.pdf>> Acesso em: 08 de março de 2021.

OMAR, R. M. K. *et al.* Chemical characterisation of Nigerian red propolis and its biological activity against *Trypanosoma brucei*. *Phytochemical Analysis*, v.27, p.107-115, 2016.

PETER, C. M.; PICOLI, T.; ZANI, J. L.; LATOSINSKI, G. S.; LIMA, M.; VARGAS, G. D.; HÜBNER, S. O.; FISCHER, G. Antiviral and virucidal activity of hydroalcoholic extracts of propolis brown, green and jataí bees (*Tetragonisca angustula*) against bovine herpesvirus type-1 (BoHV-1) and bovine viral diarrhoea virus (BVDV). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.37, n.7, p.667-675, 2017.

RAMOS, A.; MIRANDA, J. Propolis: A review of its anti-inflammatory and healing actions. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, v. 13, v.4, p.697-710, 2007.

RIPARI, N. Propolis antiviral and immunomodulatory activity: a review and perspectives for COVID-19 treatment. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, [S. l.], p.281-299. 2021. <https://doi.org/10.1093/jpp/rgaa067>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jpp/article/73/3/281/6131336>. Acesso em: 24 abr. 2023.

SHIMIZU, T. *et al.* Anti-influenza virus activity of propolis in vitro and its efficacy against influenza infection in mice. *Antiviral Chemistry & Chemotherapy*, v.19, n.11, p.7-13, 2008.

SILVEIRA, M.A.D.; TELES, F.; BARRETTA, A.A.; SANCHES, T.R.; RODRIGUES, C.E.; SEGURO, A.C.; ANDRADE, L. Effects of Brazilian green propolis on proteinuria and renal function in patients with chronic kidney disease: a randomized, double-blind, placebo controlled trial. *BMC Nephrology*, [S. l.], p.1-12, 2019. DOI: 10.1186/s12882-019-1337-7. Disponível em: <https://bmcnephrol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12882-019-1337-7#citeas>. Acesso em: 24 abr. 2023.

VIDAL, F. Potencial da produção de própolis no Nordeste. *Caderno Setorial ETENE*, v. 6, n.153, 2021.



Produção de polímeros compósitos à base de Celulose bacteriana/Laponita organofuncionalizados com (3-aminopropil)trimetóxisilano visando aplicações médicas e farmacêuticas

Jhonatan Miguel Silva*; Nayara Carolina Nunes*; Vera Regina Leopoldo Constantino**; Hernane da Silva Barud**

* Professora e Pesquisadora do Departamento de Farmácia, Universidade de Brasília.

** Doutora em Patologia Molecular e mestre em Ciências e Tecnologias em Saúde pela Universidade de Brasília.

*** Centro Universitário UniLS.

*Autor para correspondência e-mail: jhonatanmiguelssilva@gmail.com; hernane.barud@gmail.com

Palavras-chave

Celulose
Laponita
Funcionalização
Curativos
Liberação de fármacos

Keywords

Bacterial cellulose
Laponite
Functionalization
Dressings
Drug release

Resumo: Em comparação com os curativos tradicionais, as membranas de celulose bacteriana (CB) apresentam características interessantes no tratamento de lesões cutâneas como: o alívio imediato da dor, a manutenção da umidade local, a ação como barreira física de proteção, e a adsorção de exsudatos durante a fase inflamatória; contudo, não possuem propriedade antibacteriana intrínseca. Já em sistema de liberação de fármacos, a CB apresenta um modelo de liberação rápida do princípio ativo ("burst release") que possui efeitos negativos, podendo ser farmacologicamente perigosos. Este trabalho teve como objetivo a obtenção de compósitos à base de CB e a argila Laponita organofuncionalizados com grupos amino do (3-Aminopropil) trimetoxissilano (APTS) para o desenvolvimento de um novo material que sirva como precursor de curativos multifuncionais com ação antibacteriana e sistema de liberação controlada de fármacos. Espectro de FTIR indica bandas referentes aos grupos -NH₂ e Si-O, da estrutura do silano e da argila na amostra CB, APTS-CB, APTS-CB/Lap 15, 30 e 50%. DRX mostrou mudanças nos picos característicos da CB provocados pelo APTS. MEV indica estrutura superficial em forma de fibras nanométricas, com diâmetro médio de 59,8 (±14,0), 59,8 (±26,2), 69,7 (±26,5) e 75,6 (±18,3), para as amostras CB, APTS-CB, APTS-CB/Lap 15, 30 e 50%, respectivamente. Observa-se redução na estabilidade térmica de APTS-CB em relação a CB, mas melhorada pela presença de Laponita. Espectros de FT-Raman indicam a interação do silano com CB. Redução na permeação ao vapor de água (PVA) é observada com a presença crescente de Laponita. Dados indicam o potencial destes polímeros para aplicação como curativos ou para liberação de fármacos.

Production of composite polymers based on bacterial cellulose/Laponite organofunctionalized with (3-aminopropyl)trimethoxysilane for medical and pharmaceutical applications

Abstract: Compared to traditional dressings, bacterial cellulose (BC) membranes have interesting characteristics in the treatment of skin lesions such as: immediate pain relief, maintenance of local humidity, action as a protective physical barrier, and adsorption of exudates during the inflammatory phase; however, they do not have intrinsic antibacterial properties. As for drug release systems, BC presents a model of rapid release of the active ingredient ("burst release") which has negative effects and can be pharmacologically dangerous. The aim of this work was to obtain composites based on BC and Laponite clay organofunctionalized with amino groups from (3-Aminopropyl)trimethoxysilane (APTS) in order to develop a new material that can serve as a precursor to multifunctional dressings with antibacterial action and a controlled drug release system. FTIR spectra show bands referring to the -NH₂ and Si-O groups of the silane and clay structure in the BC, APTS-BC, APTS-BC/Lap 15, 30 and 50% samples. XRD showed changes in the characteristic peaks of CB caused by APTS. SEM indicates a surface structure in the form of nanometric fibers, with an average diameter of 59.8 (±14.0), 59.8 (±26.2), 69.7 (±26.5) and 75.6 (±18.3), for the BC, APTS-BC, APTS-BC/Lap 15, 30 and 50% samples, respectively. There was a reduction in the thermal stability of APTS-BC compared to BC, but this was improved by the presence of Laponite. FT-Raman spectra indicate the interaction of silane with BC. Reduction in water vapor permeation (PVA) is observed with increasing presence of Laponite. Data indicate the potential of these polymers for application as dressings or for drug release.

Recebido em: 12/09/2023

Aprovação final em: 15/12/2023

Introdução

A celulose bacteriana (CB) é um polímero formado por nanocelulose com estruturas tridimensionais em forma de rede. Comparada com a celulose vegetal, a CB apresenta propriedades bastante distintas como: elevada pureza, alto grau de polimerização (até 8000), alta cristalinidade (70-80%), alta estabilidade mecânica, elevada biocompatibilidade (BARUD *et al.*, 2013, 2012; ESA; TASIRIN; RAHMAN, 2014; HORUE *et al.*, 2023; HU *et al.*, 2014; OLIVEIRA BARUD *et al.*, 2015) "ISSN": "19994923"; "abstract": "Bacterial cellulose (BC. Por isso, a CB tem sido bastante utilizada em diversas aplicações na área biomédica, incluindo produção de pele e vasos sanguíneos artificiais, matriz de suporte para proteínas, micro-organismos e culturas de células, curativo para lesões na pele, liberação modificada de fármacos, entre outras (BARUD *et al.*, 2013, 2012; CHANTEREAU *et al.*, 2019; ESA; TASIRIN; RAHMAN, 2014; FADEL *et al.*, 2017; HORUE *et al.*, 2023; HU *et al.*, 2014; KLEMM *et al.*, 2005; OLIVEIRA BARUD *et al.*, 2015; QIU; NETRAVALI, 2014b).

Em comparação com os curativos tradicionais, as membranas de CB apresentam características interessantes no tratamento de lesões cutâneas como: o alívio imediato da dor, a manutenção da umidade local o que evita a formação de crostas, a ação como barreira física de proteção que diminui a taxa de contaminação externa, a adsorção de exsudatos durante a fase inflamatória, entre outras características que aceleram o processo de cura e encurtam o tempo de tratamento da lesão (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE CIÊNCIA, 2018; HSU *et al.*, 2022; MUANGMAN *et al.*, 2011; ULLAH *et al.*, 2016) medical gauze does not adequately protect complex and hard-to-heal diabetic wounds and is likely to permit bacterial entry and infections. Therefore, it is necessary to develop novel dressings to promote wound healing in diabetic patients. Komagataeibacter intermedius was used to produce unmodified bacterial cellulose, which is rarely applied directly to diabetic wounds. The produced cellulose was evaluated for wound recovery rate, level of inflammation, epidermal histopathology, and antimicrobial activities in treated wounds. Diabetic mice's wounds treated with bacterial cellulose healed 1.63 times faster than those treated with gauze; the values for the skin indicators in bacterial cellulose treated wounds were more significant than those treated with gauze. Bacterial cellulose was more effective than gauze in promoting tissue proliferation with more complete epidermal layers and the formation of compact collagen in the histological examination. Moreover, wounds treated with bacterial cellulose alone had less water and glucose content than those treated with gauze; this led to an increase of 6.82 times in antimicrobial protection, lower levels of TNF- α and IL-6 (39.6% and 83.2%. Entretanto, membranas pristinas de CB são limitadas por não possuírem ação antibacteriana, servindo apenas de barreira contra micro-organismos (OLIVEIRA BARUD *et al.*, 2015) infrared spectroscopy (FT-IR. Contudo, a liberação de fármacos ou partículas com propriedades antibacterianas pode ser uma rota capaz de contornar tal limitação.

Já como sistema de liberação de fármacos, devido ao livre movimento de gases e solventes pela membrana de CB, o material segue um modelo de liberação rápida do princípio ativo ("burst release") que, apesar de ser utilizada em certas estratégias de administração de fármacos, possui efeitos negativos, podendo ser farmacologicamente perigosos (BADSHAH *et al.*, 2018; HUANG; BRAZEL, 2001; MENEGUIN *et al.*, 2021).

A modificação superficial de materiais utilizando organossilanos já é uma rota bastante conhecida na literatura para a obtenção de compósitos com propriedades específicas de interesse (FERNANDES *et al.*, 2013; HETTEGGER *et al.*, 2015; HORUE *et al.*, 2023; LUCIA *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2017). No trabalho de Fernandes *et al.* (FERNANDES *et al.*, 2013), a CB foi quimicamente modificada por (3-aminopropil)trimetoxissilano (APTS), que possui um grupo nitrogenado, a fim de conferir propriedades antibacterianas semelhantes às da quitosana. Observou-se que o material obtido possui a ação antibacteriana contra *S. aureus* e *E. coli* e não demonstrou ser tóxico para células-tronco mesenquimais derivadas de tecido adiposo humano (ADSCs).

Além disso, uma estratégia para modificar o perfil de liberação da CB é a obtenção de nanocompósitos utilizando matrizes inorgânicas, como a argila sintética Laponita, as quais desempenham papéis importantes no controle da liberação de fármacos, uma vez que podem modificar a estrutura dos filmes de BC e influenciar em características como o seu intumescimento,



por dificultar a passagem de solvente e vapores através da membrana e pela interação direta com o fármaco, através das cargas superficiais (QIU; NETRAVALI, 2014a).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é o desenvolvimento de um novo material a base de CB/Laponita funcionalizados com APTS, que sirva como precursor de curativo multifuncionais com ação antibacteriana e sistema de liberação controlada de fármacos no tratamento de feridas cutâneas.

Material e Métodos

Membranas de celulose bacteriana (CB) foram fornecidas pela empresa Seven Biotecnologia e obtidas pelo micro-organismo *Komagataeibacter xylinus* em meio de cultura Hestrin-Scharamm (HS). Para a produção do compósito CB/Lap, utilizou-se Laponita XLG (Lap), obtido da empresa Buntech, dispersa em água deionizada. 3-Aminopropiltrimetóxisilano (APTS) foi obtido pela Sigma-Aldrich.

Métodos

Obtenção dos compósitos CB/Lap

Foram obtidos compósitos de CB com Lap em diferentes proporções de massa de argila em relação à massa seca da CB (-15, 30 e 50% m/m). Calculou-se inicialmente o teor de massa seca das membranas de CB com o auxílio de uma balança com aquecimento; o procedimento foi realizado em triplicata.

Quantidades adequadas de Laponita foram dispersas em 3 mL de água deionizada sob agitação mecânica por 240 min até a total dispersão da argila.

Os compósitos foram obtidos utilizando membranas úmidas de CB de 10 x 10 cm que foram parcialmente desidratadas por compressão, com o auxílio de papel filtro, e mantidas em contato, por ambos os lados, com as dispersões de Laponita até a total absorção do volume de suspensão. Para caracterização físico-química, parte dos filmes foram secos em placas de Petri de polietileno à temperatura ambiente por 3 dias, e denominados como CB/Lap 15, 30 e 50%.

Funcionalização dos compósitos com APTS

Semelhante ao trabalho de Fernandes *et al.* (FERNANDES *et al.*, 2013), os compósitos foram funcionalizados submergindo as membranas de CB carregadas com Laponita em soluções contendo 10 mL de 3-aminopropiltrimetoxisilano (APTS) em 100 mL de acetona, sob agitação mecânica a 25°C por 6 h. Os materiais foram lavados com acetona e água, secos em temperatura ambiente para posterior caracterização físico-química. Os compósitos foram denominados de APTS-CB e APTS-CB/Lap 15, 30 e 50%.

Caracterizações

Microscopias eletrônicas de varredura (MEV) foram obtidas da superfície e corte transversal das amostras em um microscópio eletrônico de varredura da marca JEOL, modelo JSM-7500F, com software de operação PC-SEM v 2,1,0,3, equipado com detectores de elétrons secundário, retro espalhados e análise química (energy dispersive spectroscopy - EDS) da marca Thermo Scientific, modelo Ultra Dry.

Os difratogramas de raios-X (DRX) foram obtidos em um equipamento Rigaku, modelo MiniFlex II Desktop operando em 40 kV e 30 mA (1200 W), empregando radiação filtrada Cu K α ($\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$), entre (2 θ) 2-60° com a taxa de 2°/min.

Utilizou-se o método de Segal (FRENCH, 2020; SEGAL *et al.*, 1959) para calcular a cristalinidade relativas (CrI) dos materiais obtidos utilizando a seguinte equação:



$$CrI = \frac{I_{110} - I_{am}}{I_{110}} \times 100$$

Onde, I_{am} (2 $\theta = 18^\circ$) refere-se à intensidade do vale da dispersão amorfa e I_{110} (2 $\theta = 22.9^\circ$) refere-se ao pico do plano cristalino da CB.

Os espectros vibracionais no infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) foram obtidos VERTEX 70 em equipamento Brukeras, na região de 4000 a 400 cm^{-1} , por meio de reflexão total atenuada (cristal de diamante).

Os espectros Raman foram obtidos em equipamento Bruker Multiram FT-Raman com um detector de diodo Ge resfriado a nitrogênio e laser Nd/YAG de comprimento de onda 1064 nm. Os dados foram coletados em uma faixa de 4000 a 100 cm^{-1} , resolução de 2 cm^{-1} e 256 varreduras. A potência do laser foi ajustada de acordo com a amostra, variando de 50 a 200 mW.

Curvas TG foram obtidas em equipamento da TA Instruments modelo SDT Q600, entre 25-800 °C, utilizando cadinho de alumina, com razão de aquecimento de 10 °C/min, em fluxo de ar sintético de 100 mL/min. Nos testes de permeabilidade ao vapor de água, utilizou-se seções circulares dos filmes fixados no topo de frascos de vidro contendo 10 mL de água (gradiente de 100% de umidade relativa a 25°C). O conjunto foi pesado e armazenado em um dessecador contendo sílica gel (0% de umidade relativa). As mudanças de massa do frasco foram traçadas em função do tempo (0, 24, 48, 72 e 96 h).

Posteriormente, o valor de permeabilidade ao vapor de água, (PVA em $\text{g}\cdot\text{mm}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}$) foi calculado utilizando a Equação 1 (GENNADIOS *et al.*, 1994).

$$PVA = PVTRc \times L \cdot \Delta p \quad (1)$$

Onde: L é a espessura do filme, Δp é a diferença de pressão parcial de vapor de água em todo o filme.

Resultados e discussões

As amostras CB e os materiais organofuncionalizados, denominadas APTS-CB, APTS-CB/Lap 15, 30 e 50%, foram avaliadas quanto sua estrutura superficial por MEV. As imagens de microscopia eletrônica de varredura podem ser observadas na Figura 1.

As imagens de MEV mostram que os materiais obtidos apresentam estrutura superficial em forma de fibras nanométricas, com diâmetro médio de 59,8 ($\pm 14,0$), 59,8 ($\pm 26,2$), 69,7 ($\pm 26,5$) e 75,6 ($\pm 18,3$), para as amostras CB, APTS-CB, APTS-CB/Lap 15, 30 e 50%, respectivamente. Nota-se uma superfície rugosa nos materiais contendo Laponita (Fig.1-c,d,e) e presença de grânulos superficiais, que estavam ausentes nos filmes CB e APTS-CB. Conforme ocorre o aumento do teor de argila na amostra, é possível notar superfícies mais granulosas e a aparente oclusão de poros superficiais.

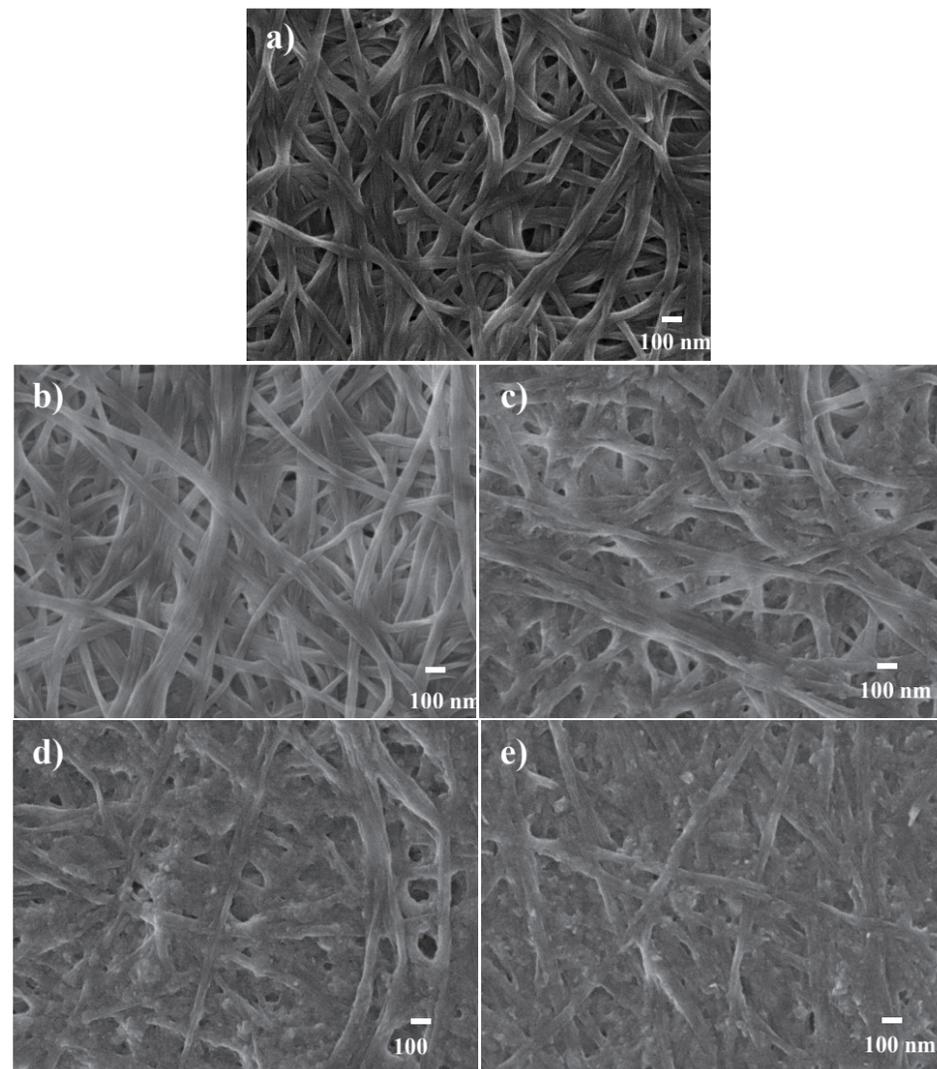
Imagens MEV obtidas por Perotti *et al.* (PEROTTI *et al.*, 2011), para compósitos à base de CB e Laponita, mostraram materiais com estrutura de fibras nanométricas de CB e compósitos contendo partículas de Laponita recobrimo as fibras e agregados da argila a partir de 5%, semelhante ao observado neste trabalho. Domenegueti *et al.* (DOMENEGUETTI *et al.*, 2023), que obteve também compósitos de CB e Laponita, mas por uma rota *in situ*, com fibras em escala nanométrica e agregados de argila na superfície dos filmes.

Meneguín *et al.* (MENEGUÍN *et al.*, 2021) "ISSN": "18790003", "PMID": "34371050", "abstract": "The incorporation of drugs in nanocomposites can be considered a potential strategy for controlled drug release. In this study, a nanocomposite based on bacterial cellulose and the palygorskite clay (BC/PLG, obteve compósitos à base de Celulose Bacteriana e Palygoskita, com a mesma estrutura fibrosa em escala nanométrica, com diâmetro variando entre 30 e 75 nm, valores compatíveis ao encon-



trado no presente trabalho. Silva *et al.* (SILVA *et al.*, 2019), obteve nanofibras de celulose vegetal e Laponita, em que o aumento do teor de argila na amostra provocou também um aumento no diâmetro das fibras em comparação com o polímero isolado, indicando assim que a argila pode estar na superfície das fibras, semelhante ao observado no presente trabalho.

Figura 1 – Imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) da superfície dos materiais CB (a), APTS-CB (b), APTS-CB/Lap 15% (c), APTS-CB/Lap 30%(d) e APTS-CB/Lap 50% (e), com aproximação de 50.000 vezes. Número de fibras avaliadas em relação ao diâmetro: 50.



Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

Em relação à interferência da silanização, Fernandes *et al.* (FERNANDES *et al.*, 2013) obtendo membranas de CB funcionalizadas com grupos $-NH_2$, observou um aumento no diâmetro das fibras em decorrência da formação de pontes Si-O-Si, efeito não foi observado neste trabalho.

A presença de grânulos na superfície das fibras é um indicio de deposição da argila Laponita. Uma vez que nos filmes contendo apenas APTS-CB não foi possível verificar tais estruturas, conclui-se que não houve um efeito de agregação do silano durante a etapa de funcionalização dos materiais.

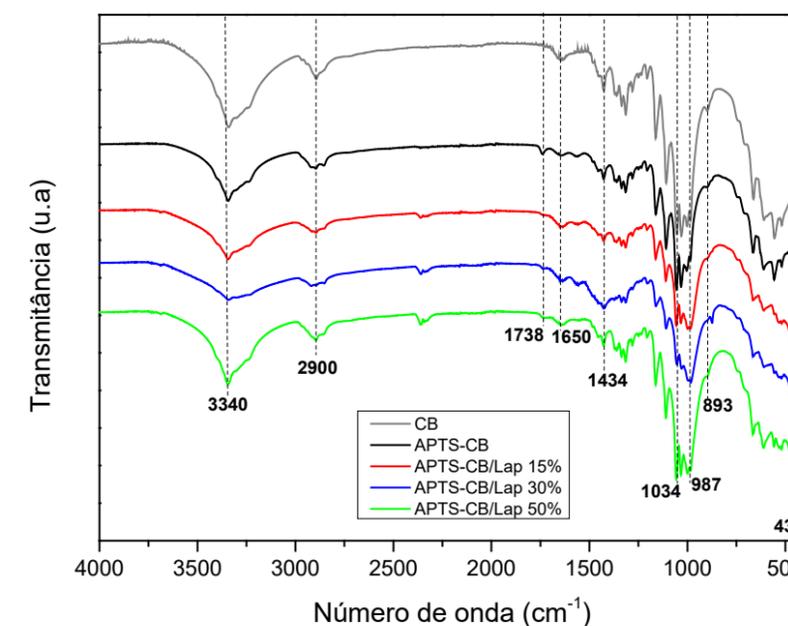
Espectros de FTIR (Figura 2), apresenta bandas em 3340 e 1650 cm^{-1} , referentes ao estiramento e



deformação angular da ligação O-H, em 2900 e 1434 cm^{-1} atribuídas ao estiramento e deformação angular de grupos de $-CH_2$, respectivamente. As bandas em 1034 e 893 cm^{-1} podem ser atribuídas aos grupos C-O-C da ligação glicosídica e do anel de piranose (BARUD *et al.*, 2013, 2011; DOMENEGUETTI *et al.*, 2023; FERNANDES *et al.*, 2013; HETTEGGER *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2019) thermal, and optical properties, besides better water and gas barrier, and flame resistance than pristine polymers. In the present work, composites were produced using cellulose nanofibers (CNF).

Nas amostras contendo Laponita, bandas em 987 e 438 cm^{-1} , atribuídas à vibração de flexão O-Si-O, presentes na estrutura da argila são observadas (GHADIRI *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2019).

Figura 2 – Espectros FT-IR das amostras CB (cinza), APTS-CB (preto), APTS-CB/Lap 15% (vermelho), APTS-CB/Lap 30% (azul) e APTS-CB/Lap 50% (verde).



Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

Espectros FT-IR de APTS-CB apresenta banda em 1738 cm^{-1} , que pode ser atribuída à deformação angular dos grupos NH_2 , sendo um indicio da presença do silano APTS na amostra (FERNANDES *et al.*, 2013; LUCIA *et al.*, 2020). A mesma banda pôde ser observada nos materiais APTS-CB/Lap 30 e 50%, contudo em menor intensidade.

Os espectros FT-Raman (Fig 3) dos materiais obtidos apresentaram bandas semelhantes às da CB, indicando que a obtenção do compósito e a funcionalização não comprometeram significativamente a estrutura da celulose.

Verificou-se bandas em 381, 438 e 519 cm^{-1} que correspondem a ligações do tipo C-O, C-C-C, C-O-C e C-C-O, presentes na estrutura da celulose (DE SALVI *et al.*, 2012; SASKA *et al.*, 2012). Já as bandas em 1097 e 1377 cm^{-1} correspondem a vibrações C-C e C-O, C-C-H, O-C-H e H-C-H, respectivamente. Já banda em 1481 cm^{-1} corresponde a vibrações do grupo C-O-H, presente na CB, e nota-se o aparecimento de uma banda em 1450 cm^{-1} , indicativo da interação do silano com o polímero (DE SALVI *et al.*, 2012). A Laponita apresenta uma banda intensa em 683 cm^{-1} referente ao grupo $[SiO_4]$ presente na estrutura da argila (DOMENEGUETTI *et al.*, 2023), porém não percebida nos espectros, sugerindo que as bandas da CB são dominantes.

A estrutura foi avaliada através dos difratogramas de raios-X (DRX) e estão demonstrados na Figura 4.

Figura 3 – Espectros FT-Raman das amostras CB (Preto pontilhado), APTS-CB (Preto), APTS-CB/Lap 15% (Vermelho), APTS-CB/Lap 30% (Azul) e APTS-CB/Lap 50% (Verde).

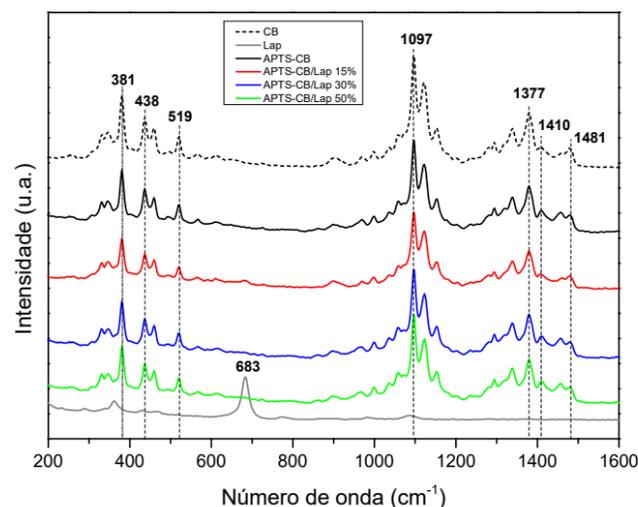
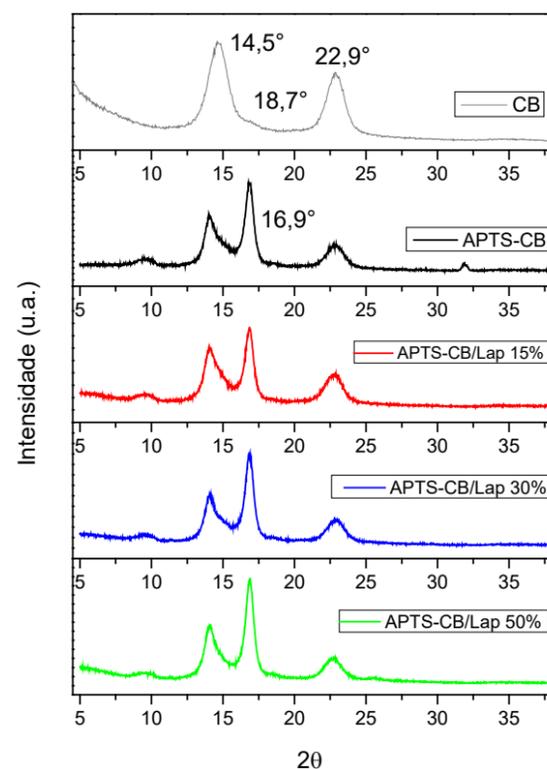


Figura 4 – Difratomogramas de raios-X das amostras CB (Cinza), APTS-CB (Preto), APTS-CB/Lap 15% (Vermelho), APTS-CB/Lap 30% (Azul) e APTS-CB/Lap 50% (Verde).



Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

As amostras apresentam picos de difração em $14,5^\circ$ e $22,9^\circ$ que estão associados às fases cristalinas $I\alpha$ e $I\beta$ presentes na CB (BARUD *et al.*, 2013; DOMENEGUETTI *et al.*, 2023; MENEGUIN *et al.*, 2021; PEROTTI *et al.*, 2011). Fourier Transform infrared (FT-IR). Os picos também estão associados aos planos (100) e (110), respectivamente, característicos da celulose do tipo I e a região cristalina

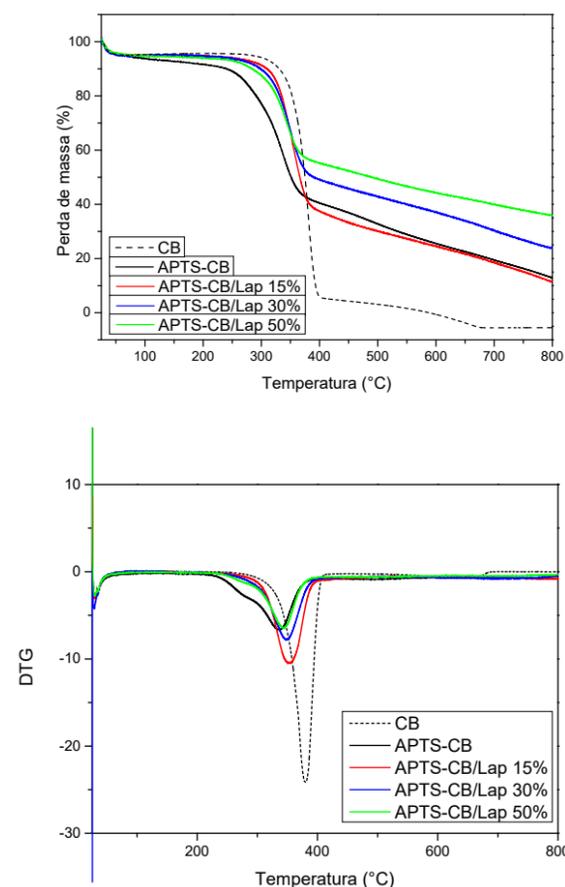
da celulose (BARUD *et al.*, 2013; BORBA *et al.*, 2022; FRENCH, 2014, 2020; MENEGUIN *et al.*, 2021; PEROTTI *et al.*, 2011) lack of immunogenicity, mechanical strength and crystallinity make BNC a highly applicable product for drug delivery and wound dressing. Previously, we demonstrated that diethylditiocarbamate (DETC).

Os filmes funcionalizados apresentaram uma banda em $16,9^\circ$ referente ao plano 010 da célula unitária triclinica da região $I\alpha$ (FRENCH, 2014). Nos filmes prístinos de CB, a ausência do pico em 010, comumente encontrado em celulose do tipo $I\alpha$, ocorre pela orientação preferencial dos cristalitos quando a amostra é analisada em filmes (BORBA *et al.*, 2022; FRENCH, 2014, 2020; FRONE *et al.*, 2018) lack of immunogenicity, mechanical strength and crystallinity make BNC a highly applicable product for drug delivery and wound dressing. Previously, we demonstrated that diethylditiocarbamate (DETC). A presença desse pico na celulose organofuncionalizada pode ser um indício de interferência do silano nessa orientação preferencial.

Os materiais avaliados apresentaram cristalinidade relativa de 81,7, 67,3, 72,3, 61,4 e 54,2%, para os filmes CB, APTS-CB e APTS-CB/Lap 15, 30 e 50%, respectivamente. Nota-se uma diminuição da cristalinidade dos filmes funcionalizados com APTS em relação à CB prístina, possivelmente ocasionado pela interferência nas ligações de hidrogênio dos grupos na região cristalina da celulose pela presença do silano, semelhante ao observado por Frone e Silva (FRONE *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2017) ^{13}C and ^{29}Si NMR spectra.

O comportamento térmico das amostras indica a presença de três eventos principais de perda de massa (Figura 5).

Figura 5 – Curvas TG-e DTG das amostras CB (preto pontilhado), APTS-CB (Preto), APTS-CB/Lap 15% (Vermelho), APTS-CB/Lap 30% (Azul) e APTS-CB/Lap 50% (Verde).



Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

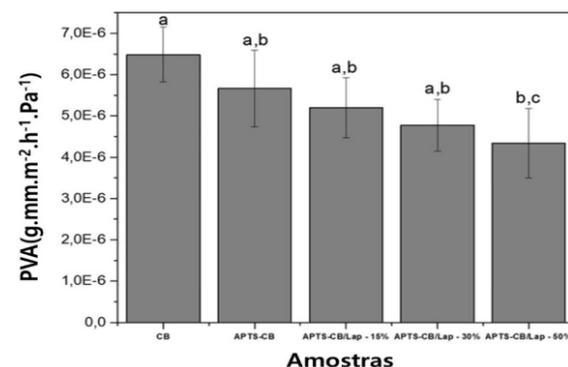


A primeira perda de massa ocorreu por volta de 50-80° C (8% em massa) para todas as amostras e pode ser atribuída à perda de água e solvente residual. A segunda perda de massa pode ser atribuída à decomposição térmica da celulose e formação de resíduo carbonáceo que se decompõe completamente numa terceira etapa para CB (BARUD *et al.*, 2011; DOMENEGUETTI *et al.*, 2023; MENEGUIN *et al.*, 2021; PEROTTI *et al.*, 2011). Para os polímeros contendo laponita e APTS, após a segunda etapa ocorre perda lenta de massa até 800 °C com resíduo entre 15 e 40% dependendo da amostra.

CB funcionalizado com APTS decompõe em temperatura inferior a CB pura, 336 °C, enquanto que para APTS-BC e APTS-CB/Lap 15, 30 e 50%, esta temperatura de decomposição foi superior, 354, 348 e 343°C, respectivamente, mas inferior comparados à CB pristina (383 °C). A maior estabilidade de APTS-CB contendo Laponita em relação a APTS-CB indica que a presença da argila pode ter protegido as fibras do polímero, contudo, ainda apresentaram menor resistência térmica que a CB. No segundo evento térmico, a amostra APTS-CB ainda apresenta perda de material orgânico, provavelmente decorrente do silano (FERNANDES *et al.*, 2013).

A terceira etapa de perda de massa, referente à queima do resíduo carbonáceo, ocorre entre 400-700 °C para CB e 400-800°C para APTS-CB e APTS-CB/Lap 15, 30 e 50%. A CB pristina não gera resíduo após 700 °C diferentemente dos materiais funcionalizados, gerando resíduos decorrentes da formação de óxidos inorgânicos provenientes do silano e da degradação da Laponita (BARUD *et al.*, 2011; DOMENEGUETTI *et al.*, 2023; FERNANDES *et al.*, 2013; PEROTTI *et al.*, 2011). Resultados de permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos filmes obtidos estão demonstrados na Figura 6.

Figura 6 – Permeabilidade ao vapor de água (PVA) das membranas CB, APTS-CB, APTS-CB/Lap 15%, APTS-CB/Lap 30% e APTS-CB/Lap 50%. "a,b,c" diferenças significativas em $p < 0.208$ (ANOVA).



Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

Comparando os filmes modificados com a CB pristina, é verificado que a presença da argila reduz a permeabilidade ao vapor de água dos filmes e é decrescente com a porcentagem de Laponita nas amostras. Meneguín *et al.* (MENEGUIN *et al.*, 2021) "ISSN": "18790003", "PMID": "34371050", "abstract": "The incorporation of drugs in nanocomposites can be considered a potential strategy for controlled drug release. In this study, a nanocomposite based on bacterial cellulose and the palygorskite clay (BC/PLG observaram um valor de PVA de aproximadamente 5×10^{-6} g.mm/h.m².Pa para a CB pristina, compatível com o observado no presente trabalho.

Provavelmente a presença da argila provoca a redução da permeabilidade ao vapor de água nos compósitos pela ação das lamelas da argila que agem como barreira física gerando um caminho tortuoso para o vapor passar pelo material (LEBARON; WANG; PINNAVAIA, 1999; SHEN; CHEN, 2007).



Conclusão

No presente trabalho, foram obtidos novos compósitos a base de CB/Lap organofuncionalizados com APTS, indicado pelas bandas de FTIR características de grupos -NH₂ e Si-O, presentes na estrutura do silano e da argila, respectivamente. A modificação da celulose ocasionou mudanças estruturais dos grupos cristalinos da CB com o aparecimento do pico em 16,9° e diminuição da cristalinidade relativa nos materiais funcionalizados. MEV indicou a presença de grânulos superficiais nas fibras. Observou-se também a redução da estabilidade térmica e mudança na permeação ao vapor de água, comparados com a CB, caracterizando a modificação do polímero por APTS e Laponita.

O comportamento dos filmes indica potencial para sistemas de liberação de fármacos e para uso como curativos multifuncionais.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. H.S.B. agradece ao CNPq (Processo nº 309614/2021-O; INCT-INFO) e ao Instituto Nacional de Polissacarídeos (INCT-Polissacarídeos) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP (Processo nº 2013/07276-1) e à Anton Paar. V.R.L.C. é grata ao CNPq.

Referências

- BADSHAH, M. *et al.* Surface modification and evaluation of bacterial cellulose for drug delivery. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 113, p. 526–533, 2018.
- BARUD, H. D. S. *et al.* Antimicrobial Brazilian propolis (EPP-AF) containing biocellulose membranes as promising biomaterial for skin wound healing. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, 2013.
- BARUD, H. S. *et al.* Bacterial cellulose/poly(3-hydroxybutyrate) composite membranes. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, n. 3, p. 1279–1284, 2011.
- BARUD, H. S. *et al.* Transparent bacterial cellulose-boehmite-epoxi-siloxane nanocomposites. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, v. 43, n. 6, p. 973–977, 2012.
- BORBA, P. B. *et al.* Bacterial nanocellulose containing diethylditiocarbamate bio-curatives: physico-chemical characterization and drug delivery evaluation. **Cellulose**, v. 29, n. 3, p. 1557–1565, 2022.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE CIÊNCIA, T. E I. E. **Membrana de Biocelulose no tratamento de:** lesões cutâneas com perda de pele, úlceras venosas e arteriais, lesões por pressão, queimaduras de segundo grau e áreas doadoras de enxerto TT - Biocellulose membrane, non-treatment of: lesoes cutaneous lesion, v. [s.l: s.n.].
- CHANTEREAU, G. *et al.* Silylation of bacterial cellulose to design membranes with intrinsic anti-bacterial properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 220, n. May, p. 71–78, 2019.
- DE SALVI, D. T. B. *et al.* Self-supported bacterial cellulose/boehmite organic-inorganic hybrid films. **Journal of Sol-Gel Science and Technology**, v. 63, n. 2, p. 211–218, 2012.
- DOMENEGUETTI, R. R. *et al.* Structural and morphological properties of in-situ biosynthesis of bio-compatible bacterial cellulose/Laponite nanocomposites. **Applied Clay Science**, v. 234, n. May 2022, p. 106851, 2023.



ESA, F.; TASIRIN, S. M.; RAHMAN, N. A. Overview of Bacterial Cellulose Production and Application. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 2, p. 113–119, 2014.

FADEL, G. *et al.* International Journal of Biological Macromolecules Bacterial cellulose in biomedical applications : A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 104, p. 97–106, 2017.

FERNANDES, S. C. M. *et al.* Bioinspired antimicrobial and biocompatible bacterial cellulose membranes obtained by surface functionalization with aminoalkyl groups. **ACS Applied Materials and Interfaces**, v. 5, n. 8, p. 3290–3297, 2013.

FRENCH, A. D. Idealized powder diffraction patterns for cellulose polymorphs. **Cellulose**, v. 21, n. 2, p. 885–896, 2014.

FRENCH, A. D. Increment in evolution of cellulose crystallinity analysis. **Cellulose**, v. 27, n. 10, p. 5445–5448, 11 jul. 2020.

FRONE, A. N. *et al.* Surface treatment of bacterial cellulose in mild, eco-friendly conditions. **Coatings**, v. 8, n. 6, 2018.

GHADIRI, M. *et al.* Laponite clay as a carrier for in situ delivery of tetracycline. **RSC Advances**, v. 3, n. 43, p. 20193–20201, 2013.

HETTEGGER, H. *et al.* Synthesis, characterization and photo-bactericidal activity of silanized xanthene-modified bacterial cellulose membranes. **Cellulose**, v. 22, n. 5, p. 3291–3304, 2015.

HORUE, M. *et al.* Bacterial Cellulose-Based Materials as Dressings for Wound Healing. **Pharmaceutics**, v. 15, n. 2, p. 1–29, 2023.

HSU, C. Y. *et al.* The Antimicrobial Effects of Bacterial Cellulose Produced by *Komagataeibacter intermedius* in Promoting Wound Healing in Diabetic Mice. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 10, 2022.

HU, W. *et al.* Functionalized bacterial cellulose derivatives and nanocomposites. **Carbohydrate Polymers**, v. 101, n. 1, p. 1043–1060, 2014.

HUANG, X.; BRAZEL, C. S. On the importance and mechanisms of burst release in matrix-controlled drug delivery systems. **Journal of Controlled Release**, v. 73, n. 2–3, p. 121–136, 2001.

KLEMM, D. *et al.* Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material. **Angewandte Chemie - International Edition**, v. 44, n. 22, p. 3358–3393, 2005.

LEBARON, P. C.; WANG, Z.; PINNAVAIA, T. J. Polymer-layered silicate nanocomposites: An overview. **Applied Clay Science**, v. 15, n. 1–2, p. 11–29, 1999.

LUCIA, A. *et al.* A direct silanization protocol for dialdehyde cellulose. **Molecules**, v. 25, n. 10, 2020.

MENEGUIN, A. *et al.* Nanocellulose/palygorskite biocomposite membranes for controlled release of metronidazole. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.188, n. July, p. 689–695, 2021.

MUANGMAN, P. *et al.* Efficiency of microbial cellulose dressing in partial-thickness burn wounds. **Journal of the American College of Certified Wound Specialists**, v.3, n. 1, p. 16–19, 2011.



OLIVEIRA BARUD, H. G. *et al.* Preparation and characterization of a bacterial cellulose/silk fibroin sponge scaffold for tissue regeneration. **Carbohydrate Polymers**, v.128, p. 41–51, 2015.

PEROTTI, G. F. *et al.* Bacterial cellulose-laponite clay nanocomposites. **Polymer**, v. 52, n. 1, p. 157–163, 2011.

QIU, K.; NETRAVALI, A. N. A review of fabrication and applications of bacterial cellulose based nanocomposites. **Polymer Reviews**, v. 54, n. 4, p. 598–626, 2014a.

QIU, K.; NETRAVALI, A. N. A Review of Fabrication and Applications of Bacterial Cellulose Based Nanocomposites. **Polymer Reviews**, v. 54, n. 4, p. 598–626, 2 out. 2014b.

SASKA, S. *et al.* Characterization and in vitro evaluation of bacterial cellulose membranes functionalized with osteogenic growth peptide for bone tissue engineering. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v. 23, n. 9, p. 2253–2266, 2012.

SEGAL, L. *et al.* An Empirical Method for Estimating the Degree of Crystallinity of Native Cellulose Using the X-Ray Diffractometer. **Textile Research Journal**, v. 29, n. 10, p. 786–794, 1959.

SHEN, L.; CHEN, Z. Critical review of the impact of tortuosity on diffusion. **Chemical Engineering Science**, v. 62, n. 14, p. 3748–3755, 2007.

SILVA, J. M. *et al.* Inorganic-organic bio-nanocomposite films based on Laponite and Cellulose Nanofibers (CNF). **Applied Clay Science**, v. 168, n. September 2018, p. 428–435, 2019.

SILVA, R. R. *et al.* Multifunctional organic–inorganic hybrids based on cellulose acetate and 3-glycidoxypropyltrimethoxysilane. **Journal of Sol-Gel Science and Technology**, v. 81, n. 1, p. 114–126, 2017.

ULLAH, H. *et al.* **Advances in biomedical and pharmaceutical applications of functional bacterial cellulose-based nanocomposites.** [s.l.] Elsevier Ltd., 2016. v. 150



Estudo da estabilidade de uma loção corporal hidratante com óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.)

Gabriele Verginaci*; Carolina Dal Bianco*; Edneia Durlí Giusti*; Letícia Thaís Chendynski**; Sandra Inês Adams Angnes Gomes*

*Instituto Federal do Paraná - Campus Palmas, Palmas - PR, Brasil.

**Instituto Federal do Paraná - Campus Ivaiporã, Ivaiporã-PR, Brasil.

*Autor para correspondência e-mail: leticia.chendynski@ifpr.edu.br

Palavras-chave

Farmacopeia Brasileira
Hidrodestilação
Rosmarinus officinalis L.

Keywords

Brazilian Pharmacopoeia
Hydrodistillation
Rosmarinus officinalis L.

Resumo: Este trabalho trata do estudo da estabilidade de um creme corporal com óleo de alecrim em comparação com o creme sem óleo essencial de alecrim. A pesquisa foi realizada no laboratório de farmacologia do Instituto Federal de Palmas/PR, Campus Palmas. O material vegetal fresco de alecrim coletado foi submetido a extração do Óleo Essencial por hidrodestilação com Clevenger, durante o período de duas horas a temperatura de ebulição. O óleo essencial de alecrim foi incorporado em um fluido hidratante à composição de 0,5%. Para acompanhamento do comportamento das estabilidades das emulsões seguiu-se as metodologias propostas pela Farmacopeia Brasileira. Foram realizados os testes de centrifugação, pH, ciclo de congelamento e descongelamento e a densidade. O rendimento do óleo foi de 0,1047%, inferior aos achados na literatura 0,30%, podendo-se atribuir este fato as diferentes edafoclimáticas as quais as plantas estão submetidas. No que se refere a estabilidade preliminar da loção testada, pode-se dizer que a adição do óleo essencial de alecrim não impactou negativamente na loção base, pois os parâmetros de densidade, pH e aspecto após congelamentos, descongelamentos e centrifugação, não demonstraram alterações relacionadas a degradação do produto. Um ponto positivo observado em relação a adição do óleo a loção foi que o pH do produto apresentou-se próximo ao pH cutâneo diferente da loção base utilizada.

Study of the stability of a moisturizing body lotion with rosemary essential oil (*Rosmarinus Officinalis* L.)

Abstract: This work deals with the study of the stability of a body cream with rosemary oil in comparison with the cream without rosemary essential oil. The research was carried out in the pharmacology laboratory of the Federal Institute of Palmas/PR, Campus Palmas. The fresh rosemary plant material collected was subjected to Essential Oil extraction by hydrodistillation with Clevenger, during a period of two hours at boiling temperature. Rosemary essential oil was incorporated into a moisturizing fluid at 0.5% composition. To monitor the behavior of the stability of the emulsions, the methodologies proposed by the Brazilian Pharmacopoeia were followed. Centrifugation, pH, freezing and thawing cycle and density tests were performed. The oil yield was 0.1047%, lower than the findings in the literature 0.30%, which can be attributed to the different edaphoclimatic conditions to which the plants are subjected. With regard to the preliminary stability of the tested lotion, it can be said that the addition of rosemary essential oil did not negatively impact the base lotion, since the parameters of density, pH and appearance after freezing, thawing and centrifugation did not show related changes. product degradation. A positive point observed in relation to the addition of oil to the lotion was that the pH of the product was close to the cutaneous pH, different from the base lotion used.

Recebido em: 04/09/2023

Aprovação final em: 20/12/2023

Introdução

Nos últimos anos, analisando as necessidades da sociedade e preocupações associadas ao consumo de cosméticos, nota-se que há uma tendência dos consumidores à procura de produtos com compostos naturais, especialmente os que possuem finalidade estética e medicinal (SIMÕES *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2020; CHENDYNSKI *et al.*, 2020; ROMAGNOLI *et al.*, 2018). Nesta perspectiva, ressalta-se a importância do estudo das plantas medicinais, para desenvolver métodos sustentáveis de investigação de produtos naturais, eficazes, seguros e menos agressivos (FIGUEIREDO; GURGEL; GURGEL, 2014).

Certas plantas em seu estado natural utilizam óleos essenciais (OE), os quais são conceituados como um agrupamento de substâncias voláteis e lipofílicas, geralmente líquidos com cor e odor característicos, atuando nos mecanismos de defesa das plantas. Estes também são responsáveis pelos aromas e odores de todas as espécies vegetais já conhecidas e, por isso, são foco de estudo na comunidade científica (SILVEIRA, *et al.*, 2012; FIGUEIREDO; GURGEL; GURGEL, 2014).

A extração de OE pode ser efetivada através de diversos processos mecânicos e físicos, sendo os mais utilizados a hidrodestilação, a destilação a vapor, a extração por solventes orgânicos e a prensagem a frio. No entanto, estes métodos evidenciam desvantagens consideráveis, como por exemplo, equipamentos de alto custo, gasto elevado de água e alta quantidade de solventes orgânicos que demonstram um grande potencial de contaminação do OE, assim como extração de ceras e pigmentos normalmente presentes na matéria-prima (SILVEIRA *et al.*, 2012). Por isso, há um destaque no uso de enzimas em processos de extração de metabólitos de materiais vegetais, principalmente quando se refere a extração dos OE (ROSENTHAL; PYLE; NIRANJAN, 1996). A sustentabilidade e, principalmente, a redução de tempo/custo fazem com que a tecnologia enzimática se destaque como alternativa para a indústria farmacêutica. Isso porque a biomassa gerada pelos resíduos da agroindústria que não são utilizados e descartados pode ser de grande utilidade no fornecimento de nutrientes para diversos produtos (ALMEIDA; ALMEIDA; GHERARDI, 2020).

Dentre os principais OE conhecidos popularmente e muito utilizados em produtos cosméticos têm-se os óleos de lavanda, que tem em sua composição o 1,8-cineol, a camomila com presença majoritária de alfa bisabolol, a melaleuca, com o terpinen-4-ol e o alecrim contendo o 1,8-cineol (PORTE; GODOY, 2001; MIGUEL, 2011).

De acordo com Porte e Godoy (2001), o OE de alecrim é famoso por seu potencial medicinal, destacando-se às propriedades antioxidantes, anti-inflamatória, alopecia, antidepressiva, cicatrizante, antiespasmódica, antibacteriana e antirreumática. Quimicamente, o OE de alecrim é constituído majoritariamente de β -pineno, α -pineno, 1,8-cineol, borneol, cânfora, limoneno, verbenona e acetato de bornila. Importante salientar que a concentração destes compostos, dependem do local de cultivo, da sazonalidade e de características inerentes à planta (PORTE; GODOY, 2001).

Influenciados pelo conhecimento popular sobre os benefícios das plantas medicinais e também pelas investigações científicas publicadas em artigos, além da divulgação em redes sociais, em revistas, em panfletos de beleza, em programas de televisão com entrevistas, o interesse da população sobre o uso de produtos naturais para saúde e para fins estéticos vem aumentando. Logo, há uma ampliação em novas pesquisas voltadas para o estudo das plantas bem como para a proposição de novas formulações, testes de bioatividade, estabilidade, entre outros (LORENZONI *et al.*, 2014).

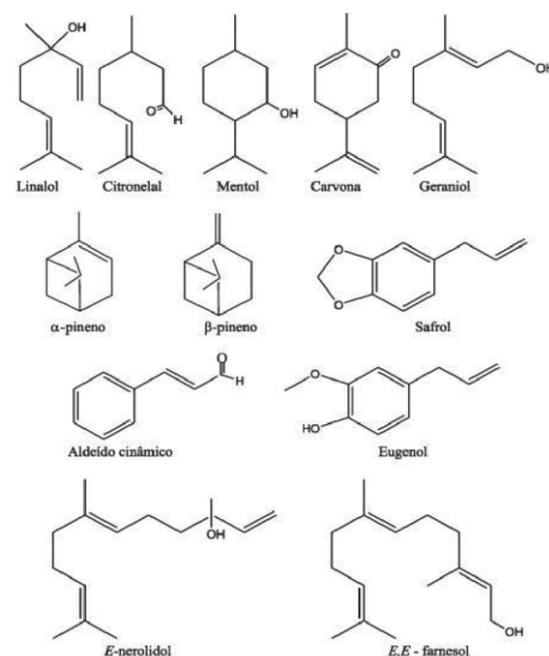
Sabendo que o OE de alecrim contém diversos benefícios medicinais, entre elas: antioxidante, antibacteriano, estimulador da circulação e por tratar-se de uma poderosa fonte de hidratação, propõe-se a adição de óleo essencial de alecrim, obtido pelo processo de hidrodestilação, sem pigmentos artificiais e o estudo da sua estabilidade. Neste contexto, o presente estudo deu enfoque ao OE de alecrim e a possibilidade de aplicação em cosméticos. De acordo com Jesus *et al.* (2021), quando se decide desenvolver uma formulação com óleos essenciais, é necessário a adequação dos excipientes farmacêuticos de forma que as ações como solubilização, estabilização, coloração, emulsificação e diluição promovam a conquista de uma formulação farmacêutica mais atraente, segura e eficaz.

Os produtos químicos produzidos por vegetais são divididos em duas categorias. Os primeiros são metabólitos primários ou macromoléculas que são fundamentais para todos os seres vivos. Nessa categoria, incluem-se os glicídios, carboidratos, e proteídeos, lipídios que possuem funções vitais. Os produtos originados do metabolismo primário, através das inúmeras rotas biosintéticas, originam o gasto de energia. Já a segunda categoria de compostos químicos, os metabólitos secundários, normalmente possuem estrutura complexa, de baixo peso molecular, são responsáveis por atividades biológicas características e encontrados em baixas concentrações em alguns grupos de plantas (GARCIA RIOS, 2016; TAIZ *et al.*, 2017). Por longos anos, a importância adaptativa de grande parte dos metabólitos secundários vegetais não era conhecida. Estes compostos eram analisados como produtos finais de metabolismo sem utilidade aparente ou mesmo resíduos. A avaliação dessas substâncias deu início por químicos orgânicos no século XIX e em meados do século XX, interessados nessas substâncias pela sua função essencial bem como venenos, materiais industriais, drogas medicinais e aromatizantes (PEREIRA; GRAÇAS CARDOSO, 2012).

Os OE, também podem ser chamados de óleos voláteis, óleos etéreos ou essências, esses apresentam característica que como a volatilidade de seus compostos, propriedade derivada do seu processo de obtenção. Eles são tipicamente misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, tipicamente odoríferas e líquidas. São conhecidos por este nome porque são solúveis em solventes apolares, como o éter. Eles têm uma solubilidade limitada em água, mas é o suficiente para dar aroma as soluções aquosas, sendo chamados de hidrolatos (DIAS, 2009; MIRANDA *et al.*, 2016).

Os OE fazem parte de um dos grupos mais essenciais de matérias primas para indústrias de perfumaria, alimentos e farmacêutica. Isso é possível pelo grande número de princípios ativos que estão presentes nas plantas. A constituição química dos OE é muito complexa, chegando alguns a centenas de compostos com funções orgânicas diferentes como os hidrocarbonetos (monoterpenos, fenilpropanóides e sesquiterpenos), álcoois, aldeídos, cetonas, éteres e fenóis (Figura 1) (SIMÕES *et al.*, 2017).

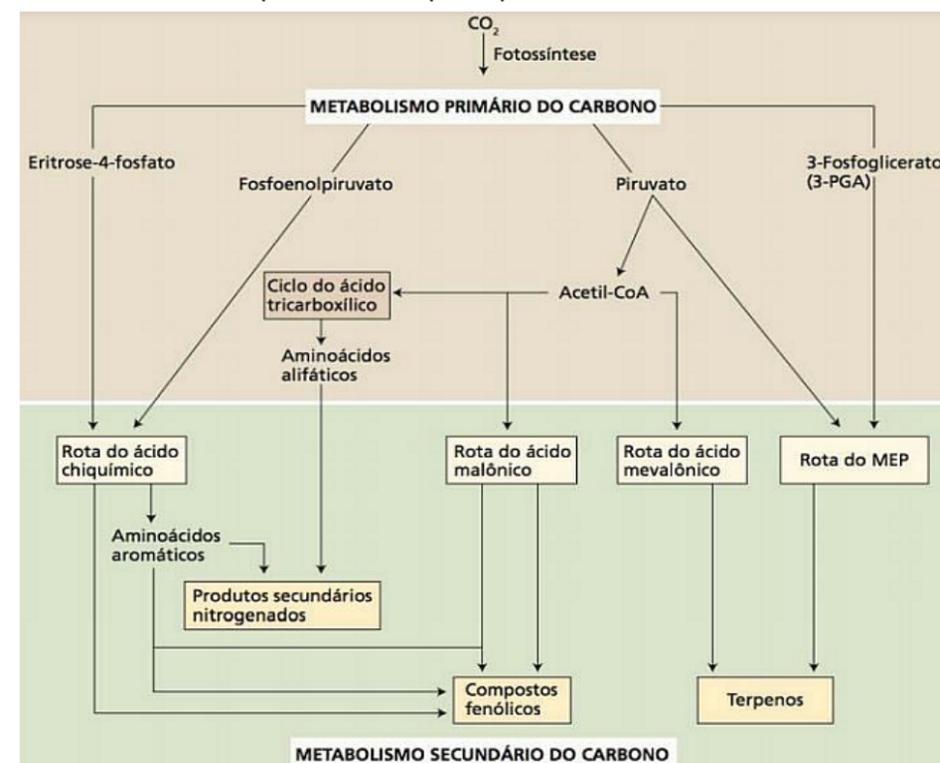
Figura 1 - Exemplos de monoterpenos, fenilpropanóides e sesquiterpenos encontrados nos óleos essenciais.



Fonte: Simas *et al.* (2004).

Os terpenos formam a maior categoria de produtos secundários nas plantas. As inúmeras substâncias desta categoria são insolúveis em água e sintetizadas por meio do Acetil CoA ou intermediários glicolíticos (Figura 2). Alguns terpenos possuem função característica no desenvolvimento e no crescimento da planta, podendo ser considerado metabólito primário, por exemplo a giberelina. Os OE que contêm esses compostos em grande quantidade na sua composição química possuem diversas propriedades farmacológicas (FELIPE *et al.*, 2017; TAIZ *et al.*, 2017).

Figura 2 – Biossíntese simplificada das principais rotas dos metabólitos secundários.



Fonte: Taiz *et al.* (2017).

Os OE podem estar armazenados em certos órgãos vegetais como flores (laranjeira, bergamoteira), folhas (capim-limão, eucalipto, louro), cascas dos ramos (canela), caule (sândalo, pau-rosa), raízes (vetiver), rizomas (gingibre), frutos (anis-estrelado, funcho, erva-doce) ou sementes (noz-moscada). A concentração do OE e os princípios odoríferos podem variar da espécie ou órgão vegetal, com funções de atrair insetos polinizadores, regulando a transpiração e intervindo com hormônios na polinização (MIRANDA *et al.*, 2016; SIMÕES *et al.*, 2017).

O aroma é intenso e geralmente agradável desses OE, atuando como verdadeiras essências. Bizzo *et al.* (2009) listam os principais OE utilizados no mercado mundial: Cedro (*Cedrela fissilis*), Cravo-da-Índia (*Syzygium aromaticum*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), Hortelã (*Mentha spicata*), Laranja (*Citrus sinensis*), Lima (*Citrus limettioides* Tan), Limão (*Citrus limon*) e Menta japonesa (*Mentha arvensis* L).

Os OE podem ser extraídos em quantidade suficiente para serem empregues em sínteses químicas ou como novos materiais, para a utilização científica ou comercial (TRANCOSO *et al.*, 2013). A obtenção de OE pode ser realizada de diversas maneiras, dependendo da necessidade da planta e da localização do óleo na mesma. São realizados processos de floração, extração com solventes orgânicos, prensagem, extração supercrítica e arraste de vapor d'água (BELTRAME, *et al.*, 2010). O último método citado é dividido em três categorias. A primeira é a hidrodestilação, que



consiste na imersão da planta em água fervente. O segundo é o método de destilação pela água e vapor, no qual a planta fica em um recipiente sobre a água fervente, não entrando em contato direto. E o terceiro método chama-se destilação pelo vapor d'água, no qual a planta também se encontra separada da água e o vapor responsável pela obtenção do óleo é proveniente de um gerador próprio independente (BELTRAME *et al.*, 2010).

A hidrodestilação trata-se de um método versátil e antigo em que o material vegetal fica acondicionado em água em a temperatura elevadas, sendo assim o vapor empurra a abertura das paredes celulares acometida na evaporação do OE que está entre as células da planta. O vapor que presente na mistura do óleo e da água, passa por um condensador, onde acontece seu resfriamento (SILVA, 2021), como os componentes voláteis e água não se misturam, acontece a formação de duas fases líquidas que podem ser separadas (OLIVEIRA *et al.*, 2021). O método do hidrodestilação é empregado com a utilização de um aparelho do tipo Clevenger para avaliação do desempenho do OE em laboratórios ou mesmo para produção em pequena escala (BIASI; DESCHAMPS, 2009). No entanto, esta metodologia pode fazer com que alguns dos compostos no OE se degradem porque o material de partida está continuamente em contato direto com água quente por um longo período de tempo (SILVA, 2021).

A destilação por arraste a vapor trata-se de uma operação unitária, empregue especialmente para materiais sensíveis às altas temperaturas, sendo baseada na diferença de volatilidade de alguns compostos presentes na matéria prima vegetal. As indústrias optam por esta destilação devido sua simplicidade e economia, possibilitando o tratamento de quantias significativas de material vegetal de uma só vez (VALENTIN; SOARES, 2018). Já a extração por via química tem como foco a separação dos componentes, ou seja, através de processos químicos ocorre a extração múltipla líquido/líquido de substância em mistura diluída em solvente orgânico (PINTO, 2011).

A extração por fluido supercrítico consegue extrair uma grande variedade de matérias primas sólidas. O dióxido de carbono é o mais utilizado, pois no seu estado supercrítico consegue dissolver grande parte das moléculas orgânicas (MAUL; WASICKY; BACCHI, 1996).

No momento, uma das extrações bastante sugerida é a hidrolisação enzimática. O mecanismo da extração por meio do emprego de enzimas é representado pela hidrolisação, com o auxílio das enzimas, das estruturas dos polissacarídeos ou das proteínas que formam a membrana celular e do corpo de lipídios. As diversas enzimas são responsáveis por liberar o óleo acondicionado entre as paredes celulares dos vegetais. Há uma enzima específica para cada matéria-prima capaz de destruir as estruturas onde está acondicionado o óleo (ROSENTHAL; PYLE; NIRANJAN, 1996). Por exemplo, nos estudos sobre extração enzimática das sementes de Moringa, que foram realizadas por Abdulkarim *et al.* (2005), concluiu-se que a enzima apresenta melhores resultados é a Neutrase® 0.8 L. Com a utilização desta enzima foram alcançados os maiores valores de recuperação do óleo presente nas sementes e de melhor qualidade em comparação ao óleo extraído por solventes, principalmente em relação ao índice de iodo, ácidos graxos livres e materiais não saponificáveis.

As plantas são tidas como verdadeiros laboratórios bioquímicos que, entre outras substâncias, sintetizam princípios ativos naturais com efeito terapêutico. A busca de compostos naturais aumenta cada dia mais, sendo alguns desses compostos utilizados para eliminar as bactérias e fungos, na aromaterapia amenizando dores e aliviando sintomas da ansiedade, auxiliando na saúde da pele com hidratação e no combate da oleosidade (FARIA SOUZA; SILVA; OLIVEIRA, 2019).

Esses compostos naturais contêm componentes que servem de ponto de partida para a síntese de itens químicos e farmacêuticos, sendo responsáveis pelo efeito terapêutico e recebem o nome de princípio ativo para esses componentes. O índice condimentar de uma planta é, normalmente, relacionado ao teor de OE, formado por compostos químicos secundários gerados (NEVES, 2009; ALVEZ; TOMAZ, 2012).

A presente pesquisa visa a comparação entre a estabilidade de uma loção corporal com e sem óleo essencial de alecrim. Para isso, procedeu-se: com a hidrodestilação do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e determinação do seu rendimento; a elaboração de uma loção corporal hidratante com a adição do óleo essencial; a análise das propriedades físico-químicas da loção



corporal com e sem o óleo essencial de alecrim para fins comparativos por meio do acompanhamento de testes preconizados pela Farmacopéia Brasileira (ANVISA, 2019).

Metodologia

Inicialmente este trabalho foi construído a partir uma revisão de literatura científica integrativa com base em autores que buscam sintetizar as evidências encontradas acerca da temática central do trabalho e a incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática. A posteriori procedeu-se com a extração do OE de alecrim pelo processo de hidrodestilação (SIMÕES *et al.*, 2017), sua incorporação a uma loção corporal hidratante e estudos de estabilidade de acordo com a Farmacopéia Brasileira (ANVISA, 2019). Estas atividades foram realizadas no laboratório de Farmacotécnica do Instituto Federal do Paraná Campus Palmas. Os resultados foram analisados e discutidos com base na teoria científica previamente levantada. Ao final, apresenta-se perspectivas futuras para a continuidade do trabalho, abordando os aspectos apresentados em todo o documento e evidenciando os resultados da pesquisa.

Coleta do Material Vegetal e Extração do Óleo Essencial de Alecrim

O material vegetal utilizado nesta pesquisa foi adquirido em uma fazenda no município de Palmas/PR no mês de novembro de 2022 (26°34'02.8"S 51°45'23.6"W). O material vegetal fresco coletado foi submetido ao processo de extração do óleo essencial (OE) no laboratório de farmacologia do Instituto Federal de Palmas.

Grande parte dos OE de plantas condimentares é extraída por técnicas distintas de destilação a vapor (NEVES, 2009; ALVEZ; TOMAZ, 2012). A extração do OE foi realizada pelo método de hidrodestilação, com auxílio do aparelho de Clevenger, utilizando-se água como líquido extrator (SANTOS, 2004; SIMÕES, 2017; COSTA, 2017). Procedeu-se com a extração por um período de duas horas, conforme indicações de Prins, Lemos e Freitas (2006).

Figura 4 – Realização da extração do óleo essencial de alecrim por hidrodestilação no aparelho de Clevenger.



Fonte: As autoras (2023).

Após a obtenção do óleo, o mesmo foi acondicionado em frascos vedados, armazenados, embalados em papel laminado, ausente de luz e sob resfriamento.



Formulação de uma Loção Hidratante Corporal

A Fase A (aquosa) e a Fase B (oleosa) foram preparadas separadamente na faixa de temperatura de 70 -75°C (Tabela 2). Por fim, sob agitação lenta a fase aquosa foi adicionada a fase oleosa. A agitação lenta foi mantida até atingir 40°C. Em seguida, foi adicionado o óleo essencial de alecrim (0,5%).

Tabela 2 - Formulação do creme adquirido em farmácia, e com a adição do óleo essencial de alecrim.

COMPONENTES	QUANTIDADE
Fase A (aquosa)	
ETDA dissódico	0,1 g
Água purificada qsp	100 g
Fase B (oleosa)	
Cera autoemulsionante não iônica (álcool cetosteárilico, cetearate 20, óleo mineral, álcool de lanolina e vaselina)	15,0 g
Dimeticona	2,0 g
Estearato de octila	2,0 g
Fase C (complementar)	
Óleo essencial de alecrim	0,5%

Fonte: Adaptado de Martin (2018) e Brasil (2019).

É necessário corrigir o pH para a faixa de 5,5 - 6,5 com o auxílio de soluções acidulantes ou alcalinizantes. Para acompanhamento do comportamento das estabilidades das emulsões preparadas, seguiu-se as metodologias a seguir propostas pela Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2019).

Estabilidade a Centrifugação

Todas as amostras preparadas foram submetidas ao teste da centrífuga. Transferiu-se cerca de 5 gramas da amostra para um tubo de ensaio para centrífuga de velocidade ajustável da marca Daiqi, com capacidade de 10 g. Submeteu-se as amostras a rotações crescentes de 980, 1.800 e 3.000 rpm durante 15 minutos em cada rotação, a temperatura ambiente. A não ocorrência da separação de fases não garante sua estabilidade, apenas indica que o produto pode ser encaminhado para os próximos testes de estabilidade. O teste foi realizado em triplicata.

Teste do pH

O pH de ambos os cremes (creme neutro e creme com óleo essencial de alecrim) foi determinado à 25°C, utilizando pHmetro digital da marca PHTEK, modelo PHS-3B. Importante destacar que a avaliação do valor de pH foi aferida com soluções tampão de referência, pH 4,0 e 7,0. De forma a obter o pH característico da formulação, coletou-se 10 g da amostra em um béquer e realizou-se sua medição por potenciômetro inserindo o eletrodo na amostra e anotando o valor obtido após estabilização e lavando o eletrodo com água purificada a cada análise. As análises foram feitas em triplicata.

Ciclos de Congelamento e Descongelo

Uma pequena amostra das loções foi submetida a condições extremas de temperaturas, considerando o estudo de estabilidade preliminar de no mínimo seis ciclos. Os ciclos de congelamento e descongelamento alternam 24 horas em temperaturas mais altas e 24 horas em temperaturas mais baixas em relação a temperatura ambiente. Todas as amostras submetidas às diferentes temperaturas (37°C, 5°C e -5°C) foram retiradas dessas condições 30 minutos antes do início dos testes.

Densidade

A densidade é determinada por picnômetro. Neste estudo a metodologia foi adaptada pela utilização de um tubo graduado limpo e seco, obtendo assim o peso da amostra através da diferença de



massa do tubo cheio e vazio. Calculando a densidade, pela determinação da razão entre a massa da amostra do creme a 20°C. Densidade aparente (d_{ap}) do creme é a razão de sua massa (m) por seu volume (V), calculada pela fórmula: $d_{ap} = m / V$.

Análises Estatísticas

As análises estatísticas dos dados em triplicata foram realizadas pelo software Excel®, utilizando estatística descritiva como a média, desvio padrão e coeficiente de variação.

Resultados e Discussão

Óleo Essencial (OE) de Alecrim

O alecrim (*Rosmarinus officinalis* L) é uma planta da família Lamiaceae, que se originou no mediterrâneo, sendo muito evidenciado ao longo da história da humanidade, diante das suas particularidades terapêuticas, alimentícias e aromatizantes. A espécie contém um porte subarborescente lenhoso, ereto e pouco ramificado, apresentando um pouco menos de 2 m de altura. Suas folhas são muito aromáticas e medem cerca de 1 a 4 cm de comprimento e 1 a 4 mm de espessura (PRINS; LEMOS; FREITAS, 2006).

O OE de Alecrim se destaca entre os demais utilizados nas indústrias farmacêutica, alimentícia, cosmética e de higiene, possuindo ampla aplicação terapêutica devido aos constituintes químicos com propriedades antioxidantes, aromatizantes e terpenóides. O OE de Alecrim exala um perfume poderoso e agradável, além de ser utilizado para fins culinários, médicos e religiosos, o óleo também é utilizado na perfumaria, como na criação da "água de colônia", pois contém tanino, pineno, cânfora e outros princípios ativos com propriedades energizantes, calmantes e estimulantes (STEFFENS, 2010).

Os compostos ativos que permeiam no Alecrim são considerados biomoléculas secundárias, que estão majoritariamente nas folhas e as sumidades floridas, de onde é extraído o OE. Na indústria farmacêutica o OE de alecrim é utilizado *in natura*, preparado como infusões e forma de galênicas ou na aromatização de fórmulas destinadas ao uso oral (PRINS; LEMOS; FREITAS, 2006).

Segundo o trabalho de Steffens (2010), que estudou o arranjo químico do OE de Alecrim extraídos através da destilação por arraste a vapor em escala industrial, pode-se visualizar os compostos encontrados por análise cromatográfica do OE de Alecrim (Tabela 1).

O OE do Alecrim é um líquido quase incolor a amarelo pálido com um odor característico, refrescante e agradável. Mais de 50% de sua constituição química é formada por α -pineno, 1,8-cineol, verbenona e canfeno (Figura 3). Todavia, a quantidade pode variar de acordo com local e modo de cultivo, tipo de extração, tempo de extração, entre outros (ATTI-SANTOS *et al.*, 2005).

Porte e Godoy (2001) abordam que as concentrações desejadas de óleo de alecrim para ter efeito direto sobre os microrganismos são maiores do que aquelas usadas costumeiramente em alimentos para propósitos flavorizantes. Os autores ainda diferenciam o OE de Alecrim quanto a sua constituição. Quando apresenta altos teores em cânfora, apresenta melhores funções antimicrobiana em alimentos. Entretanto, quando este é rico em 1,8-cineol, os autores afirmam melhor atividade terapêutica. Os autores concluem que não podemos visualizar apenas um componente separadamente, ou focar no que é maior, devendo relacionar todos os componentes obtidos no OE.

Devido às suas propriedades antioxidantes, o óleo minimiza a rancificação dos alimentos quando combinados com outros agentes e auxilia no controle dos microrganismos. Assim, determinar a composição química do OE é crucial para maximizar seu potencial. Em função disso, atualmente inúmeros estudos têm evidenciado essa especiaria como um aditivo antioxidante e antimicrobiano em produtos alimentares, farmacêuticos, cosméticos, dentre outros (PORTE; GODOY, 2001; ATTI-SANTOS *et al.*, 2005; STEFFENS, 2010; ALMEIDA; ALMEIDA; GHERARDI, 2020).

As preparações cosméticas são utilizadas externamente em várias partes do corpo humano, como pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e mucosa oral, com a finalidade única ou principal de limpar, perfumar, alterar a aparência, corrigir odores, protegendo ou mantendo essas partes em boa saúde (REBELLO, 2019). O uso destes é reportado de forma histórica na humanidade desde a antiguidade, pelo menos há 30 mil anos e nos dias atuais, os



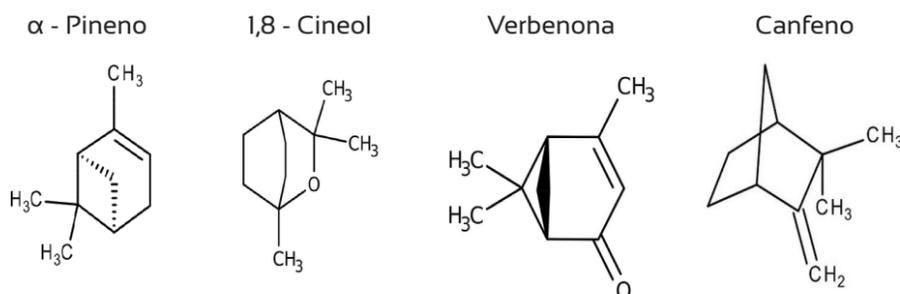
cosméticos são incluídos na rotina diária da população. No primeiro semestre de 2018, a indústria de cosméticos brasileira e produtos de higiene pessoal aumentou em aproximadamente 20% ao comparar seus dados com 2017 e exportou 109,9 dólares (ABIHEC, 2018).

Tabela 1 – Porcentagem média dos compostos obtidos por análise cromatográfica do óleo essencial de alecrim.

Composto	Distribuição (%)
α – pineno	25,740
1,8 – Cineol	21,437
Verbenona	10,490
Canfeno	4,050
Borneol	4,040
Canfora	3,657
Geraniol	3,493
Linalol	2,780
(E) – Cariofileno	2,657
α – terpineol	2,433
β – pineno	2,100
Mirceno	1,630
γ – terpineno	1,530
Crisantenona	1,463
Terpinoleno	1,410
Orto – cimeno	1,207
Terpinen – 4 – ol	1,120
Acetato de bornil	1,050
δ – 2 – careno	0,877
Thuja - 2,4 – dieno	0,690
Mirtenol	0,570
α – terpineno	0,420
α – humoleno	0,420
Metil – eugenol	0,293
Geranial	0,230
Total	95,79%

Fonte: Steffens (2010).

Figura 3 – Estruturas químicas dos principais compostos do óleo essencial de Alecrim.



Fonte: Elaborado pela Autora (2023).



A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define, na RDC no 7 de 10 de fevereiro de 2015 – Anexo I, os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes como:

[...] preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado. (BRASIL, 2015).

Estes produtos ainda são classificados em diferentes graus, de acordo com as formulações e finalidades de emprego, em conformidade com a regulamentação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2019), conforme o grau de risco à saúde: Grau I (produtos de notificação) e Grau II (produto com registro). Diante disso, os cosméticos são regidos diante das seguintes resoluções:

Resolução n.º 481 - de 23 de setembro de 1999 – Estabelece os parâmetros de controle microbiológicos para os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes.

Resolução n.º 10 - de 21 de outubro de 1999 – Condiciona à comunicação prévia pelo fabricante, importador ou distribuidor, por escrito, a Gerência Geral de Cosméticos - ANVISA, a comercialização de absorventes higiênicos descartáveis, escovas dentais e hastes flexíveis, no território nacional.

Resolução RE n.º 552 - de 20 de abril de 2001 – Determina a proibição da presença do ácido bórico e o bórax na composição de produtos antissépticos tópicos, na forma de pomadas, talcos e cremes, indicados para uso infantil, fabricados a partir desta data.

Resolução RDC n.º 92 - de 9 de dezembro de 2008 – Estabelece regras gerais para os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes de grau I e de grau 2, quando fabricados no Brasil e destinados exclusivamente à exportação.

Resolução RDC n.º 3 - de 18 de janeiro de 2012 – Aprova o Regulamento Técnico sobre lista de substâncias que os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes não devem conter, exceto nas condições e com as restrições estabelecidas.

Resolução RDC n.º 30 - de 1 de junho de 2012 – Aprova o Regulamento Técnico Mercosul sobre protetores solares em cosméticos.

Resolução RDC n.º 44 - de 9 de agosto de 2012 – Aprova o Regulamento Técnico Mercosul sobre lista de substâncias corantes permitidas para produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes.

Resolução RDC n.º 19 - de 10 de abril de 2013 – Dispõe sobre os requisitos técnicos para a concessão de registro de produtos cosméticos repelentes de insetos.

Resolução RDC n.º 7 - de 10 de fevereiro de 2015 – Dispõe sobre os requisitos técnicos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes.

Resolução RDC n.º 69 - de 23 de março de 2016 – Dispõe sobre o Regulamento Técnico Mercosul sobre Lista de Filtros Ultravioletas permitidos para produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes.

Resolução RDC n.º 126 - de 30 de novembro de 2016 – Dispõe sobre a definição e requisitos técnicos de cosméticos relacionados ao bronzeamento da pele e estabelece advertência de rotulagem para os Ativadores/Aceleradores de Bronzeado.

Resolução RDC n.º 142 - de 17 de março de 2017 – Dispõe sobre a regularização de produtos de higiene pessoal descartáveis destinados ao asseio corporal, que compreendem escovas e hastes para higiene bucal, fios e fitas dentais, absorventes higiênicos descartáveis, coletores menstruais e hastes flexíveis.

Resolução RDC n.º 178 - de 26 de setembro de 2017 – Altera a Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 142, de 17 de março de 2017 (revoga o inciso IV do art. 43 da Resolução RDC n.º 142/2017).

Resolução RDC n.º 250 - de 21 de novembro de 2018 – Dispõe sobre os requisitos para apresentação do Projeto de Arte de Etiqueta ou Rotulagem no processo de regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, e para a coexistência de mais de uma arte de etiqueta ou rotulagem para um mesmo produto.

Resolução RDC n.º 288, de 4 de junho de 2019 – Altera a Resolução RDC n.º 7, de 10 de fevereiro



de 2015, que dispõe sobre os Requisitos Técnicos para produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes.

Resolução RDC n.º 312, de 10 de outubro de 2019 – Dispõe sobre o prazo de validade da regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, e altera a Resolução RDC n.º 7, de 10 de fevereiro de 2015.

Resolução RDC n.º 409, 27 de julho de 2020 – Dispõe sobre os procedimentos e requisitos para a regularização de produtos cosméticos para alisar ou ondular os cabelos.

Resolução RDC n.º 432, 4 de novembro de 2020 – Dispõe sobre a obrigatoriedade de descrever a composição em português na rotulagem de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes.

Resolução RDC n.º 528, de 4 de agosto 2021 – Dispõe sobre a lista de substâncias de ação conservante permitidas para produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes e internaliza a Resolução GMC MERCOSUL n.º 35/20.

Resolução RDC n.º 529 de 4 de agosto de 2021 – Dispõe sobre a lista de substâncias que não podem ser utilizadas em produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes e internaliza a Resolução GMC MERCOSUL n.º 62/14, alterada pela Resolução GMC MERCOSUL n.º 37/20.

Resolução RDC n.º 530, de 4 de agosto de 2021 – Dispõe sobre a lista de substâncias que os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes não devem conter exceto nas condições, e com as restrições estabelecidas, a lista de componentes de fragrâncias e aromas que devem ser indicados na rotulagem desses produtos em condições específicas e internaliza a Resolução GMC MERCOSUL n.º 24/11, alterada pela Resolução GMC MERCOSUL n.º 37/20.

De acordo com Gasper (2015), para desenvolver um creme com características agradáveis é necessário considerar a composição e qualidade dos excipientes da formulação e considerar as características físico-químicas do produto final. De acordo com o autor, uma fórmula hidratante deve ser submetida aos testes físico-químicos de pH e densidade, solubilização, estabilização, coloração, emulsificação e diluição, sendo fundamental planejar, gerar conceito, desenvolver a fórmula cosmética, produzir um protótipo, executar ajustes finos e registrar o produto.

Rendimento do óleo essencial de alecrim

A determinação do rendimento de um óleo essencial é de grande importância para que seja verificada a viabilidade da utilização do espécime vegetal na indústria. Sendo assim, a avaliação deste quesito pode ser uma ferramenta para determinar quais plantas possuem potencial financeiro para utilização em medicamentos e cosméticos, uma vez que quanto maior o rendimento do óleo, menor o custo para sua obtenção. Por exemplo, uma planta de baixo rendimento exige que grandes quantidades dela sejam obtidas para o processo de extração e maior o tempo para o processamento e mais equipamentos são necessários, inviabilizando seu uso pela indústria em produções de larga escala quando comparado a espécies que proporcionam um teor maior do metabólito (RIBEIRO; BONILLA; LUCENA, 2018).

Importante destacar que alguns aspectos influenciam a produção de óleos essenciais, como os fatores genéticos e ambientais, e outros influenciam no rendimento, como o método e o tempo de extração (OLIVEIRA *et al.*, 2012). A Tabela 3 apresenta o rendimento do óleo essencial de alecrim, obtido a partir das folhas frescas da planta, por meio de hidrodestilação por um período de duas horas, conforme recomendado por Prins, Lemos e Freitas (2006). O percentual de óleo obtido foi de 0,10%, considerado abaixo do esperado quando comparado a outros achados da literatura.

Tabela 3 - Rendimento do óleo essencial de alecrim (m/v).

Espécie vegetal	Rendimento (g)	Rendimento (%)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,3752	0,1047

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Cutrim *et al.* (2019) obtiveram rendimento de 0,30% na extração do óleo essencial das folhas frescas de alecrim pelo método de hidrodestilação. No entanto, um fato que pode justificar a

diferença de percentual obtido é que os autores do trabalho realizaram o processo de extração por um período de tempo superior ao deste experimento, tendo sido decorridas cinco horas para o processo, contra duas horas neste trabalho.

Prins, Lemos e Freitas (2006) tiveram um rendimento muito superior de óleo essencial de alecrim. Os autores realizaram a hidrodestilação de 50 gramas de massa vegetal seca, obtendo 1,17 mL de óleo essencial. Considerando que o óleo de alecrim apresenta densidade de 0,8940 a 0,9120 (CORRÊA JUNIOR, 1994), o rendimento correspondeu aproximadamente a 2,06%. Além disso, estes autores verificaram em seus estudos maiores teores de α -pineno e β -mirreno em um período de extração entre 90 a 120 minutos, que de acordo com Costa (2017) são importantes constituintes com potencial anti-inflamatório, antimicrobiano e antioxidante.

Resultados semelhantes aos obtidos por Prins, Lemos e Freitas (2006) foram encontrados por Pereira *et al.* (2020), que obtiveram rendimento do óleo essencial de alecrim de 2,05%. As diferenças de rendimento entre os trabalhos da literatura com o resultado do presente trabalho podem estar relacionadas ao método de preparo do material vegetal, sendo que, nos trabalhos em questão, as folhas de alecrim foram secas em estufa e trituradas, antes de serem submetidas ao processo de hidrodestilação. Além disso, o tempo de extração de Pereira *et al.* (2020) também foi maior do que o executado no presente trabalho, tendo sido de três horas.

De forma geral, o rendimento dos óleos essenciais pode sofrer influências por diversos quesitos, dentre eles as estações do ano e condições climáticas em que o material vegetal é obtido. Em épocas de chuvas, por exemplo, ocorre o mecanismo de fonte e dreno das plantas, ocasionando a degradação dos metabólitos especializados das plantas e direcionando os compostos químicos vegetais para a produção de substâncias do metabolismo primário (RIBEIRO; BONILLA; LUCENA, 2018). Além disso, coletas em períodos de sol intenso podem causar alterações nas plantas, como o aroma e a concentração do OE, assim existem horários em que a concentração dos princípios ativos na planta é maior. O melhor horário para coleta do alecrim tendo em vista o maior rendimento de OE é a partir das 16 horas e 30 minutos (GONÇALVES; MANCINELLI; MORAIS, 2009).

Outro ponto que pode influenciar a extração dos óleos essenciais, não somente em relação a rendimento como também a composição do óleo, é o tempo de extração utilizado. Segundo Steffens (2010) observa-se que os compostos dos óleos essenciais como o canfeno, o β -pineno e o mirreno são extraídos em baixo percentual no início da extração, se reduzindo à metade ao final da extração. Desta forma, para a obtenção de um óleo contendo os compostos citados, o ideal é coletá-lo nos primeiros dez minutos de extração. Sendo assim, pode-se ressaltar que diversos pontos devem ser observados quando se deseja obter óleos essenciais com rendimentos de máxima eficiência e que apresentem teores de seus componentes majoritários em concentrações ideais, para que seja viabilizada sua utilização em maiores escalas.

Testes físico-químicos das loções

Após a obtenção do óleo essencial de alecrim, o mesmo foi adicionado à 0,5% na formulação de loção hidratante corporal neutra. A partir daí realizaram-se os testes físico-químicos, a fim de observar se a adição do óleo propiciou alterações na formulação. Os testes foram realizados nas formulações com e sem adição o óleo. As formulações das loções hidratantes, com e sem adição do óleo essencial de alecrim, foram submetidas ao teste de estabilidade preliminar, a fim de observar-se modificações nas características visuais dos produtos.

No primeiro teste a temperatura ambiente, não foram observadas diferenças nos aspectos físicos de ambas as loções testadas. Comportamento semelhante foi observado no estudo de Borella, Souza e Carriel (2023), em que os testes de estabilidade preliminar não alteraram os parâmetros físicos visuais (separação de fases) de formulações de loções cicatrizantes contendo óleo de girassol e extratos de picão preto.

Densidade

A Tabela 4 demonstra as médias dos valores obtidos para o parâmetro densidade, sendo 0,997



g mL⁻¹ para a formulação sem adição do OE e de 1,01 g mL⁻¹ para a formulação contendo o óleo. Observa-se que ambas as formulações testadas, com e sem a adição do óleo essencial de alecrim, não apresentaram diferença neste quesito após a aplicação do teste de estabilidade preliminar, tendo inclusive demonstrado desvio padrão e coeficiente de variação baixos, tanto antes, quanto após o teste de estabilidade preliminar. Sendo assim, pode-se afirmar que a adição do OE não comprometeu a estabilidade preliminar da formulação em relação a densidade do produto.

No trabalho realizado por Borella, Souza e Carriel (2023) foram avaliadas loções contendo óleo de girassol e extratos de picão preto e não foram observadas diferenças na densidade em nenhuma das formulações testadas. Os autores avaliaram ainda, o mesmo parâmetro no teste de estabilidade acelerada, tendo obtido os mesmos comportamentos das loções após quatro meses do início das formulações. Desta forma, a semelhança entre os resultados desse estudo e no presente trabalho demonstram que a adição de produtos oleosos não altera significativamente o parâmetro físico da densidade das loções.

Tabela 4 – Médias das densidades obtidas das loções com e sem adição de OE de alecrim, submetidas ao teste de estabilidade preliminar.

	Densidade (g mL ⁻¹)			
	Inicial		Final	
	Sem OE	Com OE	Sem OE	Com OE
Média	0,997	1,010	0,997	1,010
DP	--	0,060	--	0,060
CV%	--	0,006	--	0,006

*DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Os resultados obtidos no trabalho de Pereira *et al.* (2020) reforçam a ideia de que o OE de alecrim não interfere no parâmetro físico da densidade, haja vista que, os autores adicionaram o óleo em questão a uma formulação de shampoo e o mesmo não apresentou alterações na densidade, mediante os testes de estabilidade preliminar. Portanto, mesmo tendo sido analisado produtos de composição e natureza distintas, observou-se que o OE de alecrim não causou alterações significativas na densidade dos cosméticos em questão.

pH

Na Tabela 5 estão representadas as médias dos valores de pH obtidas das loções submetidas ao teste de estabilidade preliminar, com e sem adição do óleo essencial de alecrim. Pode-se perceber que a loção em que não houve adição do OE não ocorreu modificação no valor de pH mensurado, mantendo-se em 6,3.

No que se refere a loção com adição do OE de alecrim, observou-se um discreto aumento no valor do pH, tendo sido obtido valor inicial de 5,79 e posteriormente ao teste, 5,87, levemente ácido. Os valores de desvio padrão e coeficiente de variação obtidos foram pequenos, demonstrando que as mensurações das grandezas não demonstraram discrepâncias entre si, ressaltando-se que as aferições foram realizadas em triplicata para maior confiabilidade dos resultados. Quando se compara os valores de pH das loções, pode-se observar que a adição do OE de alecrim ocasionou a diminuição do potencial hidrogeniônico da loção.

Em um estudo semelhante realizado por Jesus *et al.* (2021) foram avaliados a estabilidade preliminar de formulações tópicas adicionadas de óleo essencial de capim limão. Os autores encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo, sendo que o creme base quando o OE foi adicionado também demonstrou decréscimo no valor do pH, partindo inicialmente de 5,19 no creme controle, chegando a 4,68 com OE.

Em contrapartida no estudo de Pereira *et al.* (2020), os autores não observaram alteração no pH do shampoo em que foi adicionado OE de alecrim após os resultados de estabilidade preliminar.



Desta forma, pode-se sugerir que a diferença na composição dos produtos (shampoo e loção) pode ser responsável pela observação na oscilação do pH encontrado, haja vista que a natureza química dos componentes das formulações comparadas é distinguida e pode interagir de formas diferentes com o OE.

Tabela 5 - Médias dos valores de pH obtidos das loções com e sem adição de OE de alecrim, submetidas ao teste de estabilidade preliminar.

	pH			
	Inicial		Final	
	Sem OE	Com OE	Sem OE	Com OE
Média	6,300	5,790	6,300	5,870
DP	--	0,017	--	0,015
CV%	--	0,0003	--	0,0002

Legenda: DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

No que se refere ao pH ideal para formulações cosméticas de uso cutâneo, o valor encontrado deve estar dentro do intervalo entre 5 e 6 (SILVA, 2017), pois assemelha-se ao pH da pele. Pode-se afirmar que a adição do OE de alecrim proporcionou a adequação ao valor de pH ideal da formulação da loção, haja vista que, antes da adição do óleo o pH encontrava-se superior ao estabelecido.

Centrifugação

Observa-se na Tabela 6 que as loções testadas apresentaram estabilidade quando submetidas a centrifugação, não havendo alterações físicas relacionados as oscilações de temperatura (37°C, 5°C e -5°C), tempo e/ou ao fato de haver adição do OE de alecrim.

Tabela 6 – Resultado dos testes de centrifugação de loções com e sem OE de alecrim, antes e após o teste de estabilidade preliminar.

	Centrifugação			
	Inicial		Final	
	Sem OE	Com OE	Sem OE	Com OE
	Estável	Estável	Estável	Estável

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Comportamento semelhante foi observado por Borella, Souza e Carriel (2022), quando avaliaram a estabilidade preliminar de loção cicatrizante contendo óleo de girassol e extratos de picão preto. Quando submetidas a centrifugação, as loções testadas não demonstraram separação de fases ou mudanças de aspectos visuais, igualmente observado nas loções testadas no presente estudo.

De forma geral, os testes de estabilidade preliminar demonstraram que a formulação de loção testada não apresentou alterações físico-químicas com a adição do OE de alecrim. Recomenda-se o uso de plantas medicinais com procedência conhecida e composição determinada a fim de que sejam garantidos requisitos mínimos relacionados a composição do produto e a ação esperada, haja vista as diferenças geradas nos produtos de origem vegetal devido a alterações edafoclimáticas, as quais são expostas durante seu cultivo e obtenção. Além disso, resalta-se que o método de obtenção dos óleos essenciais deve ser padronizado, buscando a extração do óleo com rendimento viável economicamente e composição constante, pensando na reprodutibilidade de resultados das análises de estabilidade e também da ação esperada do produto.

Conclusão

A partir dos ensaios, foi obtido quantidade suficiente do óleo essencial (OE) de alecrim para a execução dos testes propostos. No entanto, o rendimento do óleo foi inferior aos citados na literatura, podendo-se atribuir este fato as diferentes condições edafoclimáticas as quais as plantas



estão submetidas e também ao tempo de extração, que foi realizado em duas horas, tendo em vista que para um rendimento máximo de óleo essencial a literatura indica um período de 4 a 5 horas de hidrodestilação.

No que se refere a estabilidade preliminar da loção testada, pode-se dizer que a adição do óleo essencial de alecrim não impactou negativamente na loção base, pois os parâmetros de densidade, pH e aspecto após centrifugação não demonstraram alterações relacionadas a degradação do produto. A adição do OE de alecrim a loção adequou o pH do produto mais próximo ao pH da pele quando comparada a loção base utilizada, fazendo com que o produto estivesse mais próximo as condições ideais para uso cutâneo.

Referências

ABDULKARIM, S. M.; LONG, K.; LAI, O. M.; MUHAMMAD, S. K. S.; GHAZALI, H. M. Some physico-chemical properties of Moringa oleifera seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. **Food Chemistry**, p. 253-263, 2005.

ABIHEC. Associação Brasileira Da Indústria De Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos vê com cautela melhora da balança comercial do setor**. Disponível em: <https://abihpec.org.br/release/industria-de-higiene-pessoal-perfumaria-e-cosmeticos-ve-com-cautela-melhora-da-balanca-comercial-do-setor/>. Acesso em: 12 de jan. de 2022.

ALMEIDA, J. C.; ALMEIDA, P. P.; GHERARDI, S. R. M. Potencial antimicrobiano de óleos essenciais: uma revisão de literatura de 2005 a 2018. **Nutr. Time**, v. 17, n. 01, p. 8623-8633, 2020.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira**. 6.ed. Brasília: ANVISA, v. 1, 2019. 901 p.

ATTI-SANTOS, A. C.; ROSSATO, M.; PAULETTI, G. F.; ROTA, L. D.; RECH, J. C.; PANSERA, M. R.; AGOSTINI, F. SERAFINI, L. A.; MOYNA, P. Physico-chemical evaluation of *Rosmarinus officinalis* L. essential oils. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 48, p. 1035-1039, 2005.

BELTRAME, J. M.; SILVA LOBO, V.; DOTTO, F.; MARQUES, K. B.; ANGNES, R. A. Estudo de obtenção de óleos essenciais e fatores de influência em sua composição. *In: Anais... II ENDICT – Encontro de Divulgação Científica e Tecnológica*. Toledo, Brasil. Out. 2010.

BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas: do cultivo à produção de óleo essencial**. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 2009.

BIZZO, H. R.; Hovell, A. M. C.; Rezende, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, 588-594, 2009.

BRASIL. Diário Oficial; COLEGIADA, DIRETORIA. **Resolução-RDC nº 9, DE 20 de fevereiro de 2015**. Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA Diário Oficial da União, Brasília, DF, Poder Executivo, p. 28-28, 2015.

BORELLA, J. C.; DE SOUZA, R. S.; CARRIEL, Y. G. M. Avaliação preliminar da estabilidade físico-química de loção cicatrizante contendo óleo de girassol (*Helianthus annuus*) e extratos de picão preto (*Bidens pilosa*). **Visão Acadêmica**, v. 23, n. 4, 2023.

CHENDYNSKI, L. T.; CORDEIRO, T.; MESSIAS, G. B.; MANTOVANI, A. C. G., SPACINO, K. R.; ZERAIK, M. L.; BORSATO, D. Evaluation and application of extracts of rosemary leaves, araçá pulp and peel of



bacuri in the inhibition of the oxidation reaction of biodiesel. **Fuel**, v. 261, p. 116379, 2020.

CORRÊA, A. D.; BATISTA, R. S.; QUINTAS, L. E. M. **Plantas Mediciniais: do cultivo á terapêutica**. 6.ed. Petrópolis: Vozes, 1998.

CUTRIM, E. S. M.; TELES, A. M.; MOUCHREK, A. N.; MOUCHREK FILHO, V. E.; EVERTON, G. O. Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante dos óleos essenciais e extratos hidroalcoólicos de *Zingiber officinale* (Gengibre) e *Rosmarinus officinalis* (Alecrim). **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 1, p. 60-81, 2019.

DIAS, V. L. N. **Fitodisponibilidade de metais, caracterização nutricional, constituição química, avaliação da atividade antioxidante e antibacteriana do óleo essencial extraído das folhas da *Cinnamomum zeylanicum* Breyn**. 2009. 115 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

FARIA SOUZA, M. J. M.; SILVA, A. P. L.; OLIVEIRA, N. N. Plantas Aromáticas. **Revista Extensão & Sociedade**, v. 10, n. 1, p. 24-34, 2019.

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017.

FIGUEREDO, C. A. D.; GURGEL, I. G. D.; GURGEL JUNIOR, G. D. A Política Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos: construção, perspectivas e desafios. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 24, p. 381-400, 2014.

GARCIA RÍOS, D. H. **Caracterización de algunos metabolitos primarios y secundarios en dos variedades comerciales de lúcumo** (*Pouteria lucuma*). Universidad Nacional Agraria La Molina. 2016.

GASPER, E. N. **Cosmetologia I**. Indaial: Uniasselvi, 2015. 220 p.

GONÇALVES, G. G.; MANCINELLI, R. C.; MORAIS, L. A. S. Influência do horário de corte no rendimento de óleo essencial de alfavaquinha e alecrim. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. S3299-S3302, 2009.

ISAAC, V. L. B.; CEFALI, L. C.; CHIARI, B. G.; OLIVEIRA, C. C. L. G.; SALGADO, H. R. N.; ORREA, M. A. Protocolo para ensaios físico-químicos de estabilidade de fitocosméticos. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 29, n.1, p. 81-96, 2008.

JESUS, J. G.; LOBO, V. S.; ROSA, M. F.; EISING, R. Elaboração de fórmulas farmacêuticas de uso tópico utilizando óleo essencial extraído do capim limão. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 21800-21815, 2021.

LIMA, S. K.; GALIZA, M.; VALADARES, A. A.; ALVES, F. Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil. **Texto para Discussão**, 2020.

LORENZONI, A. A.; LUSA, F. T.; CAVALLI, A. P.; GNOATO, C. V.; FERRARI, B.; GRACIANI, P. C.; BOHNEN, L. C.; SÁ, C. A.; SILVA CORRALO, V. Efeito protetor de produtos naturais sobre o dano hepático induzido pelo paracetamol. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 11, n. 1/2, p. 43-52, 2014.

MARTIM, J. K. P. **Avaliação da atividade cicatrizante de creme à base de óleo essencial de *Cordia verbenacea* DC para feridas cutâneas em ratos diabéticos**. 2018. 88 f. Dissertação (Mestrado em



Biotecnologia Industrial) – Universidade Positivo, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Industrial. 2018.

MAUL, A. A.; WASICKY, R.; BACCHI, E. M. Extração por fluido supercrítico. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 5, p. 185-200, 1996.

MIGUEL, L. M. Tendências do uso de produtos naturais nas indústrias de cosméticos da França. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, p. 1-15, 2011.

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. D. G.; BATISTA, L. R.; RODRIGUES, L. M. A.; FIGUEIREDO, A. C. D. S. Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento espécies patogênicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, p. 213-220, 2016.

NEVES, D. O. **Estudo farmacológico do timol e carvacrol sobre a contratibilidade da aorta isolada de rato**. 2009. 94 f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências Fisiológicas) - Instituto Superior de Ciências Biomédicas-Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza. 2009.

OLIVEIRA, L.; BARBOSA, A. S.; CUNHA, R. S. S.; MOTA, J. D.; GOMES, L. P.; RODRIGUES, M. G. F. Membrana composta e avaliação na separação de óleo/água. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 47838-47855, 2021.

PEREIRA, G. C.; MOURA MURAT, S. C.; SOUZA MAGALHÃES, B.; SILVA, L. D.; RIBEIRO, R. D. S. G.; BENEVENUTO, B. R.; PEREIRA, C. D. S. S. Análise da estabilidade de um shampoo produzido com adição de óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 13, n. 1, p. 2-7, 2020.

PEREIRA, R. J.; GRAÇAS CARDOSO, M. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Revista de biotecnologia e biodiversidade**, v. 3, n. 4, 2012.

PINTO, M. M. M. Processos de purificação: extração por via química. In: PINTO, Madalena M. M. **Manual de trabalhos laboratoriais de química orgânica e farmacêutica**. p. 38-40, 2011.

PORTE, A.; GODOY, R. L. O. Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.): propriedades antimicrobiana e química do óleo essencial. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 19, n. 2, 2001.

PRINS, C. L.; LEMOS, C. S. L.; FREITAS, S. P. Efeito do tempo de extração sobre a composição e o rendimento do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p. 92-95, 2006.

REBELLO, T. **Guia de produtos cosméticos**. Editora Senac São Paulo, 2019.

RIBEIRO, S. M.; BONILLA, O. H.; LUCENA, E. M. P. Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Croton spp.* da Caatinga. **Iheringia, Série Botânica**, v. 73, n. 1, p. 31-38, 2018.

RITA, J. Herbari Virtual del Mediterrani Occidental. **Univ. les Illes Balear**. URL <http://herbarivirtual.uib.es>, 2019.

ROMAGNOLI, É. S.; BORSATO, D.; SILVA, L. R. C.; CHENDYNSKI, L. T., ANGILELLI, K. G.; CANESIN, E. A. Kinetic parameters of the oxidation reaction of commercial biodiesel with natural antioxidant additives. **Industrial Crops and Products**, v. 125, p. 59-64, 2018.



ROSENTHAL, A.; PYLE, D. L.; NIRANJAN, K. Aqueous and Enzymatic Processes. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 19, p. 402-420, 1996.

SANTOS, A. S.; ALVES, S. D. M.; FIGUEIREDO, F. J. C.; DA ROCHA NETO, O. G. **Descrição de Sistema e de Métodos de Extração de Óleos Essenciais e Determinação de Umidade de Biomassa em Laboratório**. Comunicado Técnico 99, ISSN 1517-2244. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, Belém, PA, p. 99-105, 2004.

SILVA, C. R. C. **Desenvolvimento farmacotécnico de loção hidratante à base de Aloe Vera L. para prevenção de dermatite atópica**. 2017. 54 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Farmácia) - FASF, 2017.

SILVA, G. T. A. **Estudo de processos convencionais de extração de óleos essenciais via revisão bibliográfica: uma base para um projeto industrial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Universidade Federal do Mato Grosso. 2021.

SILVEIRA, J. C.; BUSATO, N.; COSTA, A.; JUNIOR, E. C. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

SIMAS, N. K.; LIMA, E. D. C.; CONCEIÇÃO, S. D. R.; KUSTER, R. M.; OLIVEIRA FILHO, A. M. D.; LAGE, C. L. S. Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue: atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. **Química Nova**, v. 27, p. 46-49, 2004.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2017. 845 p.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, p. 102-106, 2010.

STEFFENS, A. H. Estudo da composição química dos óleos essenciais obtidos por destilação por arraste a vapor em escala laboratorial e industrial. 2010. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TRANCOSO, M. D. Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano. **Revista Práxis**, v. 5, n. 9, 2013.

VALENTIM, J. A.; SOARES, E. C. Extração de óleos essenciais por arraste a vapor: um kit experimental para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 40, p. 297-301, 2018.



Utilização dos serviços de saúde por mulheres trans em situação de rua: uma percepção em Belo Horizonte

Bárbara Ingrid de Souza Silva*, Sheila Aparecida Ferreira Lachtim**, Nathália de Moura Figueiredo***; Carla Gabriella Ribeiro Randow****; Thiago Gomes Gontijo*****; Giselle Lima de Freitas**

*Acadêmica de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais.

**Professora adjunta da Escola de Enfermagem da UFMG.

***Enfermeira formada pela UFMG. Residente em Enfermagem Obstétrica da UFMG.

****Enfermeira formada pela Universidade Federal de Minas Gerais.

*****Professor substituto e pós graduando da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais.

*Autor para correspondência e-mail: barbaraanjo.ingrid@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Pessoas Transgênero
Pessoas em Situação de Rua
Qualidade
Acesso e Avaliação da Assistência à Saúde

KEYWORDS

Transgender People
People in Street Situation
Quality
Access and Evaluation of Health Care

Resumo: Estar em situação de rua expõe as pessoas trans a extrema vulnerabilidade e situação de risco. Em relação às mulheres trans, além de agravar a vulnerabilidade já exposta nas ruas, o principal obstáculo na utilização dos serviços de saúde é a assistência discriminatória, estruturada na transfobia institucionalizada e a hostilidade nos serviços. O objetivo do estudo foi analisar a percepção de mulheres trans em situação de rua quanto a utilização dos serviços de saúde. Realizou-se um estudo qualitativo descritivo no período de 22 de agosto a 21 de setembro de 2021, o cenário para a pesquisa foi o Centro Integrado de Atendimento à Mulher e houve a participação de quatro mulheres trans em situação de rua. A coleta foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas e os dados foram submetidos à análise de conteúdo. A partir da leitura do material foi possível identificar três categorias: I) Conhecimento em saúde; II) Facilidades e dificuldades na utilização dos serviços de saúde por mulheres trans; III) Planejamento de futuro. As mulheres trans em situação de rua estão sujeitas a sofrerem duplamente vulnerabilidade, devido ao contexto no qual estão inseridas. Os resultados permitem confirmar a relevância da capacitação dos profissionais para o atendimento ao público trans, bem como da necessidade de se produzir novos estudos que abordem a temática.

Use of health services by homeless trans women: a perception in Belo Horizonte

Abstract: Being on the streets exposes trans people to extreme vulnerability and risk. Regarding trans women, in addition to aggravating the vulnerability already exposed on the streets, the main obstacle in the use of health services is discriminatory assistance, structured on institutionalized transphobia and hostility in services. The objective of the study was to analyze the perception of trans women living on the streets regarding the use of health services. A descriptive qualitative study was carried out from August 22 to September 21, 2021, the scenario for the research was the Integrated Center for Assistance to Women and there was the participation of four trans women living on the streets. The collection was carried out through semi-structured interviews and the data were submitted to content analysis. After reading the material, it was possible to identify three categories: I) Health knowledge; II) Facilities and difficulties in the use of health services by trans women; III) Planning for the future. Trans women living on the streets are subject to doubly vulnerable, due to the context in which they are inserted. The results allow confirming the relevance of training professionals to serve the trans public, as well as the need to produce new studies that address the theme.

Recebido em: 10/08/2023

Aprovação final em: 02/12/2023

Introdução

O conceito de vulnerabilidade é multidimensional e abrange questões econômicas, fragilidades nas relações interpessoais, desigualdade e dificuldade no acesso a bens, direitos e serviços públicos (CARMO; GUIZARDI, 2018). No âmbito da saúde pública, a vulnerabilidade é visualizada em situações em que por fatores históricos, circunstanciais ou temporais, o sujeito, grupo ou comunidade tem sua estrutura social determinada, e esses fatores refletem nas condições de vida e de saúde identificadas (LORENZO, 2006).

A vulnerabilidade social pode ser definida como processos de exclusão, discriminação ou enfraquecimento de grupos sociais (PALMA; MATTOS, 2001). Em vista disso, pessoas em situação de rua, experienciam a vulnerabilidade em múltiplas dimensões e requerem demandas urgentes de atenção à saúde (BRASIL, 2009). Apesar de não superarem a desigualdade, pode-se dizer que as políticas públicas instituem sistemas de proteção social, já que alteram o padrão de distanciamento entre as classes sociais (FRANCO; MAGALHÃES, 2005). Segundo a Política Nacional para a População em Situação de Rua (PSR), essa população pode ser caracterizada como um grupo heterogêneo, composto por pessoas com diferentes realidades, que possuem em comum a pobreza extrema, os vínculos familiares interrompidos ou fragilizados e a ausência de uma habitação convencional regular, tendo a rua como espaço de moradia e sustento (BRASIL, 2009).

Publicada em 2011 pelo Ministério da Saúde, a Portaria n.º 122 ampliou o acesso da PSR aos serviços de saúde ao determinar as diretrizes de funcionamento e organização das equipes de Consultório na Rua (eCR), que devem ter formação multiprofissional capaz de lidar com diferentes demandas de saúde (BRASIL, 2012). No entanto, existem barreiras de acesso aos serviços de saúde para essa população (BRITO; SILVA, 2022). Frequentemente são vítimas de preconceito e discriminação na procura pelos serviços, se deparando com profissionais despreparados para a realização de uma escuta qualificada e acolhimento adequado (ANTUNES; ROSA; BRÊTAS, 2016).

Com base no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal, em março de 2021, existiam 160.097 pessoas em situação de rua cadastradas em sua base de dados. Destas, 18.959 em Minas Gerais e 8.840 na capital, Belo Horizonte. Das 8.840, apenas 64% tiveram cadastros atualizados nos últimos 24 meses e 20,82% nos últimos 12 meses, em um período de agravamento das condições sanitárias e humanitárias vivenciado com a pandemia da COVID-19, isso impacta, por exemplo, em menos acesso a programas sociais como o Auxílio Brasil e o Auxílio Emergencial (UFMG, 2021).

Estar em situação de rua expõe esse público a extrema vulnerabilidade e situação de risco. Por se tratar de um grupo heterogêneo, considera-se que pode haver situação de maior vulnerabilidade, como para mulheres em situação de rua, pessoas com deficiência em situação de rua, idosos, negros e mulheres trans em situação de rua (CAMPOS; CARDOSO; MORETTI-PIRES, 2019).

O termo "gênero" define o que é ser homem ou mulher a partir de uma lógica binária, tendo por base comportamentos e conceitos socioculturais impostos (CONNELL; PEARSE, 2015). Essa definição limita a autopercepção, que é subjetiva. As pessoas que se identificam com o sexo biológico são denominadas homem ou mulher cisgênero. Enquanto, mulheres transgênero, o alvo deste estudo, não se reconhecem como gênero masculino, legitimado por meio de características sexuais anatómicas, e sim, com o feminino, como mulheres transexuais ou travestis (FLOTSKAYA *et al.*, 2018).

Baseado em registros governamentais, a extensão da população de transgênero é desconhecida, uma vez que no Censo Demográfico e em pesquisas, como a Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD), os entrevistados não são questionados quanto à identidade de gênero (BRASIL, 2016a). Mas, existe uma estimativa de que 1,9% da população seja não-cisgênero, sendo 1,1% da população pertencente ao gênero feminino (travestis e mulheres transexuais) e 0,8% pertencentes ao gênero masculino (homens trans e transmasculinos) (ANTRA, 2022).

De acordo com a Associação Nacional das Travestis e Transexuais (ANTRA), o Brasil foi, em 2021, pelo 13º ano consecutivo, o país onde mais pessoas trans foram assassinadas, com registro de 140 assassinatos. Deste total, 135 tiveram como vítimas travestis e mulheres transexuais, ato classificado como transfeminicídio, assassinato sistemático dessa população, descrito como política de



eliminação da população trans motivada pelo ódio. Entre os anos 2017 e 2021, aconteceram 781 assassinatos de pessoas trans brasileiras, levando em consideração números absolutos, Minas Gerais ocupa a quarta posição, com 60 homicídios, ficando atrás apenas dos estados de São Paulo, Ceará e Bahia. Além disso, em levantamento realizado pela Revista Gênero e Número, houve um aumento de 800% das notificações de agressão contra essa comunidade, levando ao dado de 11 pessoas agredidas por dia no Brasil (ANTRA, 2022).

Em relação ao atendimento às mulheres trans, o principal obstáculo na utilização dos serviços é a assistência discriminatória, estruturada na transfobia institucionalizada e a hostilidade nos serviços (ROCON *et al.*, 2016). Vale destacar que, a utilização dos serviços de saúde resulta de uma interação de fatores, como a necessidade e a percepção desta sob a ótica do usuário, e a oferta disponível de serviços (STOPA *et al.*, 2017). São várias as condições que se associam à essa oferta de serviços, como acessibilidade geográfica, fatores socioculturais e econômicos (BARATA, 2008). Já o acesso a esses serviços, retrata ainda, juntamente com a utilização, desigualdades e vulnerabilidades reais dentro da sociedade (STOPA *et al.*, 2017).

As mulheres trans em situação de rua, martirizam com falta de acesso às necessidades e demandas básicas de saúde desse público, contemplando ausência de exames físicos, dificuldade de compreensão das orientações médicas e o não uso do nome social (ROCON *et al.*, 2016). A distinção no atendimento fica mais evidente se comparado a diferentes grupos sociais (GONZALES; HENNING-SMITH, 2017).

Neste estudo, o termo mulheres trans em situação de rua se refere àquelas que, durante a entrevista, se apresentaram verbalmente como mulher trans e que, estão ou já estiveram em algum momento da vida, em situação de rua. Dessa forma, entendendo que esta população é composta por pessoas em contexto de vulnerabilidade e duplamente excluídas da sociedade, ou seja, fazem parte de dois grupos que frequentemente sofrem discriminação, a população trans e população em situação de rua, justifica-se um estudo qualitativo descritivo que promova a análise e fomenta a discussão em relação à utilização dos serviços de saúde por esse público. Para esse estudo, a pergunta norteadora elaborada foi: “Qual a percepção das mulheres trans em situação de rua quanto aos serviços de saúde da rede de atenção no município de Belo Horizonte?”. Objetivou-se analisar a percepção de mulheres trans em situação de rua quanto a utilização dos serviços de saúde.

Metodologia

A abordagem utilizada para o desenvolvimento deste estudo foi qualitativa descritiva. A coleta dos dados foi realizada no período de 22 de agosto a 21 de setembro de 2021. O cenário para a pesquisa foi o Centro Integrado de Atendimento à Mulher (CIAM). O serviço tem como horário de funcionamento 13h às 18h, de segunda a sexta-feira. O CIAM acolhe mulheres em situação de vulnerabilidade social, com trajetória de vida nas ruas, em uso prejudicial de álcool e outras drogas e em situação de violência doméstica. A escolha desse local para a realização da pesquisa se deu pela presença do público-alvo.

Os critérios de inclusão foram: se reconhecer como mulher trans; mulheres trans que estão em situação de rua ou já estiveram e ter utilizado algum serviço da rede de atenção à saúde. O critério de exclusão foi ter menos de 18 anos. Todas as mulheres trans que foram convidadas a participar do estudo aceitaram e não houve exclusão.

O presente estudo utilizou como instrumento, um roteiro de entrevista semiestruturada, elaborado especialmente para a pesquisa. As entrevistas foram gravadas e tiveram duração média de 20 minutos. Para a análise foram transcritas na íntegra pelos pesquisadores, inclusive quando se referiram a si próprias no gênero gramatical masculino. Foram utilizados pseudônimos, para garantir o anonimato e sigilo, tendo como resultado a codificação: Rosa; Margarida; Violeta; Hortênsia.

O instrumento foi aplicado individualmente, em um local reservado e seguro, de forma que permitisse a fala livre das entrevistadas sobre suas experiências, descrevendo com detalhes as dimensões abordadas. Para que isso ocorra, o pesquisador fornece oportunidades, logo, é possível captar as falas de modo a enriquecer o material de análise (POUPART *et al.*, 2010).



Para o processo de tratamento dos dados, foi utilizado o software MaxQda que permitiu a identificação e organização das falas das entrevistadas em temas comuns, para os quais foram conferidos códigos. Posteriormente, foi elaborada uma definição para cada um dos códigos, com o objetivo de aumentar a acurácia no momento da sua utilização pelos pesquisadores. Ao final, o conjunto de códigos foi avaliado pelos pesquisadores simultaneamente nas 04 entrevistas para verificar a adequação. Todo o processo de codificação foi realizado de maneira independente.

Após a etapa de tratamento, os dados categorizados em diferentes códigos foram submetidos à análise de conteúdo. Essa técnica se trata de um método de pesquisa que permite o entendimento amplo de opiniões e ações em textos escritos, além de transformar materiais brutos em dados que possibilitam a análise científica e, assim, tornar a avaliação do pesquisador sistematizada (FERNANDES, 2017).

Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG) CAAE 48038221.9.0000.5149. As participantes do estudo, leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, após serem informadas da confidencialidade dos dados coletados para a pesquisa.

Resultados e discussão

Foi traçado o perfil das quatro mulheres trans entrevistadas com o objetivo de proporcionar uma melhor compreensão dos resultados. As entrevistadas foram: 1) Rosa, mulher trans, hétero, 31 anos, autodeclarada parda, solteira, ensino fundamental incompleto, atualmente está fazendo Educação de Jovens e Adultos (EJA), possui o Auxílio Brasil como fonte de renda, natural de Vitória, Espírito Santo e atualmente está em situação de rua em Belo Horizonte, soropositiva; 2) Margarida, mulher trans, hétero, 39 anos, autodeclarada preta, ensino superior completo, não possui fonte de renda, natural e reside em Belo Horizonte e no momento descreve estar com “problema em relação a moradia”, relata já ter contraído sífilis; 3) Violeta, mulher trans, hétero, 33 anos, autodeclarada parda, solteira, ensino fundamental completo, possui Auxílio Brasil como fonte de renda, natural e reside em Belo Horizonte, refere já ter estado em situação de rua, mas no momento mora em uma república, relata já ter contraído sífilis e gonorreia; 4) Hortênsia, mulher trans, hétero, 30 anos, autodeclarada preta, solteira, ensino fundamental completo, possui o Auxílio Brasil como fonte de renda, descreve já ter estado em situação de rua, natural e reside em Belo Horizonte.

A partir da leitura do material foi possível identificar três categorias: I) Conhecimento em saúde; II) Facilidades e dificuldades na utilização dos serviços de saúde por mulheres trans; III) Planejamento de futuro.

Conhecimento em saúde

Para essa categoria gerou-se a nuvem de palavras exposta pela Figura 1.

Observa-se que as principais palavras em destaque são HIV, Uso, Poder, Programa, Tratamento, Fiocruz, Prevenção e Projeto. As entrevistadas remetem ao processo educativo como capaz de discutir projetos de prevenção e tratamento, além de instituições consideradas importantes para debater o tema, como a Fiocruz.

As entrevistadas foram questionadas sobre o seu conhecimento prévio em relação ao preservativo e com qual frequência fazem o uso do mesmo. As quatro participantes afirmam conhecer e fazer uso do método com frequência em suas relações sexuais:

“Sim, sempre! Desde quando me entendi como ativa sexualmente, entendeu? Sempre tive o hábito de usar, foram raras as vezes que eu não uso. Hoje eu não uso com meu companheiro, mas é questão de confiança.” (Margarida). Violeta refere: “Eu falo, às vezes, assim, quando eu to ficando com outro, eles “é louco” pra penetrar em mim sem camisinha, eu não deixo.”

Quando questionadas sobre terem ou não recebido orientações nas Unidades Básicas de Saúde (UBS), em relação ao preservativo, Rosa e Violeta relataram que não obtiveram informações dos

profissionais e que adquiriram conhecimento por experiências próprias. Já Margarida, afirmou que foi orientada na Fiocruz do Rio de Janeiro, por um técnico de enfermagem. Enquanto Hortênsia, recebeu orientações pelo programa “BH de mãos dadas” e diz reconhecer a importância de se ter essa conversa com mulheres trans.

Margarida descreve uma experiência pessoal de cuidado direto a uma pessoa vivendo com HIV/Aids “[...] E assim, eu vi uma coisa tenebrosa, porque ele se definiu, ele apodreceu em vida e isso ficou na minha mente [...]”.

Figura 1 – Nuvem de palavras referente a categoria conhecimento em saúde.



Fonte: As autoras (2023).

E foi devido a esse acontecimento que resolveu pesquisar sobre a temática e suas formas de transmissão. Além disso, Margarida afirmou que era voluntária em projetos sociais pela prefeitura do Rio de Janeiro, voltados para o público trans. Um desses projetos tinha como objetivo a prevenção de Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST's). Nesse trabalho, era realizada abordagem desse público, na rua ou em prostíbulos e a oferta de testes rápidos. Os casos soropositivos eram encaminhados para a Fiocruz, clínicas da família e hospital de referência, para confirmar o diagnóstico e iniciar o tratamento:

“E acabou que englobou tanto que a gente começou a levar as meninas trans para poder fazer identidade social, muitas tão na rua mas às vezes estão sem condições... Sabe algumas, assim, tavam desabrigadas, a gente conseguiu tentar encaminhar para um abrigo, pra alguma coisa assim [...]”.

Outro projeto citado foi o “Café Preventivo”, incluindo a própria Margarida como uma das idealizadoras. Quinzenalmente, era oferecido café da manhã. As mulheres trans recebiam orientações, interagiam entre si e discutiam questões relacionadas à saúde e acesso aos serviços de saúde, demonstrando a importância de recrutar e preparar as próprias mulheres trans como multiplicadoras do autocuidado em saúde.

Facilidades e dificuldades na utilização dos serviços de saúde por mulheres trans

Para essa categoria gerou-se a nuvem de palavras demonstrada na Figura 2.

Na segunda categoria algumas palavras em destaque são Saúde, Ver, Remédio, Burocracia, Consulta, Acho, Distante e Facilidade. Essas palavras remetem a percepção em relação ao serviço de saúde, como facilidades e dificuldades que encontram.

Figura 2 – Nuvem de palavras referente a categoria facilidades e dificuldades na utilização dos serviços de saúde por mulheres trans.



Fonte: As autoras (2023).

Primeiramente, as entrevistadas foram questionadas quanto ao fato de se sentirem ou não acolhidas nos serviços de saúde, todas relataram serem bem recebidas pela equipe, incluindo o uso do nome social. Em contrapartida, Margarida conta uma situação oposta que ocorreu com a sua amiga:

“[...] Na semana passada eu tive até um ‘equivocozinho’, não comigo, com uma companheira, que o rapaz falou ‘ele’, mas eu educadamente falei com ele ‘você tá vendo algum short largo, coçando o saco, cuspidando no chão’, desculpa a expressão. ‘Não’, ‘Tá vendo barba, bonezinho? Também não?’ ‘Então é ela, se dirija como ela’. Aí ele foi e [...] ‘Não, me desculpe’, aí falei ‘Então pronto’, você para poder trabalhar com o público você tem que se organizar e entender como tratar o público, independente se é no hospital, se é no posto de saúde, se é no posto de gasolina, no mercado ou na banca de camelô. A pessoa tem que ser tratada de forma com que ela se mostra. A sociedade quando nos olha, vê que não somos homens, entendeu? Então é por aí.”

As entrevistadas também foram questionadas sobre quais os serviços de saúde utilizam com mais frequência. Rosa afirma que frequenta a UBS:

“[...] Aí a gente quando a gente precisa de alguma coisa elas dão o encaminhamento e a gente vai ali. Tenho que tomar agora a minha segunda dose, minha injeção do corona, né? COVID que é pra esse mês [...]. E cirurgias, alguns tempos atrás eu tava com a boca inchada por causa de uma inflamação na gengiva por causa de um dente né? E aí as meninas encaminharam pra lá e lá a dentista resolveu.”

Margarida, ao responder à questão, referiu utilizar vários serviços oferecidos pelas Unidades Básicas de Saúde:

“Então, eu sofro de epilepsia, eu já faço tratamento acompanhado. Tenho alguns problemas psíquicos devido a depressão, né? E faço sempre o teste rápido preventivo, quando aconteceu a situação da sífilis [...] Aí de 3 em 3 meses eu vou e faço o teste rápido, entendeu? Ainda ficou a cicatriz da sífilis, porque fica né? No teste rápido consta mas aí quando eu faço o exame mais aprofundado vê que tá normal.”

Do mesmo modo, Violeta relatou frequentar a UBS e afirma conhecer o projeto “BH de mãos dadas”: “[...]Eu não saio de dentro dele. Eu sou, nossa, muito muito muito bem tratada, que eles chegam até a



anos (ANTRA, 218). Devido a isso, cerca de 0,02% desta população está na Universidade, 72% não possui ensino médio completo e 56% têm ensino fundamental incompleto. Fato este que gera maior dificuldade na inserção do mercado formal de trabalho e piora na qualificação profissional (ANTRA, 2022).

Em razão dessa exclusão familiar precoce, parte desta população se encontra nas ruas. A junção entre identidade de gênero e classe social, no caso, a falta de moradia, de acordo com o estudo de Souza e Tanaka (2022), resulta em uma assistência inadequada a mulheres trans em situação de rua, sobretudo em relação à saúde mental, uso prejudicial de substâncias psicoativas ou o processo transexualizador.

O conhecimento prévio em relação ao preservativo e a frequência de sua utilização em relações sexuais aparecem em todas as falas das entrevistadas, apesar de três das quatro participantes já terem contraído alguma Infecção Sexualmente Transmissível (IST), no entanto, percebe-se que quando estão com parceiro fixo, relatam não fazerem o uso do método. A ideia de fidelidade que se supõe existir em um relacionamento com parceiro fixo, faz com que se tenha confiança para dispensar o uso de preservativos nas relações sexuais (NASCIMENTO; CAVALCANTI; ALCHIERI, 2017).

É necessário reafirmar para essas mulheres a importância de utilizar o preservativo, mesmo com parceiro fixo. Além de fornecer orientações quanto a maneira correta de utilização, evitando erros que possam comprometer sua eficácia, já que o único método para prevenção de IST's é a camisinha masculina ou feminina (BRASIL, 2022). Nesse sentido, experiências de educação em saúde, como as que foram relatadas por uma das entrevistadas, nas quais mulheres trans discutiam com outras mulheres trans sobre questões que envolviam sua saúde após capacitação, não só possibilitam a aproximação desse público como também proporcionam um atendimento mais inclusivo e humanizado e possibilitam uma inserção no trabalho como educadora em saúde.

Os achados deste estudo demonstraram que as entrevistadas conhecem e frequentam os vários serviços de saúde disponíveis, como acessos pontuais aos Centros de Saúde, para vacinação, acompanhamentos, realização de exames de rotina, além de episódios de internação hospitalar. Durante a entrevista foi citado o programa "BH de mãos dadas contra a AIDS", criado em Belo Horizonte, no ano 2000, que objetiva trabalhar com diversos grupos acerca da saúde sexual, prevenção de ISTs, desmistificação de preconceitos e discriminações de gênero, raça e etnia, além de formas de redução de danos do uso abusivo de álcool e outras drogas (PHB, 2021).

O programa possui duas estruturas de trabalho: Formação de multiplicadores e trabalho em campo com redução de danos. A formação de multiplicadores ocorre por meio de oficinas e palestras, desenvolvidas por educadores sociais acerca da sexualidade e suas diferentes formas de se manifestar. Abrange professores, alunos, profissionais da saúde e outros participantes. O trabalho de redução de danos em campo acontece nas 9 regionais, com os grupos em situação de vulnerabilidade, por meio de abordagens, acompanhamento e encaminhamento para os centros de saúde (PHB, 2021).

Quanto ao acesso aos serviços de saúde, Mendes, Oliveira e Pilecco (2019) refere que os casos mais graves de discriminação vivenciados pela população LGBT, acontece com travestis e transgênero, já que somado à transfobia institucional está a necessidade de um atendimento com demandas especializadas, como o tratamento hormonal. No estudo atual, embora as mulheres trans tenham demonstrado que frequentam os serviços de saúde, relataram dificuldade de acesso a demandas especializadas para as que se interessam pelo processo de transexualização.

Em relação ao uso do nome social, todas as entrevistadas relataram que tiveram seus nomes respeitados. O bom vínculo com os profissionais de saúde citado por elas possivelmente pode estar relacionado a este fato. O Decreto Presidencial N° 8.727/2016, dispõe sobre a garantia do uso do nome social e do reconhecimento da identidade de gênero de pessoas travestis e transexuais no âmbito da administração pública federal (BRASIL, 2016b). O nome social é a designação pela qual a pessoa travesti ou transexual se identifica e é socialmente reconhecida.

O uso e o respeito ao nome social, evita a exposição e o constrangimento, além de facilitar a formação do vínculo com o serviço de saúde e com o profissional. O não uso pode ser definido como um exemplo de violência institucional, praticada por aqueles que teoricamente deveriam proteger



essa população, com um atendimento humanizado e reparador de danos (MENDES; OLIVEIRA; PILECCO, 2019). Nos Estados Unidos, após pesquisa com 129 pessoas trans, concluiu-se que o respeito ao nome social diminui as taxas de depressão e suicídio (ANTRA, 2022).

No que se refere a utilização dos serviços de saúde, nesse estudo observou-se dificuldade para o acesso ao tratamento de HIV no Sistema Único de Saúde. O Ministério da Saúde identificou a prevalência de HIV em mulheres trans e travestis em 31,2% (BRASIL, 2016a). Nos últimos anos, houve melhoria em alguns municípios brasileiros quanto à atenção às Pessoas Vivendo com HIV/AIDS (PVHIV), já que foi implantado um novo modelo de atenção em que as ações são estruturadas de acordo com a realidade local, passando a envolver diferentes níveis de atenção. Nesse modelo, os serviços especializados continuam sendo fundamentais, mas a linha de cuidado envolve outros serviços de saúde, em especial da Atenção Primária. Quando indicado, outros serviços também são importantes, como a atenção domiciliar e equipes de consultório de rua.

A Atenção Básica favorece o vínculo terapêutico, auxiliando na promoção de um estilo de vida saudável. Para um tratamento adequado, a PVHIV deve ser acolhida sem discriminação, mantendo participação ativa no autocuidado, por conseguinte facilitando a adesão ao tratamento, prevenção da transmissão do vírus e redução da mortalidade pela doença (BRASIL, 2017). Em 2021, Minas Gerais totalizou 2.659 diagnósticos no estado, e por meio da Secretaria de Estado de Saúde, referiu que, há distribuição de antirretrovirais, a partir do Ministério da Saúde, para as Unidades Dispensadoras de Medicamentos (UDMs) e estes são ofertados aos pacientes em tratamento (BRASIL, 2021).

As entrevistadas relataram realizar tratamento hormonal, ou seja, administração de hormônios para induzir mudanças corporais para afirmação do gênero que se identificam, sem acompanhamento ou orientação médica, assim como ilustrado pelos estudos de Kulick (2008) e Benedetti (2005). Ademais, os autores referem que os efeitos colaterais resultantes do uso indiscriminado de hormônios são aceitos por significarem o ingresso em uma nova e desejada identidade social (KULICK, 2008; BENEDETTI, 2005).

Na Política Nacional Integral de Lésbicas, Gays, Bissexuais e Transgêneros (LGBT), de 2013, consta que o cuidado e a hormonização para pessoas trans devem ser viabilizados em unidades do Sistema Único de Saúde (BRASIL, 2013). Apesar desse avanço, se perpetuam dificuldades como, por exemplo, a distribuição geográfica limitada de serviços e profissionais de saúde (OLIVEIRA, 2022). A automedicação com altas doses é comum, o que pode ser relacionado com a escassez de Unidades de Saúde que fornecem hormônios prescritos e o acompanhamento do seu uso, além disso, o acesso a medicação pode apresentar barreiras como discriminação, estigma e a redução na busca por serviços de saúde (SOUZA *et al.*, 2015).

No estudo de Oliveira *et al.* (2022) as próprias entrevistadas definiram essa priorização de tratamento no serviço de saúde como " vaidade". O que, de acordo com os autores, pode ser considerado uma distorção simbólica, consequência de experiências prévias frustrantes ou entendimento reduzido da sua própria humanidade. Já no presente estudo, as entrevistadas não demonstraram o mesmo pensamento. Porém, permanecem desassistidas quanto ao processo de hormonização, característica da iniquidade presente no Sistema Único de Saúde, o que reforça a busca por a autogestão do tratamento já citada anteriormente. Essa decisão negligencia as políticas públicas estabelecidas e culpabiliza essa população por não se "encaixar" nas formas comuns de assistência (OLIVEIRA *et al.*, 2022).

Em relação ao planejamento do futuro, as entrevistadas relatam o desejo por uma vida estável, emprego, acesso à moradia, retorno aos estudos e formação de família. No entanto, a falta de capacitação profissional, baixa escolaridade e preconceitos velados das empresas, dificultam a inserção das mulheres trans no mercado de trabalho formal, logo, muitas estão sujeitas a trabalharem na indústria do sexo (ANTRA, 2022). Fato este que corrobora a ANTRA que demonstra uma estimativa de 4% da população trans feminina em empregos formais, 6% em atividades informais e subempregos e 90% utilizando a prostituição como fonte primária de renda no Brasil (ANTRA, 2022). Se comparado aos dados da população geral, com base na Pesquisa Mensal de Emprego do IBGE de 2015, há um aumento de aproximadamente 50% (SILVA; LUPPI; MASCENA, 2020). Ainda, 78% dos



assassinatos que acontecem nesta população foram contra travestis e mulheres trans profissionais do sexo, já que são as mais expostas à violência direta e que vivenciam a marginalização imposta (ANTRA, 2022).

Em uma pesquisa realizada com 528 pessoas trans ocupadas, 16,7% possuem um vínculo formal. Destas, apenas 13,9% eram mulheres trans/travestis, correspondendo a uma chance de nove vezes mais baixa de estarem inseridas no mercado formal se comparado aos homens trans. De acordo com os autores, isso se deve pela aparência concordando com a identidade de gênero na qual se identifica após o uso de hormônios dos homens trans, levando a uma provável menor discriminação (SILVA; LUPPI; MASCENA, 2020).

Como limitações do estudo, podemos citar a falta de referencial teórico pré-existente que resultaria em uma abordagem mais aprofundada na discussão dos resultados, tal como, o pequeno número de participantes, característico da pesquisa qualitativa. A impossibilidade da generalização dos dados uma vez que esse tipo de pesquisa não possibilita essa generalização. Além disso, a dificuldade de resposta a algumas perguntas, contornada pelo entrevistador ao acolher e permitir a livre expressão dos participantes. Ainda assim, o estudo lança luz sobre o tema e aponta para a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a utilização, acolhimento e cuidado em saúde para o público trans em situação de rua.

Conclusão

Diante do exposto, conclui-se que as mulheres trans em situação de rua estão sujeitas a sofrer duplamente vulnerabilidade, devido ao contexto no qual estão inseridas. Contudo, as entrevistadas citam a utilização de alguns serviços de saúde em diferentes níveis de atenção, mesmo com as dificuldades apontadas por elas, como preconceito, estigmatização e ausência de tratamentos direcionados a esse público. Observa-se que permanece a dificuldade de disponibilização para acesso e utilização de serviços especializados, como o acompanhamento para reposição hormonal e serviços de prevenção e tratamento de ISTs. Em seus discursos, observou-se também o risco aumentado para ISTs quando estão em um relacionamento estável; dessa forma, essas questões devem ser abordadas no processo de educação em saúde pela equipe multiprofissional.

Cabe ressaltar que a escassez de estudos sobre este grupo prejudica a implementação de políticas públicas e reproduz a invisibilidade social desta população. Além disso, sugere-se a necessidade de capacitação dos profissionais para o atendimento ao público trans, por meio de educação permanente e mudanças na grade curricular, abordando essa temática em matérias obrigatórias. Dessa forma, será possível contribuir para o desenvolvimento de profissionais capazes de fornecer para esse público um atendimento humanizado e pautado em suas necessidades.

Este estudo pode contribuir para a elaboração de teorias e a melhora da assistência, gestão e educação no cuidado em saúde às mulheres trans em situação de rua, beneficiando no manejo das fragilidades do acesso aos serviços que as mulheres trans em situação rua experienciam.

Referências

ANTUNES, C. M. C.; ROSA, A. S.; BRÊTAS, A. C. P. From the stigmatizing disease to resignification of living on the streets. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, v. 18, p. 1-9, 2016. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/04/832781/33141-176242-2-pb.pdf>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRAVESTIS E TRANSEXUAIS (ANTRA). **Mapa dos assassinatos de Travestis e Transexuais no Brasil em 2017**. 2018. Disponível em: <https://antrabrasil.files.wordpress.com/2018/02/relatc3b3rio-mapa-dos-assassinatos-2017-antra.pdf>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRAVESTIS E TRANSEXUAIS (ANTRA). Secretária de articulação política da ANTRA. Observatório de Políticas Públicas LGBTI+. **Dossiê Assassinatos e Violências contra pessoas Trans em 2022**. Maranhão, 2022.



BARATA, R. B. Acesso e uso de serviços de saúde: considerações sobre os resultados da Pesquisa de Condições de Vida 2006. *São Paulo em Perspectiva*, v. 22, n. 2, p. 19-29, 2008. Disponível em: http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v22n02/v22n02_02.pdf. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

BENEDETTI, M. R. **Toda feita**: o corpo e o gênero das travestis. Rio de Janeiro: Garamond; 2005. 144 p.

BRASIL. Decreto n.º 7.053, de 23 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional para a População em Situação de Rua e seu Comitê Intersetorial de Acompanhamento e Monitoramento, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Decreto n.º 8.727, de 28 de abril de 2016b. Dispõe sobre o uso do nome social e o reconhecimento da identidade de gênero de pessoas travestis e transexuais no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Gestão Estratégica e Participativa. Departamento de Apoio à Gestão Participativa. **Política Nacional de Saúde Integral de Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis e Transexuais**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das Infecções Sexualmente Transmissíveis, do HIV/Aids e das Hepatites Virais. **Cuidado integral às pessoas que vivem com HIV pela Atenção Básica**: manual para a equipe multiprofissional. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cuidado_integral_hiv_manual_multiprofissional.pdf. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

BRASIL. Portaria n.º 122, de 25 de janeiro de 2011. Define as diretrizes de organização e funcionamento das equipes de Consultório na Rua. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Aids. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aids-hiv>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Prevenção. 2022**. Disponível em: <http://antigo.aids.gov.br/pt-br/publico-geral/infecoes-sexualmente-transmissiveis/prevencao>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

BRASIL. Secretária de Vigilância em Saúde. Departamento de vigilância, prevenção e controle das infecções sexualmente transmissíveis, do hiv/aids e das hepatites virais. **Relatório de Monitoramento Clínico do HIV**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2016a.

BRITO, C.; SILVA, L. N. População em situação de rua: estigmas, preconceitos e estratégias de cuidado em saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 27, n. 1, p. 151-160, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/7LPJ5Lk7TZkZSG9fnprTPyg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

CAMPOS D. A.; CARDOSO, H. M.; MORETTI-PIRES, R. O. Vivências de pessoas LGBT em situação de rua e as relações com a atenção e o cuidado em saúde em Florianópolis, SC. *Saúde Debate*, v. 43, n. 8, p. 79-90, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/pYxXfnpVrhLBSRM6hMVLR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

CARMO, M. E.; GUIZARDI, F. L. O conceito de vulnerabilidade e seus sentidos para as políticas públicas de saúde e assistência social. *Caderno de Saúde Pública*, v. 34, n. 3, p. 1-14, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/ywYD8gCqRGg6RrNmsYn8WHv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

CONNELL, R.; PEARSE, R. **Gênero**: uma perspectiva global. 13. ed. São Paulo: Versos; 2015. 326 p.

CORTES, H. M.; CARNEVALLI L. M.; ARAÚJO, L. M. P.; PINHO, P. H. O (des) acesso de pessoas trans-



gêneras aos serviços de saúde no recôncavo baiano. **Caderno de Gênero e Diversidade**, v. 6, n. 4, p. 159–80, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgendiv/article/view/36104>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

FERNANDES, A. R. K. **Práticas cotidianas dos cuidadores formais de idosos**. 2017. Dissertação de mestrado (Mestre em Enfermagem) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ANDOAWCKWA/1/aline_da_rocha_kallas.pdf. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

FLOTSKAYA, N.; BULANOVA, S.; PONOMAREVA, M.; FLOTSKIY, K. T. Gender Identity Development among Teenagers Living in the Subarctic Region of Russia. **Behavioral sciences**, v. 8, n. 10, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6210791/>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

FRANCO, T. B.; MAGALHÃES, J. H. M. O Trabalho em Saúde: olhando e experienciando o SUS no cotidiano. **Caderno de saúde pública**, v. 21, n. 5, p. 1612-1619, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/BQzD3SjRCYVqR4DRvcwNT3y/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

GONZALES, G.; HENNING-SMITH, C. Barriers to care among transgender and gender nonconforming adults. **Milbank Quarterly**, v. 95, n. 4, p. 726-748, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5723709/>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

KULLICK, D. **Travesti**: prostituição, sexo, gênero e cultura no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2008. 280 p.

LORENZO, C. Vulnerabilidade em Saúde Pública: implicações para as políticas públicas. **Revista brasileira de bioética**, v. 2, n. 3, p. 299-312, 2006. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rbb/article/view/7986>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

MENDES, L. G.; OLIVEIRA, J. A.; PILECCO, B. F. Proteção social e produção do cuidado a travestis e a mulheres trans em situação de rua no município de Belo Horizonte (MG). **Saúde debate**, v. 43, n. 8, p. 107-119, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/CxwhB3Gr5ZQfV3CySb3CFwg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

NASCIMENTO, E. G.; CAVALCANTI, F. A. M.; ALCHIERI, J. C. Adesão ao uso da camisinha: a realidade comportamental no interior do nordeste do Brasil. **Revista de Salud Pública**, v. 19, n. 1, p. 1-6, 2017. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/rsap/2017.v19n1/39-44/pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

OLIVEIRA, P. H. L.; GALVÃO, J. R.; ROCHA, S. K.; SANTOS, A. M. Itinerário terapêutico de pessoas transgênero: assistência despersonalizada e produtora de iniquidades. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 32, n. 2, p. 1-21, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/physis/a/NGWFCJ3STWFm-JpnVRKLq5J/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

PALMA, A.; MATTOS, U. A. O. Contribuições da ciência pós-normal à saúde pública e a questão da vulnerabilidade social. **História, Ciências, Saúde**, v. 3, n. 3, p. 567-590, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/GFgQjxZVCYWrV3W6pyf8xCP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

POUPART, J. P.; DESSLAURIERS, J.; GROULX, L.; LAPERRIERE, A.; MAYER, R. PIRES, A. P. **A pesquisa qualitativa**: enfoques epistemológico e metodológico. 2. ed. Petrópolis: Vozes. 2010. 464p.



PREFEITURA BELO HORIZONTE (PBH). **BH de mãos dadas contra a AIDS**. 2021. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/saude/informacoes/vigilancia/vigilancia-epidemiologica/doencas-transmissiveis/bh-maos-dadas-contraid>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

ROCON, P.; RODRIGUES, A.; ZAMBONI, J.; PEDRINI, M. Dificuldades vividas por pessoas trans no acesso ao Sistema Único de Saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 21, n.8, p. 2517-2525, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/zGJyVqQ6WGjygRzLqfd8vRD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

SILVA, M. A.; LUPPI, C. G. V.; MASCENA, M. A. S. Trabalho e saúde na população transexual: fatores associados à inserção no mercado de trabalho no estado de São Paulo, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 5, p. 1723-1734, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/DbBMCH59t-6QMC5YtYSQnCP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

SOUZA, E. S.; TANAKA, L. H. Cuidado em saúde: pesquisa-ação com pessoas trans em situação de rua. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 75, n. 2, p. 1-9, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/yhwykMJV5LpzjVvwLzwJQcc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

SOUZA, M. H. T.; MALVASI, P.; SIGNORELLI, M. C.; PEREIRA, P. P. G. Violência e sofrimento social no itinerário de travestis de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 31, n. 4, p. 767-776, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/vZHsPrtBHYtcLMKQMg44tQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

STOPA, S. R.; MALTA, D. C.; MONTEIRO, C. N.; SZWARCOWALD, C. L.; GOLDBAUM, M.; CESAR, C. L. G. Use of and access to health services in Brazil, 2013. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, n. 1, p. 1-11, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/WXYjCqkTjPcd6ngPPrbZtnP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). **Relatório técnico-científico**: Dados referentes ao fenômeno da população em situação de rua no Brasil. 2021. Disponível em: <https://polos.direito.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/07/Relatorio-Incontaveis-2021.pdf>. Acesso em: 02 de jul. de 2023.



Juiz das garantias: atribuições e importância na construção de um sistema processual garantista

Elvis Gomes Marques Filho*; Matheus Costa Barbosa**; Thyago Felype de Moura Brito*

*Professor efetivo da Universidade Estadual do Piauí-UESPI.

**Graduando em Direito pela Universidade Estadual do Piauí-UESPI.

*Autor para correspondência e-mail: tfdemourabrito@aluno.uespi.br

Palavras-chave

Juiz das garantias
Direitos fundamentais
Sistema acusatório

Keywords

Judge of guarantees
Fundamental rights
Accusatory model

Resumo: O presente estudo apresenta as nuances do instituto dos Juiz das Garantias, inserido no Código de Processo Penal Brasileiro (CPP) pela Lei 13.964 de Dezembro de 2019. Para tanto, apresenta-se o papel exercido de tal figura na persecução penal no Brasil, especialmente na fase pré-processual. Esta pesquisa permite analisar a atuação do juiz à luz da Constituição Federal de 1988 e sua oposição ao sistema inquisitório. A partir da análise, o objetivo será explicitar a importância dessa recente figura processual na garantia dos Direitos Humanos e Fundamentais que leva à humanização da persecução penal, atendo-se às premissas de um sistema processual garantista. Para tal propósito, foi feito um levantamento de informações sobre o assunto a partir de diversas fontes bibliográficas. Por fim, são apresentadas as dificuldades e impasses para sua plena aplicação prática, além de avaliar sua influência na persecução penal no Brasil, concluindo que a efetiva aplicação do Juiz das Garantias pode permitir a modernização da investigação criminal, o que servirá como instrumento para diminuir a cultura inquisitória no ordenamento pátrio, além de contribuir para a busca da imparcialidade do julgador.

Judge of guarantees: duties and importance in the construction of a guaranteed procedural system

Abstract: This study presents the nuances of the institute of Judges of Guarantees, inserted in the Brazilian Criminal Procedure Code (CPP) by Law 13,964 of December 2019. To this end, the role played by such a figure in criminal prosecution in Brazil is presented, especially in the pre-procedural phase. This research allows us to analyze the judge's performance considering the 1988 Federal Constitution and its opposition to the inquisition system. Based on the analysis, the objective will be to explain the importance of this recent procedural figure in guaranteeing Human and Fundamental Rights, which leads to the humanization of criminal prosecution, adhering to the premises of a guaranteeing procedural system. For this purpose, a survey of information on the subject was carried out from various bibliographic sources. Finally, the difficulties and impasses for its full practical application are presented, in addition to evaluating its influence on criminal prosecution in Brazil, concluding that the effective application of the Judge of Guarantees can allow the modernization of criminal investigation, which will serve as an instrument to reduce the inquisitorial culture in the national order, in addition to contributing to the search for the impartiality of the judge.

Recebido em: 08/06/2023

Aprovação final em: 15/09/2023

Introdução

Durante a história da sociedade, por muito tempo, o Direito Penal era visto como forma de vingança privada e, dentro desse contexto, não havia uma proporcionalidade ou racionalidade para a aplicação das sanções. Segundo Pedrosa (2008), foi justamente na idade antiga que se criou a máxima de "olho por olho, dente por dente" que se originou da Lei de talião, do Código de Hamurabi, com criação estimada por volta de 1780 a.C. no reino da Babilônia.

Atualmente, segundo Reale Junior (2011), o papel do processo penal tem como objetivo ser o instrumento da tutela de direitos humanos e fundamentais através das interpretações de normas para que se tenha uma aplicação de sanções razoáveis e proporcionais, quando cabíveis, diante do caso concreto com justiça e igualdade.

Entretanto, para isso, durante o desenvolvimento da sociedade, foram estabelecidas formas de aplicação do Direito Penal, gerando, assim, diversos sistemas processuais penais. A partir de uma análise histórica dos sistemas processuais penais, Mirabete (2006) observa a existência de três principais sistemas processuais penais: o inquisitivo, o acusatório e misto.

A Constituição de 1988 define um processo penal acusatório, fundado no contraditório, na ampla defesa, na imparcialidade do juiz e nas demais regras do devido processo penal. Entretanto, segundo Lopes Junior (2019), o sistema processual brasileiro é considerado como misto, pois adota um sistema inquisitório na primeira fase (inquérito) e acusatório na segunda processual.

Atendo-se a primeira fase processual, Nucci (2016) conceitua o inquérito policial como um modelo de investigação preliminar policial, de modo que a polícia judiciária leva a cabo o inquérito policial com autonomia e controle. Entretanto, para Castro (2020), a produção de inquéritos evidencia um sistema inquisitorial, no qual não há contraditório e nem ampla defesa, com participação ativa dos magistrados na fase investigatória. Nessa fase, não há uma cognição exauriente do caso, mas apenas indícios de autoria e materialidade pendentes de confirmação durante a ação penal. Além disso, ainda segundo Castro (2020), o acesso do juiz aos inquéritos acaba por contaminar sua imparcialidade em todo rito processual, desenvolvendo uma possível antecipação de culpabilidade do acusado investigado.

Assim, segundo Lopes Junior (2019), a subsistência do inquérito policial, no Brasil, dentro de um sistema acusatório, depende de uma forma de garantir a imparcialidade do Juízo na análise da prova, e o respeito às garantias do investigado, e, posteriormente, réu. Logo, deve-se tentar trazer ao inquérito policial a figura de um juiz imparcial que possa decidir medidas cautelares sem prejudicar a neutralidade do julgador e da sentença final da ação penal.

Para Lopes Junior (2019), a efetividade da proteção está em grande parte atrelada a atividade jurisdicional, principal responsável por dar ou negar a tutela dos direitos humanos e fundamentais, legitimando, assim, a jurisdição e a independência do Poder Judiciário.

Dentro desse contexto, em um processo penal democrático, conforme Lima (2018), passa a haver uma espécie de competência funcional por fase do processo, na qual o juiz passa a assumir a função de garantidor, que não pode ficar inerte ante violações ou ameaças de lesão aos direitos humanos e fundamentais constitucionalmente consagrados como no superado modelo positivista. O juiz, ainda segundo o autor, assume uma nova posição no Estado Democrático de Direito e a legitimidade de sua atuação não é política, mas, constitucional, consubstanciada na função de proteção dos direitos fundamentais de todos e de cada um, ainda que para isso tenha de adotar uma posição contrária à opinião majoritária. Deve tutelar o indivíduo e reparar as injustiças cometidas e absolver quando não existir provas plenas e legais.

Dessa maneira, essa nova figura, denominada de "Juiz das Garantias", pode ser um eficiente mecanismo legal para garantir a necessária distância do julgador com as partes, garantindo a imparcialidade. Segundo Maya (2020), trata-se de um órgão jurisdicional com competência exclusiva para atuação na fase prévia ao ajuizamento da ação penal, a quem será dado zelar pela legalidade da investigação criminal e tutelar a plena observância dos direitos e garantias fundamentais do investigado.

A justificativa sobre a qual repousa a necessidade de analisar este tema, advém da importância



de ser avaliado o impacto que tal inovação jurídica causa ao ordenamento, especialmente no que diz respeito a proteção dos direitos fundamentais dos indivíduos, a adequação do sistema de processo penal para algo compatível ao que é pregado pela CF/88 de 1988 e a influência na condução do Inquérito Policial.

Metodologia

Quanto à metodologia, trata-se de pesquisa exploratória, pois se utilizou, segundo Gil (2002), de métodos e critérios para alcançar um maior entendimento do problema, com objetivo de torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.

O processo de levantamento de dados foi feito por intermédio da realização de pesquisa bibliográfica, pois se realizou um levantamento literário do conteúdo. Segundo Fonseca (2002), a realização da pesquisa bibliográfica é essencial para entender historicamente a contribuição sobre um determinado tema.

Este trabalho foi construído em etapas, sendo a primeira delas, a realização de leitura de obras doutrinárias, trabalhos periódicos e artigos disponíveis na internet com enfoque no sistema processual penal e no Juiz das Garantias. Em seguida, foram selecionadas as obras literárias que compõem seu acervo bibliográfico e analisadas mais profundamente, buscando interpretá-las de forma crítica, a fim de se obter um posicionamento acerca do tema.

A abordagem tem natureza qualitativa, pois, segundo o conceito de Gil (2002), analisou a literatura existente e não necessitou do uso de métodos e técnicas estatísticas, respaldando-se em uma análise exploratória e mais subjetiva sobre o objeto de pesquisa.

Resultados e discussão

Objetiva-se por meio deste trabalho, realizar uma introdução histórica dos diversos tipos de sistemas de persecução penal e analisar o sistema de persecução penal brasileiro a luz da CF/88 de 1988. A partir disso, definir o instituto do Juiz das Garantias e sua influência no sistema de persecução penal brasileira como um garantidor dos Direitos Fundamentais e Humanos, além da sua relação com o Inquérito Policial.

O sistema de persecução penal brasileiro à luz da CF/88 de 1988

São três os principais sistemas processuais penais existentes ao longo da história, sendo eles: Sistema Acusatório, Sistema Inquisitório e Sistema Misto, este último adotado pelo ordenamento jurídico brasileiro atualmente segundo muitas doutrinas.

Sistema inquisitório

Conforme Nagima (2011, p. 45), “A origem da nomenclatura do sistema inquisitivo vem da inquisição (Santa Inquisição – Tribunal Eclesiástico), que possuía como finalidade a investigação e punição dos hereges, pelos membros do clero”.

O sistema inquisitório teve uma grande influência religiosa na época medieval, com propósitos divinos, deturpando totalmente o conceito de justiça, ou seja, havia um elo político e de poder para com a Igreja, de acordo com Castro (2020).

A inquisição não tinha como objetivo enfrentar a criminalidade, seu foco era o desvio em relação aos dogmas estabelecidos pela Igreja Católica, que se sentia ameaçada pelas novas crenças heréticas, durante a reforma religiosa do século XVI.

Nesta época, não existia um órgão responsável pela atividade acusatória, a qual era exercida, geralmente, por um cidadão particular, com boa oratória, que se aproveitava para ganhar espaço no meio político. Contudo, esta atividade era repleta de falhas, então os juízes assumiram também a função acusatória, surgindo a figura do juiz-inquisidor.

Neste sistema, o juiz é quem detém todas as funções do processo, sendo responsável pela acusação, a defesa e o julgamento, ou seja, não existiam partes, sendo o réu apenas um “objeto” do processo, não um sujeito de direitos.



Nagima (2011) explica que ao permitir a gestão de provas pelo juiz, a busca da verdade real pode se transformar em uma busca da prova para confirmar o que o magistrado pensa (subjetivismo) sobre o fato (ideia pré-concebida), onde as provas colhidas são utilizadas apenas para comprovar seu pensamento.

Nos dizeres de Capez (2012), o sistema inquisitório é sigiloso, escrito e não é contraditório, reunindo na mesma pessoa as funções de acusar, defender e julgar. Neste sistema, o acusado é visto como mero objeto da persecução, motivo pelo qual práticas como a tortura eram frequentemente admitidas como meio para se obter a confissão.

As principais características desse sistema se traduzem na possibilidade de o juiz atuar de ofício (na medida em que acumula todas as funções), tanto para acusar quanto como para investigar e gerir as provas, tornando-se um julgador visivelmente parcial, o que limita o contraditório e enfraquece a paridade de armas no processo, em conformidade com Guedes (2019).

Para Lopes Júnior (2019), é da essência do sistema inquisitório a acumulação das funções na mão do juiz e a atribuição de poderes instrutórios ao julgador, senhor soberano do processo. Não havendo uma estrutura dialética e tampouco contraditória. O juiz busca a prova e decide a partir dela, não existindo imparcialidade.

No sistema inquisitivo, o juiz inquisidor recebia a informação do cometimento de algum delito e agia de ofício, sem a necessidade de provocação, sendo-lhe permitido utilizar dos mecanismos mais sádicos que entender cabível como forma de apurar supostas violações a legislação penal.

Esta era também a forma que o soberano se justificava perante a sociedade, de que estava punindo os hereges, descumpridores das ordens de Deus (GOLDSCHMIDT, 1935).

“Dentro de um sistema inquisitivo não existe a necessidade de que a acusação seja feita por um órgão específico do Estado, como o Ministério Público. Assim como não existe a necessidade da figura de um promotor de justiça” (FIGUEIREDO, 2019, p. 15).

Portanto, o Sistema Inquisitório fundamenta-se na ideologia da defesa social e instrumentaliza-se na gestão centralizada de poder. Monopolizando toda informação importante, e priorizando o poder concentrado e sem controle, voltado para o direito material.

Lopes Júnior (2019) desacredita o sistema inquisitório, principalmente, por incidir em um erro psicológico: crer que uma mesma pessoa possa exercer funções tão antagônicas como investigar, acusar, defender e julgar”.

Sistema acusatório

Diferentemente do sistema inquisitório, o sistema processual acusatório possui como princípio unificador o fato de o gestor da prova ser pessoa ou instituição diversa do julgador, já que há nítida separação entre as funções de acusar, julgar e defender, o que não ocorria no sistema inquisitivo (NAGIMA, 2011).

O sistema processual penal acusatório teve origem no segundo período evolutivo do processo penal romano, com a expansão do Império no final do período republicano, uma vez que se fez necessária a criação de mecanismos mais eficientes de investigação para determinados crimes (RODRIGUES, 2013).

No sistema acusatório, as funções de acusação e julgamento são atribuições de órgãos distintos, garante-se o contraditório às partes em igualdade de condições, há imparcialidade do Juiz e publicidade das decisões, as provas são produzidas de forma livre e a participação popular é predominante (MACHADO, 2018).

Neste sistema, ao contrário do sistema inquisitório, há a separação das funções de acusação e julgamento, o juiz é imparcial, não produz provas e nem defende o réu.

Durante a fase investigativa preliminar, o juiz é chamado a intervir apenas para garantir se os direitos fundamentais do investigado estão sendo preservados, se abstendo de produzir prova de ofício. Por outro lado, na fase processual, o magistrado possui poderes instrutórios, mas essa iniciativa deve ser em caráter de exceção, como atividade subsidiária e complementar à atuação das partes (PIETRO JÚNIOR, 2019).



Nas palavras de Soares (2018), as principais características deste sistema são a pluralidade dos sujeitos processuais e a gestão da prova fora dos poderes do juiz, cujo único papel é de julgar, sendo imparcial e estático, enquanto os outros sujeitos com os poderes de investigação, acusação e defesa buscam alcançar o convencimento do julgador.

“E o regime característico de países democráticos, marcado por princípios constitucionais como o da presunção da inocência e ampla defesa, por exemplo” (FIGUEIREDO, 2019, p. 16).

O sistema acusatório tem como prerrogativa a separação de funções bem estabelecidas, havendo dentro do processo uma relação tridimensional, composta pelo autor da ação, juiz e réu e essa clara separação deve-se manter ao logo do processo para garantir a sua imparcialidade e efetivação do contraditório (CASTRO, 2020; LOPES JÚNIOR, 2019).

Sistema misto

O Sistema Misto não é sistema processual penal originário, mas, sim, a combinação entre os dois sistemas puros: o Acusatório e o Inquisitivo. É o sistema adotado na maior parte do mundo atualmente, visto que poucos países conseguem manter uma estrutura processual acusatória pura ou inquisitiva pura (CASTRO, 2020).

Conforme Nagima (2011, p. 5-13), “o sistema processual misto contém as características de ambos os sistemas supracitados. Possui duas fases: a primeira, inquisitória e a segunda, acusatória. Tem origem no Código Napoleônico (1808)”.

O sistema misto surgiu na revolução francesa com o código de instrução criminal francês de 1808 e possui duas fases, sendo a primeira fase inquisitorial de investigação sem contraditório ou ampla defesa, seguida por uma fase contraditória judicial com todas as garantias de defesa (SOARES, 2018).

Os movimentos filosóficos da época da revolução francesa repercutiram, também, na esfera do processo penal, retirando, aos poucos, as características do modelo inquisitivo, em prol da valorização que passou a ser dada ao homem. Esse momento coincidiu com a adoção dos Júris Populares, dando início à passagem para o sistema processual penal misto, predominante até hoje (RODRIGUES, 2013).

Neste sistema há duas fases, uma que consiste na instrução preliminar, presidida pelo Juiz e nitidamente inquisitiva, sem contraditório, com instrução escrita, secreta e sem acusação e a outra, judicial, de caráter acusatório, cuja acusação fica a cargo do Ministério Público, o acusado se defende e o juiz julga a demanda, prevalecendo a oralidade, publicidade e presunção de não culpabilidade (PIETRO JÚNIOR, 2019).

Pietro Júnior (2019) destaca que nossa Carta Magna deixa nítida sua preferência pelo sistema acusatório, uma vez que conferiu ao Ministério Público a função privativa de promover a ação penal. Desta forma, em razão do princípio da inércia da jurisdição, a propositura da ação penal pública somente tem início com o impulso da pessoa encarregada da pretensão punitiva em juízo, devendo o juiz dar o andamento na condução do processo e, embora o Código de Processo Penal tenha em seu texto originário caráter inquisitivo, diversos reparos foram realizados por alterações legislativas e interpretação da jurisprudência que levou a construção de um modelo predominantemente acusatório.

“A lei nº 13.964/2019 prevê expressamente a adoção do sistema acusatório, nos termos do que dispõe o artigo 3º-B e seus demais incisos”, contudo a mera alteração legislativa pode não ser suficiente para garantir de fato um sistema acusatório, observado as claras raízes inquisitoriais do nosso código de processo penal (ABIKO, 2020, p. 6-7).

Castro (2020) defende que o sistema misto se caracteriza pelo fato de haver a junção do sistema inquisitivo e acusatório, sendo este o sistema adotado pelo Processo Penal Brasileiro, sendo a fase inicial do processo, inquisitória, pois a gestão de prova é de responsabilidade do magistrado, colocando em risco a imparcialidade do mesmo e do podendo “contaminar” a decisão final.

“Portanto, o que caracteriza o sistema misto é a abrangência de constituir duas fases processuais distintas, sendo “inquisitório na fase de investigação preliminar e acusatória no Julgamento”



(CASTRO, 2020, p. 3-25).

Desta forma, a doutrina majoritária classifica o sistema processual penal brasileiro como misto, em virtude da prevalência de características inquisitórias na fase pré-processual (fase de inquérito) e de características acusatórias na fase processual (LIMA, 2018).

Princípios do sistema misto

Publicidade

O princípio da publicidade está previsto no art. 5º, inciso LX, da CF/88, da seguinte forma “a lei só poderá restringir a publicidade dos atos processuais quando a defesa da intimidade ou o interesse social o exigirem” (BRASIL, 1988).

Ele surge como uma garantia individual, uma vez que determina que os processos, tanto civis quanto penais, sejam, em regra, públicos, para evitar abusos dos órgãos julgadores, limitar formas opressivas de atuação da justiça criminal e facilitar o controle social sobre o Judiciário e o Ministério Público (ARAS, 2001).

Para Garcete (2017), o interesse público é aquele da coletividade e a restrição à informação pública deve ser a “exceção da exceção”, não deve causar prejuízo ao interesse público à informação.

O art. 8º, 85º, da Convenção Americana sobre Direitos Humanos prevê que o processo penal deve ser público, salvo no que for necessário para preservar os interesses da justiça. Regra de suma importância, que se encontra reafirmada pelo art. 93, inciso IX, da CF/88, conforme o qual “todos os julgamentos do Poder Judiciário serão públicos e fundamentadas todas as decisões, sob pena de nulidade [...]” (ARAS, 2001).

Mirabete (2006) ensina que a publicidade é uma garantia de obstar arbitrariedade e violências contra o réu, sendo benéfica para a própria justiça, já que em público, estará mais livre de eventuais pressões, e pode realizar seus fins com mais transparência.

Devido processo legal

Este princípio encontra-se consagrado no artigo 5º, inciso LIV, da CF/88 de 1988, cujo texto dispõe que “ninguém será privado da liberdade ou de seus bens sem o devido processo legal” (BRASIL, 1988).

Assegura a todos o direito a um processo com todas as etapas previstas em lei e todas as garantias constitucionais. E se durante a instrução processual não forem observadas as regras básicas, o processo se tornará nulo, o que faz desse princípio um dos mais importantes dos princípios constitucionais, já que dele derivam os demais e já que reflete em uma dupla proteção ao sujeito, no âmbito material ou formal, uma vez que o indivíduo recebe instrumentos para atuar com paridade de condições com o Estado (BARROSO, 2008).

Além de legal, o processo deve ser devido. E será devido se for um processo adequado à proteção dos direitos de liberdade e patrimoniais da pessoa, portanto a eficácia do princípio do devido processo legal não se esgota na exigência de que a interferência na esfera jurídica da pessoa seja precedida de um processo pré-estabelecido em lei (MARIOTTI, 2008).

O princípio do devido processo legal é um dos princípios constitucionais mais importantes, visto que é deste que derivam todos os demais, o devido processo legal garante a todos o direito a um processo com todas as etapas previstas em lei, dotado de todas as garantias constitucionais, tornando nulos aqueles processos em que não haja respeito a tais preceitos.

Presunção de inocência

O princípio da Presunção de Inocência é um dos princípios basilares do Direito, responsável por tutelar a liberdade dos indivíduos, está previsto no art. 5º, LVII da Constituição de 1988, que enuncia: “ninguém será considerado culpado até trânsito em julgado de sentença penal condenatória” (BRASIL, 1988). Visto que a CF/88 é nossa lei suprema, toda a legislação infraconstitucional, portanto deverá absolver e obedecer a tal princípio.

A presunção de inocência é na verdade um estado de inocência, logo, o acusado é inocente



durante o processo e seu estado só se modificará com a declaração de culpado por sentença. O Estado possui o interesse de punir os indivíduos que tenham condutas contrárias à lei, podendo aplicar sanções aqueles que cometem ilícitos. Entretanto, esse direito-dever de punir do Estado deve respeitar a liberdade, um bem jurídico do qual o cidadão não pode ser privado, senão dentro dos limites da lei (BATISTA *et al.*, 2015).

“Trata-se de um mecanismo de extrema importância no Direito Processual, o qual preceitua que só deverá ser realmente considerado culpado o acusado que teve provada sua culpa em sentença irrecorrível (ou seja, contra a qual não existam mais recursos)” (MILANEZI, 2017, p. 1-11).

Ressalta-se que a CF/88 não declara a inocência do acusado, ela somente é presumida, já que não pode ser afirmar ser ele o possuidor da culpa pelo delito que lhe é imputado, sem o devido processo legal.

O Princípio da Presunção de Inocência deve ser tido como base do Estado Democrático de Direito, não devendo ocorrer precipitação no momento de decidir o futuro de um ser humano, não podendo sustentar a presunção de culpa, pois segundo este princípio, a culpa é exceção (BATISTA *et al.*, 2015).

Separação entre acusação e julgador

No sistema misto, há a separação dos papéis, de um lado há aquele que acusa e do outro aquele que julga. Sendo a acusação atribuída ao Ministério Público, como representante da sociedade, e o julgamento destinado ao juiz.

“A acusação está a cargo do Ministério Público e compreende não somente a imputação (que é o ato de imputar a prática de determinado ato a alguém, no caso um fato criminoso) como também a descrição do fato, sua qualificação jurídico-penal e o pedido de condenação” (LOPEZ, 2007, p. 79).

A separação entre acusação e julgador, descentraliza para as partes do processo a gestão da prova, o que faz com que o juiz permaneça em situação de imparcialidade e independência para o julgamento da causa, prevalecendo as garantias processuais ao acusado (PÓVOA, 2017).

Havendo esta separação efetiva entre o órgão investigatório e o órgão julgador, significa que o juiz não poderá buscar provas a fim de confirmar seu entendimento sobre os fatos, ele será neutro e imparcial, cabendo apenas as partes a produção das provas e com isso temos uma, ao menos pretendida, igualdade entre as partes — “acusação” e Defesa (OHDE, 2019).

Conforme exposto, verifica-se que a separação entre acusação e julgamento é um dos fatores primordiais que visam garantir a imparcialidade no julgamento do juiz.

Imparcialidade do juiz

O princípio da Imparcialidade do Juiz, notadamente o mais importante dentro da presente temática, é pressuposto de validade do processo, devendo o juiz se colocar entre as partes e acima delas, sendo está uma condição para que possa exercer sua função jurisdicional (FIGUEIREDO, 2014).

Esta imparcialidade é mais uma garantia de justiça para as partes, embora não expressamente, trata-se de uma garantia constitucional. Tendo isto, as partes possuem o direito de exigir um juiz imparcial, já que o Estado reservou para si o exercício da função jurisdicional, tem o correspondente dever de agir com imparcialidade na solução das causas que lhe são submetidas (FIGUEIREDO, 2014).

A imparcialidade do juiz é tão essencial ao devido processo legal que deve o magistrado afastar-se voluntariamente do processo, nos casos de impedimento como a suspeição, reconhecida de ofício pelo juiz, o qual será devidamente substituído. O art. 95 da CF/88, confere ao magistrado garantias como vitaliciedade, inamovibilidade e irredutibilidade de subsídios, justamente para que ele possa atuar com isenção e independência, o que inclui declarar-se suspeito ou impedido (NOVO, 2019).

Juiz das garantias

Introduzido pela Lei 13.964/2019 conhecida por “Pacote Anticrime”, o juiz das garantias é responsável pelo controle da legalidade da investigação criminal e pela salvaguarda dos direitos



individuais cuja franquia tenha sido reservada à autorização prévia do Poder Judiciário [...] (Art. 3º-B, Lei 13.964/2019).

No Brasil, de acordo com Schneider (2013), o Juiz das Garantias pode ser entendido como aquele que, durante a fase investigativa de um crime, decidirá sobre os pedidos de medidas que possam violar ou restringir os direitos fundamentais de um investigado. É o que preconiza o novo art. 3º-B do Código de Processo Penal: “o juiz das garantias é responsável pelo controle da legalidade da investigação criminal e pela salvaguarda dos direitos individuais cuja franquia tenha sido reservada à autorização prévia do Poder Judiciário”.

Para Lopes Junior e Rosa (2019), o juiz das garantias é aquele que atua na fase pré-processual, ou seja, na fase de investigação anterior ao recebimento da denúncia feita pelo Ministério Público, ele fiscaliza a legalidade e o cumprimento dos direitos individuais que a pessoa investigada possui. Além disto, possui a função de promover a distinção entre os momentos de investigação preliminar e recebimento da acusação e os momentos de instrução, debates e julgamento do caso.

Atribuições e funções

As atribuições do Juiz das Garantias encontram-se definidas no Art. 3º-B do Código de Processo Penal. Assim, antes de serem apresentadas as análises críticas acerca deste dispositivo, faz-se necessária uma breve consideração acerca de suas principais atribuições e funções.

Controle da legalidade do flagrante e da prisão cautelar

Segundo Cardoso (2010), a prisão em flagrante, entre as prisões cautelares, possui um procedimento diferenciado por lei em razão da sua forma de imposição. É a única modalidade de prisão cautelar que não necessita de decisão judicial prévia, pois é realizada quando um crime é praticado ou logo após, por agentes e autoridades policiais ou por qualquer pessoa do povo.

O art. 3º-B do Código de Processo Penal, em seus três primeiros incisos, trata do controle da legalidade da prisão provisória, especificamente sobre a prisão em flagrante delito. Segundo Queiroz (2020), competirá ao Juiz das Garantias receber a comunicação da prisão e o auto de prisão em flagrante, bem como garantir a observância dos direitos do preso, com ou sem provocação das partes.

De acordo com Maya (2020), a autoridade judiciária é informada de que há uma pessoa detida sem prévia autorização judicial, a partir de então o Juiz das Garantias passa a acompanhar o procedimento adotado pela autoridade policial até mesmo no que se refere à conclusão do auto de prisão em flagrante.

A audiência de custódia, prevista no art. 310 do CPP, tem sua importância ressaltada por Queiroz (2020), que segundo ele, também será de competência do Juiz das Garantias, onde, após receber o auto de prisão em flagrante, em até 24 horas após a realização da prisão, realizará a audiência com a presença do acusado, seu advogado e o membro do Ministério Público.

Na audiência de custódia, o preso é entrevistado pelo juiz, o qual ao final do ato poderá, fundamentadamente, relaxar a prisão, conceder liberdade provisória com ou sem fiança, substituir a prisão em flagrante por medidas cautelares diversas, converter a prisão em preventiva ou ainda analisar a consideração do cabimento da mediação penal, evitando a judicialização do conflito (LOPES JUNIOR, 2019).

Importante destacar que a Lei 13.964/2019 suprimiu a expressão “de ofício” que constava no art. 311 do Código de Processo Penal, vedando a decretação da prisão preventiva sem o prévio requerimento das partes, por representação da autoridade policial ou requerimento do Ministério Público, não mais sendo lícita a atuação “*ex officio*” do Juízo processante em tema de privação cautelar da liberdade.

Controle das investigações e da duração razoável

A investigação criminal deve ser informada ao Juiz das Garantias, tanto se estiver no âmbito do Ministério Público ou outra instituição, devendo-se controlar os respectivos prazos, requisição de



documentos e andamento, trancando investigações desprovidas de fundamentos (LOPES JUNIOR; ROSA, 2019).

De acordo com Queiroz (2020), após a implementação do Pacote Anticrime, o inquérito policial tramitará diretamente entre a polícia e o Ministério Público, sem mediação judicial, o Juiz das Garantias, portanto, só será provocado nos casos de reserva de jurisdição. A lei prevê que a instauração de qualquer investigação criminal deve ser comunicada ao Juiz das Garantias.

O parágrafo 2º do art. 3º-B do Código de Processo Penal estabelece que se o investigado estiver preso, o Juiz das Garantias poderá prorrogar, uma única vez, a duração do inquérito por até 15 dias, mediante representação da autoridade policial e ouvido o Ministério Público, e após, se ainda assim a investigação não for concluída, a prisão será imediatamente relaxada.

Quando se trata de investigado em liberdade, não existe um prazo absoluto para o término da investigação criminal, desde que sejam observados os princípios da razoabilidade e da presunção de inocência, como norte regulador dos atos e, vale dizer, que a doutrina e a jurisprudência admitem a prorrogação de prazos para a finalização das diligências necessárias à conclusão das investigações, conquanto que haja pedido bem fundamentado nesse sentido (QUEIROZ, 2020).

Ainda segundo Queiroz (2020), a duração razoável para a conclusão dos processos e das investigações é uma garantia constitucional, mas não corresponde a uma norma programática, e sim a um preceito implantado com definitividade, eficácia plena e imediata, como, aliás, se passa com todas as garantias e direitos fundamentais.

Assim, cabe ao Juiz das Garantias observar e garantir que as investigações não violem este preceito de duração razoável.

Garantia dos direitos do investigado e conduzidos

A CF/88 de 1988 dispõe ser de fundamental importância que sejam observados os direitos e garantias fundamentais do investigado, em razão do princípio da dignidade humana, enquanto princípio essencial de um Estado Democrático de Direito em todos os aspectos.

Segundo Oliveira (2021), significa dizer que a ninguém pode ser imposta pena ofensiva à dignidade da pessoa humana e que o Processo Penal deve resguardar esta proteção aos acusados da prática de infrações penais, eliminando, através de normas que regulamentam os processos instaurados, qualquer tipo de arbitrariedade que seja possível o cometimento por autoridades.

A Convenção Americana sobre Direitos Humanos é fundamental na garantia dos direitos do investigado. Como exemplo, tem-se o art. 7º, n. 5, que trata da condução do investigado é bem claro ao destacar que "Toda pessoa detida ou retida deve ser conduzida, sem demora, à presença de um juiz ou outra autoridade autorizada pela lei a exercer funções judiciais e tem direito a ser julgada dentro de um prazo razoável ou ser posta em liberdade, sem prejuízo de que prossiga o processo". Não obstante, o mesmo artigo ainda pontua que "Sua liberdade pode ser condicionada a garantias que assegurem o seu comparecimento em juízo", mostrando de maneira bem clara a preocupação com a celeridade da condução do investigado a uma autoridade judicial para que seus direitos e garantias sejam preservados.

O Juiz das Garantias deve observar os direitos do preso, e pode inclusive, determinar que ele seja trazido, a qualquer tempo, para esclarecimentos vinculados à violação de direitos, bem como o Juiz deve garantir o acesso a todos os documentos e provas produzidas durante a investigação, com exceção das diligências ainda em andamento. O Juiz das Garantias também é competente para conhecer e julgar habeas corpus impetrados antes do recebimento da denúncia (LOPES JUNIOR & ROSA, 2019).

Para Capez (2012), observar as garantias fundamentais durante o inquérito policial é essencial, pois serve para evitar que ações penais desnecessárias acabem por constranger pessoas que não cometeram delitos ou que os cometeram por alguma causa justificante.

Produção antecipada de provas

O Código de Processo Penal prevê que o juiz poderá ordenar, mesmo antes de iniciada a



ação penal, a produção antecipada de provas consideradas urgentes e relevantes, observando a necessidade, adequação e proporcionalidade da medida, conforme o disposto no artigo 156:

Art. 156. A prova da alegação incumbirá a quem a fizer, sendo, porém, facultado ao juiz de ofício:
I - Ordenar, mesmo antes de iniciada a ação penal, a produção antecipada de provas consideradas urgentes e relevantes, observando a necessidade, adequação e proporcionalidade da medida;

Para Rodrigues (2017), deve-se fundamentar a decisão sobre a produção antecipada da prova, de modo que se constate a sua necessidade, não somente em razão da possibilidade de perecimento da prova, mas também para se buscar a verdade real, visto que o principal objetivo da produção antecipada de prova, na prática, é permitir uma maior aproximação dos fatos discutidos durante o trâmite processual em busca da verdade real.

Caberá ao Juiz das Garantias, segundo Queiroz (2020), decidir sobre o requerimento de produção antecipada de provas urgentes e não repetíveis, assegurado o direito ao contraditório e a ampla defesa em audiência pública e oral, sendo necessário haver o requerimento, já que não mais se admite a produção de prova de ofício na fase de investigação.

Nas palavras de Maya (2020), o juiz das garantias poderá determinar a colheita antecipada da prova. Como é prova que deve se submeter ao contraditório, neste caso, excepcionalmente, o Juiz das Garantias funcionará como juiz de instrução.

Análise da cautelares probatórias

Provas cautelares são aquelas produzidas na fase pré-processual, em caráter de urgência, como garantia que não se tenha o prejuízo da perda da possibilidade de obtenção da prova até a fase de julgamento pelo magistrado, que poderá se utilizar dessa prova para seu convencimento, conforme o disposto no art. 155 do Código de Processo Penal, o qual previu taxativamente a possibilidade de realização e utilização dessas provas pelo magistrado para praticar atos decisórios (CAPEZ, 2012).

O sigilo das correspondências e das comunicações telegráficas, de dados e das comunicações telefônicas é inviolável, salvo por ordem judicial para fins de investigação criminal, nas hipóteses e na forma que a lei estabelecer (art. 5º, XII, CF/88). Segundo Leite (2020), trata-se de meio de obtenção de prova sujeito à cláusula de reserva de jurisdição, visto que durante a investigação caberá ao Juiz das Garantias analisar tais requerimentos.

Cabe ao Juiz das Garantias analisar os pedidos de interceptação telefônica, do fluxo de comunicações em sistemas de informática e telemática bem como de outras formas de comunicação; de afastamento dos sigilos (fiscal, bancário, de dados e telefônico); de busca e apreensão domiciliar e de acesso às informações sigilosas e outros meios de provas (art. 3º-B, XI, Lei 13.964/2019).

Portanto, segundo Lopes Junior e Rosa (2019), havendo requerimento para obtenção de prova cautelar, na fase investigatória, condicionado à autorização judicial prévia, cabe ao Juiz das Garantias apreciá-lo.

Homologação da delação premiada e acordo de não persecução penal

"A delação premiada é uma técnica de investigação consistente na oferta de benefícios pelo Estado àquele que confessar e prestar informações úteis ao esclarecimento do fato delituoso" (HAYASHI, 2014, p. 9)

Ainda segundo Hayashi (2014), o juiz não participa das negociações para formalização do acordo de colaboração, o qual é discutido apenas entre o colaborador, acompanhado de um advogado, o delegado de polícia e o Ministério Público. O acordo é formalizado contendo as condições da proposta e o relato do colaborador com sua declaração de aceitação, assinatura de todos os envolvidos e a especificação de medidas de proteção ao colaborador e sua família. Após, o termo do acordo é encaminhado ao juiz para homologação, acompanhado de cópia da investigação e das declarações.

O acordo de não persecução penal é tido como um ajuste obrigacional celebrado entre o



investigado assistido por um advogado e o Ministério Público, onde o investigado assume a responsabilidade e aceita cumprir condições menos severas do que a sanção penal aplicável ao fato a ele imputado. O acordo é homologado judicialmente (SILVEIRA, 2020) e encontra previsão no art. 28-A do Código de Processo Penal, com a seguinte redação:

Não sendo caso de arquivamento e tendo o investigado confessado formal e circunstancialmente a prática de infração penal sem violência ou grave ameaça e com pena mínima inferior a 4 (quatro) anos, o Ministério Público poderá propor acordo de não persecução penal, desde que suficiente para conscientização e prevenção do crime, mediante as seguintes condições ajustadas cumulativa e alternativamente [...].

Josita e Lopes Junior (2020) expõe que o acordo de não persecução penal tem início com uma audiência designada pelo Ministério Público para tratativas iniciais sobre as condições que serão aplicadas, que podem ir da reparação do dano até prestação pecuniária ou serviço à comunidade. Após, haverá uma audiência perante o Juiz das Garantias, que verificando a legalidade e a voluntariedade do acordo, o homologará. Posteriormente, há uma audiência perante o Juízo das Execuções para decidir as condições referentes ao cumprimento do acordo e pôr fim a sentença de extinção de punibilidade.

Para Lopes Junior e Rosa (2019), a homologação da delação premiada e o acordo de não persecução penal serão da competência do Juiz das Garantias quando formulados no decorrer da investigação. Pode haver problemas de acomodação no caso do julgamento com foro de Prerrogativa de Função, mas nada que impeça a utilização da lógica de separação de funções.

Recebimento da denúncia

A denúncia é uma peça de acusação elaborada pelo Ministério Público nos casos de delitos que ensejam a ação penal pública (LOPES JUNIOR, 2019). Após o recebimento, ela dá início ao processo penal, além de ser responsável por comunicar o juiz sobre a existência de um fato considerado crime. O magistrado pode aceitar a denúncia e dar prosseguimento à ação ou rejeitá-la frente a inexistência de pressupostos essenciais.

Segundo Lopes Junior (2019), a partir do recebimento da denúncia pelo juiz, o acusado passa a ser réu, conseqüentemente é chamado ao processo através da citação para que possa apresentar sua defesa, ou seja, o sujeito que contra si pesava a acusação de determinado ilícito penal passa a ter o peso de responder a ação penal e o processo haverá completado sua formação com a citação do acusado.

O art. 3º-B do Código de Processo Penal concedeu ao Juiz das Garantias o poder de decidir sobre o recebimento da denúncia, queixa ou aditamento, que, segundo Maya (2020), se trata notadamente de decisão de recebimento e não de mero despacho.

Como defende Maya (2020), com esta alteração, o juiz da instrução não será mais o responsável pelo exame preliminar da justa causa, pois não é mais de sua competência receber a denúncia, lhe protegendo da contaminação da prova inquisitiva.

Para Lopes Junior e Rosa (2019), o Juiz das Garantias irá receber a denúncia e determinar a citação do acusado, analisará a possibilidade de absolvição sumária e, após esta fase, remeterá ao juiz de julgamento para a realização da instrução.

Desse modo, ainda segundo Lopes Junior e Rosa (2019), o Juiz das Garantias é o responsável pela legalidade e pela salvaguarda dos direitos fundamentais e será, também, responsável pela concretização de um dos princípios mais basilares de um Estado Democrático de Direito, previsto no artigo 93, IX, da Constituição pátria, o do dever de fundamentação das decisões judiciais.

Ressalta-se, ainda, que a competência do Juiz das Garantias cessa, portanto, como o recebimento da denúncia (MEDEIROS, 2020).

Críticas ao Juiz das Garantias



Apesar de diversos países já terem implementado modelos semelhantes ao Juiz das Garantias, no Brasil a adoção desse mecanismo vem sofrendo rejeições, já foram propostas quatro ações diretas de inconstitucionalidade no Supremo Tribunal Federal (GUIMARÃES, 2020).

Para alguns historiadores, como Jesus (2021), a implementação da medida encontrará inegáveis barreiras, já que além de haver vacância nos cargos de juizes, muitos dos que estão na ativa atuam em comarcas pequenas ou únicas do interior e terão que se desdobrar em uma espécie de rodízio e alternâncias para atender ao dispositivo de lei.

De acordo com Benite (2020), ainda não há informações oficiais sobre o custo para a implementação desta figura. Uma conta feita pela Associação de Magistrados Brasileiros mostra que o custo estimado pode alcançar 1,6 bilhão de reais anualmente. O cálculo se baseia na quantidade de comarcas estaduais e federais que possuem apenas um magistrado (2.116 ou 19% do total) vezes o custo médio mensal de um juiz, que é de R\$ 47.426,00 reais na esfera estadual e R\$ 49.118,00 na esfera federal.

Além do ponto financeiro acima citado, segundo Gil (2020), a implementação desta figura poderá ser entendida como uma declaração, por via indireta, que os juizes durante todos estes anos foram contaminados pelas provas e que, portanto, sempre houve parcialidade no processo penal.

Ainda para Benite (2020), há uma preocupação com a constitucionalidade da forma de implementação do instituto, pois segundo o parágrafo primeiro do artigo 24 da CF/88, não caberia a União decidir sobre normas específicas de funcionamento de outros órgãos.

A Associação de Magistrados Brasileiros e a Procuradoria Geral da República recomendam que o Juiz das Garantias não atue em processos com ritos próprios, como os oriundos da Lei Maria da Penha, de Juizados Criminais ou os do Tribunal do Juri, uma vez que os magistrados das varas especiais estariam impedidos de atuar na fase de inquérito e não poderiam, por exemplo, decretar uma medida de urgência para proteger uma vítima de violência doméstica (TEIXEIRA, 2020).

Outro ponto controverso levantado por Alves (2020) e que é importante citar é que a implementação do Juiz das Garantias trará de volta o debate sobre a rejeição tardia da denúncia, devido ao fato de que, se admitida essa hipótese, estaria se atribuindo ao magistrado da instrução processual a função de instância revisora do Juiz das Garantias.

Nesse sentido Alves (2020) pontua que tanto o juiz das garantias quanto o juiz de instrução são órgãos de mesma hierarquia; ambos, em regra, constituem juízos distintos; o CPP conferiu ao juiz das garantias a competência para decidir sobre o recebimento da denúncia.

Para Montenegro (2020), o desenho dessa inovação para o ordenamento brasileiro não alcançará os fins almejados e acabará se transformando em um enfraquecimento, ainda maior na busca pela verdade real, pois é absolutamente inconcebível que seja sonogado ao juiz que irá prolatar a sentença de mérito, o conhecimento de todos os indícios e demais elementos de provas que contam da integralidade da persecução penal.

Inquérito policial e o juiz das garantias

Problemática do inquérito policial: Origem inquisitória

A história do inquérito policial encontra suas raízes desde a Roma Antiga, como forma de instituir um processo para evitar abusos e injustiças, mas logo em seguida foi adotado pela Igreja Católica como forma de dar início ao fenômeno histórico conhecido como "Inquisição". Nas entendimento de Tourinho Filho (2010), o processo inquisitivo rememora à Roma, quando já se permitia ao Juiz iniciar o processo de ofício, tendo na Idade Média, por influência da Igreja, se desenvolvido ao ponto de o processo *per inquisitionem* passar a dominar toda ou quase toda a Europa Continental. O processo inquisitivo, que surgiu propriamente, para evitar injustiças, porquanto, transmutou-se num instrumento de opressão.

Segundo Lopes Junior (2013), a inquisição foi um movimento implantado pela Igreja Católica como forma de perseguir e punir hereges. A partir de uma rotulação preconceituosa, pessoas diferentes deveriam ser perseguidas. Era um sistema de investigação que não se tinha freios e nem garantia de direitos reais ao investigado. O juiz poderia proceder *ex officio* durante a instrução probatória.



Era permitida e comum a utilização da tortura, não apenas no interrogatório do réu a fim de buscar a confissão, mas também na inquirição de testemunhas. Além disso, havia critérios, a tortura somente era encerrada com a confissão válida, ou seja, a confissão que confirmasse a acusação.

A Revolução Francesa trouxe o sistema acusatório como contraponto ao sistema inquisitório (LOPES JUNIOR, 2013), colocando o ser humano como fim. Enquanto esse é secreto, escrito, e inquisitorial, aquele é público, oral, e a gestão da prova feita por um terceiro, diferente do julgador. Nasceu então o conceito de Ministério Público e o Promotor de Justiça.

O inquérito policial, para Lopes Junior (2019), por natureza, é um procedimento administrativo. A investigação preliminar é conduzida por uma autoridade vinculada ao executivo, o Delegado de Polícia. Outra particularidade é a forma como é conduzido, não há um devido processo inquisitorial, mas um conjunto de regras que orientam quem preside as investigações. Porém, diferentemente do processo judicial, os atos vão ocorrendo a partir da necessidade e conveniência das investigações, até porque as infrações penais são diferentes entre si, e exigem métodos investigatórios distintos. Dessa forma, Lopes Junior (2019, p. 170-223) tem o inquérito policial com um “procedimento administrativo pré-processual”.

A formulação de um conceito passa pelas características do instituto que, no caso do inquérito policial, são: inquisitório; sigiloso; escrito; oficiosidade e; oficialidade.

Não resta dúvidas que o inquérito policial é inquisitório, como seu próprio nome indica. A partir dessa qualidade do inquérito que defendem sua inconstitucionalidade, pois, nos ensinamentos de Rangel (2010, p. 101-125), “o caráter inquisitivo do inquérito torna impossível ao investigado o exercício do direito de defesa, pois ele não está sendo acusado de crime algum, mas sendo objeto de uma pesquisa feita pela autoridade policial”.

Como segunda característica, Sampaio (2017) define o sigilo do inquérito, uma vez que seria pouco eficiente investigação com exposição pública, de modo que se pudesse concluir quais os passos seguintes da atividade policial. No entanto, o sigilo não é absoluto, mas restrito às hipóteses em que seja necessária a investigação não revelada, por exemplo para preservar a intimidade de alguém em investigação de um crime sexual. O inquérito policial também é um procedimento forma escrito, onde o investigador pode agir de ofício.

A principal finalidade do inquérito policial é servir como fundamento para a denúncia a ser oferecida pelo Ministério Público. Nessa ótica, surge a análise do inquérito policial como uma forma de política de segurança pública, criando uma “função social” enquanto prática de persecução criminal.

Nesse sentido, têm-se o que preceitua Almeida (2017), onde defende que o inquérito deve funcionar como procedimento de filtro, viabilizando a deflagração do processo quando exista justa causa, mas também contribuindo para que pessoas inocentes não sejam processadas. Porém, numa fase em que é cada vez mais defendido o respeito pelos direitos fundamentais, os procedimentos, inclusive o inquérito policial, vêm sendo trabalhados com a previsão de respeito ao princípio do contraditório, ampliando-se a garantia dos direitos e garantias fundamentais. Assim, observa-se que o inquérito policial possui o objetivo legitimar a atuação estatal, tentando evitar acusações infundadas, impedindo que inocentes sofram com o curso de um processo criminal. Entretanto, em uma realidade inquisitorial, essa finalidade não é fácil de ser alcançada.

O Brasil é classificado como tendo um sistema misto, com uma primeira fase inquisitória, e uma segunda fase acusatória. Todavia, como defende Prado (2016), esse argumento corre o risco de ser apenas retórica autoritária, pois não é possível misturar sistemas divergentes. Segundo Sampaio (2017), é simplório atribuir a uma aparente descontinuidade, distinção de fases, a impossibilidade de contaminação do processo, mais especificamente da sentença pelo inquérito policial.

Nessa esteira, aderindo ao pensamento de Prado (2016), negando um sistema misto, cria-se dificuldades em especificar qual o sistema adotado pela Direito Processual Penal Brasileiro, pois há uma controvérsia legislativa dentro do ordenamento jurídico brasileiro, uma vez que a CF/88 indica um sistema acusatório, contudo, é evidente que o Código de Processo Penal é inquisitório,



pois permite ao juiz a produção de provas e consagra em sua fase preliminar o inquérito policial, mesmo com o Pacote anticrimes determinando que a estrutura processual é acusatória. É por esse motivo que Coutinho (2000) defende que não há mais sistema processual puro, sendo todos na verdade sistemas mistos.

Segundo Sampaio (2017), a preservação da democracia demanda a conciliação de garantias que parecem contraditórias. Todavia, Khaled Junior (2010) defende que a intenção da busca da verdade real, tão presente no direito brasileiro, é uma característica marcante herdada de tempos inquisitoriais. Porém, mesmo tendo havido inúmeras alterações na área penal e processual penal, para Boldt e Carvalho (2017), esses não tiveram sucesso em retirar a cultura inquisitorial da lógica penal.

Nesse aspecto, Thums (2005) é incisivo em defender que não há a possibilidade de um Estado de Direito admitir um mesmo órgão que possa investigar e julgar e, portanto, o sistema inquisitório estaria extinto na atualidade. Para Khaled Junior (2010), manter uma primeira fase com características inquisitoriais leva a uma segunda fase pseudoacusatória, pois é lógico pensar que o acesso do juiz à investigação preliminar põe em risco sua imparcialidade, qualquer pessoa que tenha acesso a informações preliminares, tende a formar um juízo prévio sobre os fatos que ainda serão trazidos ao processo.

Incontroverso, portanto, a existência de divergência entre o atual Código de Processo Penal e a CF/88. Algo que claramente se estende ao inquérito policial. Essa colisão de princípios, vem gerando uma grave crise no instituto.

Ademais, conforme Lopes Junior (2019), atualmente há o consenso que o inquérito policial está em crise. Há queixas a respeito da demora e a pouca confiabilidade do material produzido pela polícia, somando-se o fato de que tais materiais não servem como elemento de prova na fase processual.

Também há queixas por parte dos promotores, que citam a falta de coordenação entre a investigação e as necessidades de quem vai acusar. Além disso, o curso do inquérito por vezes apresenta uma demora excessiva e, em casos mais complexos, é incompleto, necessitando de novas diligências, prejudicando a celeridade e eficácia da persecução.

No entanto, o inquérito policial continua existindo, e, como bem salienta Barbosa (2011), ainda é um dos mais importantes instrumentos contra a criminalidade, pois serve como filtro para acusações infundadas e, em regra, é a primeira reação do Estado ao cometimento de crimes. Assim, é imprescindível que, ao menos se tente aproximar a investigação preliminar brasileira ao sistema acusatório.

Juiz das Garantias: adaptação do inquérito policial ao sistema acusatório

O devido processo legal é o mais eficiente mecanismo de proteção do indivíduo frente a qualquer tipo de arbitrariedade. Funciona como uma forma de proteção para todas as demais garantias oferecidas ao humano. É inválida qualquer tentativa onde ocorra toda uma sequência de atos para ao final chegar a uma decisão arbitrária sem a oportunidade de haver de fato o contraditório e a ampla defesa. Segundo Giacomolli (2014), do direito à ampla defesa derivam outros direitos e garantias, como o direito ao silêncio, à paridade de armas, o direito ao acusado de ser informado, à prova, ser ouvido, entre outros.

Como já se salientou alhures, o principal traço distintivo entre os sistemas acusatório e inquisitório é a gestão da prova, pois o primeiro é regido pelo princípio dispositivo, e o último pelo princípio inquisitivo, ou seja, naquele o juiz é um espectador e a prova está na mão das partes assegurando sua imparcialidade, nesse, de acordo com Lopes Junior (2019), o juiz também é parte no processo, e é figura ativa na gestão e produção da prova. Ocorre que, segundo ensina Lopes Junior (2013, p. 145): “Sempre que se atribuem poderes instrutórios ao juiz, destrói-se a estrutura dialética do processo, o contraditório, funda-se um sistema inquisitório e sepulta-se de vez qualquer esperança de imparcialidade”.

Devido a isso, deve-se tentar trazer ao inquérito policial a figura de um Juiz imparcial, alguém com que demonstre a garantia de poder decidir medidas cautelares, sem prejudicar imparcialidade do



juiz da sentença final da ação penal. Dentro desse contexto, em um processo penal democrático, o Juiz deve adotar uma nova postura, que para Lopes Junior (2013) deve ser a figura de garantidor, que não pode ficar estático perante violações ou ameaças de lesão aos direitos fundamentais existentes como no já defasado modelo positivista.

Portanto, o juiz assume uma nova posição no Estado Democrático de Direito e a legitimidade de sua atuação é constitucional e não política, concretizada na função de proteção dos direitos fundamentais de todos, mesmo que para isso tenha de adotar uma posição contrária à opinião majoritária. Deve tutelar o indivíduo e reparar as injustiças cometidas e absolver quando não existir provas plenas e legais.

Segundo Comar (2019), essa nova figura dentro do Processo Penal, que se apelidou de “Juiz das Garantias” tenta promover uma maior garantia a imparcialidade do julgador. Isso porque, mesmo com reformas, como a de 2008, enquanto não for amenizada ou extinta a influência do inquérito policial no processo, e restringido os poderes instrutórios do juiz, não será possível construir uma garantia de imparcialidade no processo penal.

Uma das melhores inovações previstas, no novo Código, é a constante no artigo 17, determinando que a competência do “Juiz das Garantias” cessa com o início da ação penal. Essa medida permite ao Magistrado que, efetivamente, irá julgar o caso penal, decida com total imparcialidade, uma vez que não teve contato com a prova produzida durante o curso do inquérito policial, evitando-se assim um julgamento viciado.

Essa matéria restou apropriada, com algumas modificações, pela Lei Federal n.º 13.964/2019, que ampliou o artigo 3º, do Código de Processo Penal, incluindo ‘A’ a ‘F’. Trata-se de fundamental avanço na legislação processual penal brasileira, que ainda está no princípio da pesquisa acadêmica.

Outrossim, para Cardoso (2010, p. 59-68), ao comentar o projeto do novo Código de Processo Penal, defende que no que diz respeito à investigação criminal, o modelo processual de perfil acusatório exige – segundo a própria exposição de motivos – “a vedação de atividade instrutória ao juiz na fase de investigação”, no sentido de “preservar ao máximo o distanciamento do julgador, ao menos em relação à formação de dos elementos que venham a configurar a pretensão de qualquer das partes”.

Deste modo, o inquérito policial não poderá mais ser aberto mediante a requisição da autoridade judiciária e os procedimentos na fase pré-processual, devem ser acompanhados pelo juiz das garantias, sendo ele diferente do magistrado que atuará na fase processual seguinte. Além disso, Cardoso (2010) observa que há o avanço de excluir o juiz do controle do arquivamento do inquérito policial ou das peças de informação, passando a ser atribuição agora exclusiva do Ministério Público.

Segundo Lopes (2014), a figura do Juiz de Garantias se mostra um grande progresso, é uma efetiva forma de afastar o Magistrado da produção de provas, e é o verdadeiro reflexo da alteração de matriz teórica de um Código de Processo Penal com grandes resquícios inquisitório, para um processo penal predominantemente acusatório. O impedimento do artigo 3º-E, do Código de Processo Penal, conforme o Pacote Anticrime, garante ao julgador a imparcialidade necessária, pois esse não terá contato com a prova produzida em inquérito, não estará imbuído por pré-julgamentos que podem viciar sua decisão.

O Juiz das Garantias, de acordo com Comar (2019), não é um juiz investigador, portanto, não se trata da figura do Juiz instrutor. A ele caberá zelar pela legalidade dos atos inquisitoriais, e salvaguardar os direitos e garantias do investigado.

Diante desse novo panorama, o Juiz de Garantias deve estar protegido sob uma égide legal, como bem aponta Casara (2010), no sentido de que, em razão da relevância dos interesses da ação penal, o Juiz de Garantias deve possuir proteções, tanto na legislação orgânica, quanto procedimental. Isso porque, o grande foco do Juiz de Garantias é assegurar a imparcialidade do julgador, com a distância do julgador, em relação às provas produzidas em Inquérito Policial.

Isso porque, segundo Maya (2020), ser imparcial não significa ser neutro. A imparcialidade pressupõe uma precisa compreensão do julgador de seus conceitos, de sua função, para, assim, adotar uma postura efetivamente neutra em relação aos interesses das partes envolvidas no



processo, sem se deixar influenciar por eles.

Para Prado (2005), é a gestão da prova como função do julgador que traz a inquisitorialidade para dentro do processo penal, e é isso que o Juiz das Garantias deve garantir que não aconteça. A experiência chilena é um bom modelo a ser seguido, mas não copiado integralmente.

Comar (2019) ensina que o Chile adota um sistema acusatório, tendo como maior característica a rígida separação entre etapas. Existe um Juiz da instrução, responsável pelos atos da investigação preliminar. O modelo chileno instituiu uma fase intermediária. Nessa etapa, as partes podem discutir hipóteses de solução acordada do caso penal, e podem debater provas e evidências. Entretanto, diferente do modelo proposto no Chile, o Brasil optou, de acordo com a Lei Federal n. 13.964/2019, que o Juiz das Garantias decida sobre o recebimento da denúncia.

O grande desafio em torno da distinção e transição entre sistema inquisitório e acusatório é o da gestão da prova, e a garantia da imparcialidade do julgador, sendo esse desafio sempre ligado à separação das funções entre acusador e julgador. Deve-se buscar um afastamento substancial entre essas funções e não apenas formal, como defende Divan (2015).

Entretanto, Gomes (2010) é incisivo em suas críticas a figura do Juízo das Garantias. Primeiro, afirmando que a existência de um Estado Juiz imparcial já é a garantia em si, sendo a expressão uma redundância. Esclarecendo que isso não o faz defensor de um sistema inquisitório.

Porém, segundo Reale Junior (2011), é indispensável um afastamento da cognição subjetiva do Juiz em relação à prova inquisitorialmente produzida, sendo tal distanciamento possível apenas através do instituto Juiz das Garantias.

O Juiz de Garantias não é o sistema acusatório dentro do inquérito policial, pois isso é impossível, além de simplificar bastante todo o conceito de tal sistema construído durante anos. Entretanto, o novo instituto pode ser um grande avanço da investigação preliminar brasileira para a aproximação de um processo com um contraditório mais efetivo.

Deve-se sempre deixar claro que, o Delegado de Polícia não julga, por isso que a proteção da imparcialidade do Juiz é de fundamental importância para o estabelecimento de um processo penal democrático e efetivo, que não seja um instrumento de abuso de poder.

Conclusões

O objetivo desta pesquisa foi analisar a figura do Juiz das Garantias que foi incluída no Código de Processo pela Lei n. 13.964/19 e cuja vigência até este ponto se encontra suspensa por tempo indeterminado por decisão do presidente do Supremo Tribunal Federal, o ministro Luiz Fux.

Desta análise, restou evidente que se busca evitar a contaminação do juiz que proferirá a sentença pelas provas, de forma a ganhar maior imparcialidade, com uma defesa maior dos direitos do imputado e restrição de poder. Porém, ainda há matéria para discussão sobre possíveis vícios de inconstitucionalidade, dificuldades práticas de implementação, falta de estrutura judiciária, maior burocracia, prejuízo de investigação em curso, aumento de despesa entre outros.

Neste interim, se levar em consideração o ponto de vista puramente técnico, convém dizer que a previsão legal pode ir aperfeiçoar o sistema processual penal em prol das garantias fundamentais do acusado. Todavia, sem a devida preparação e estrutura, não só pode aumentar o gasto público como turbar o funcionamento do já não muito célere complexo judiciário.

Ainda assim, entende-se que o Estado possui o dever de lidar com tais empecilhos para prestar a justiça em sua integralidade e estudos para implementação eficaz vêm sendo realizados, inclusive, em comparativo com outros países que já possuem figuras semelhantes ao Juiz das Garantias, para demonstrar que há possibilidade, principalmente, através de rodízios e do sistema processual eletrônico.

Com todo o exposto, entende-se que a efetiva aplicação do Juiz das Garantias pode permitir que haja um desenvolvimento da investigação defensiva, o que servirá como instrumento de defesa e contribuirá com o processo de desmantelamento da cultura de engrenagens inquisitórias que existem no ordenamento jurídico brasileiro, contribuindo na busca pela imparcialidade do magistrado.

Conclui-se, portanto, que há viabilidade na implementação do Juiz das Garantias ao ordenamento



jurídico brasileiro e salienta-se que o presente trabalho não possui o escopo de esgotar o tema, cujo estudo deve ser retomado em momento oportuno, com uma análise mais aprofundada dos pontos controversos, vez que a figura se encontra suspensa por tempo indeterminado e continuará dividindo a opinião de doutrinadores, mesmo após ser tomada uma decisão definitiva pelo Supremo Tribunal Federal.

Referências

ALMEIDA, C. A. G. **O princípio constitucional da publicidade nas investigações criminais e no processo penal brasileiro**. *Âmbito Jurídico*, [s.l.] nov. 2017. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-penal/o-principioconstitucional-da-publicidade-nas-investigacoes-criminais-e-no-processo-penal-brasileiro/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

ALMEIDA S.; JUNIOR, R. **Inquérito Policial e Ação Penal**. 1986. p. 3.

ARAS, V. **O juiz das garantias e o destino do inquérito policial**. *Conjur*, [s.l.] jan. 2020. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2020-jan-21/vladimir-aras-juiz-garantiasdestino-inquerito-policial>. Acesso em: 12 jan. 2022.

BARBOSA, M. M. **Inquérito policial: doutrina, prática, jurisprudência**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: MÉTODO, 2011.

BARROSO, C. E. F. M. **Sinopses Jurídicas. Teoria Geral do Processo e Processo de Conhecimento**. 8ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2008.

BENITE, A. **Judiciário se levanta contra o juiz das garantias, e STF adia medida**. *El País*, Brasília, jan. 2020. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/politica/2020-01-15/judiciario-selevanta-contrao-juiz-das-garantias-e-stf-deve-adiar-medida.html>. Acesso em: 20 dez. 2021.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 21 dez. 2021.

BRASIL, **Lei nº 13.964, de 24 de dezembro de 2019**. Aperfeiçoa a legislação penal e processual penal. Brasília, DF: Presidência da República, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2019/lei/L13964.htm. Acesso em: 9 jan. 2022.

BRASIL, **Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941**. Código de Processo Penal. Brasília, DF: Presidência da República, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689compilado.htm. Acesso em: 9 jan. 2022.

BRASIL. Superior Tribunal Federal. **Medida Cautelar a Ação Direta De Inconstitucionalidade 6.299**. Distrito Federal. 22 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/dl/fux-liminar-juiz-garantiasatereferendo.pdf>. Acesso em: 29 set. 2021.

BRASIL. Superior Tribunal Federal. **Sumula vinculante n. 14**. Brasília, DF: Superior Tribunal de Justiça, 2009. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencia/menuSumario.asp?sumula=1230>. Acesso em: 29 dez. 2021.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 6.298/DF**. Requerente: Associação dos Magistrados Brasileiros e Outro (a/s, p.). Requeridos: Presidente da República e



Congresso Nacional. Relator: Ministro Luiz Fux. Brasília, 15 de janeiro de 2020.

BOLDT, R. & CARVALHO, T. F. **Para além do processo epistemologia inquisitória e a ilusão do sistema acusatório na modernidade**. *In*. Revista Brasileira de Ciências Criminais. Vol. 134, ano 25, p. 323-349. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, ago. 2017.

CAPEZ, F. **Curso de processo penal**. 19ª ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

CARDOSO, F. **A comunicação da prisão em flagrante ao juízo**. JusBrasil, [s.l.] 2003. Disponível em: <https://flaviocardosoab.jusbrasil.com.br/artigos/112024024/a-comunicacaoda-prisao-em-flagrante-ao-juizo>. Acesso em: 21 dez. 2021.

CARDOSO, H. S. **O Inquérito Policial no Anteprojeto do Código de Processo Penal: Será Possível Abrir Mão do Defensor no Inquérito Policial**. *In*: CARVALHO, L. G. G. C. & COUTINHO, J. N. M. O novo processo penal à luz da Constituição: análise crítica do Projeto de Lei n.º 156/2009, do Senado Federal. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010. p. 59-68.

CASARA, R. R. R. Juiz das Garantias: Entre uma Missão de Liberdade e o Contexto de Repressão. *In*: CARVALHO, L. G. G. C. & COUTINHO, J. N. M. **O novo processo penal à luz da Constituição: (análise crítica do Projeto de Lei n.º 156/2009, do Senado Federal)**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010. p. 167-176.

CHAGAS, I. & SANTOS, F. C. B. **Inciso LVII – Princípio Da Presunção De Inocência**. “Ninguém será considerado culpado até o trânsito em julgado de sentença penal condenatória”. Artigo Quinto, [s.l.] jun. 2020. Politize, 2020. Disponível em: <https://www.politize.com.br/artigo5/presuncao-da-inocencia/?https://www.politize.com.br/&gclid=Cj0OKCQjwseDBhC7ARISAI8YcWKllmZlkgTSHdgs-luHAixD26XZ-6YjEzFsrVm a7RALRIETcu67LAaAoc7EALwwcB>. Acesso em: 18 dez. 2021.

COELHO, M. V. F. **Alcance e significado do princípio constitucional da presunção de inocência**. *Conjur*. [s.l.] dez. 2019. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2019-dez-22/constituicao-alcance-significado-principiopresuncao-inocencia>. Acesso em: 21 dez. 2021.

COMAR, Danielle Nogueira Mota. Juiz das garantias à brasileira no projeto do novo cpp. Sobre a necessidade de implantação Do novo ator processual em um verdadeiro sistema acusatório. Críticas e refinamentos. *In*: **Desafiando a Inquisição: Ideias e propostas para a Reforma Processual Penal no Brasil**. Volume III. Diretor: Leonel Gonzalez. Coordenadora: Paula Balesteros. Centro de Estudos Jurídicos de Las Américas (CEJA, p.). Santiago, Chile: Rodo 1950 Providencia, 2019. P. 67-83.

COUTINHO, J. N. M. Sistema Acusatório: Cada Parte no Lugar Constitucionalmente Demarcado. *In*. CARVALHO, L. G. G. C.; COUTINHO, J. N. M. **O novo processo penal à luz da Constituição: análise crítica do Projeto de Lei n.º 156/2009, do Senado Federal**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010. p. 01-17.

DIVAN, G. A. **Processo penal e política criminal: uma reconfiguração da justa causa para a ação penal**. Porto Alegre: Elegancia Juris, 2015.

FIGUEIREDO, D. **Imparcialidade judicial: o que significa na prática?**. Politize!, [s.l.] jun. 2019. Disponível em: <https://www.politize.com.br/imparcialidade-judicial/>. Acesso em: 24 dez. 2021.

FONSECA, J. J. N. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GARCETE, C. A. **Publicidade dos atos é princípio motor a inspirar o sistema jurídico**. *Conjur*, [s.l.] nov. 2017. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2017-nov-08/carlosarcete-publicidade-principio>



-motor-sistema-juridico. Acesso em: 24 dez. 2021.

GIACOMOLLI, N. J. **O devido processo penal**: abordagem conforme a CF/88 e o Pacto de San José da Costa Rica. São Paulo: Atlas, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, A. F. "Juiz das Garantias": inconsistência científica; mera ideologia – como se só o juiz já não fosse garantia. **Revista CEJ**, [s. l.], n. 51, p. 98-105. out. 2010.

GUEDES, C. **Os sistemas processuais penais**: um olhar crítico ao modelo brasileiro. *DireitoNet*, [s.l.] fev. 2019. Disponível em <https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/11036/Ossistemas-processuais-penais-um-olhar-critico-ao-modelo-brasileiro>. Acesso em: 27 set. 2021.

GUIMARÃES, R. R. C.; RIBEIRO, S. G. A introdução do juiz das garantias no Brasil e o inquérito policial eletrônico. **Revista Brasileira de Direito Processual Penal**, Porto Alegre, vol. 6, n. 1, p. 147-174, jan. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22197/rbdpp.v6i1.329>. Acesso em: 28 dez. 2021.

HAYASHI, F. **Entenda a "delação premiada"**. *JusBrasil*, [s.l.]. 2014. Disponível em: <https://francis-cohayashi.jusbrasil.com.br/artigos/138209424/entenda-a-delacao-premiada>. Acesso em: 13 dez. 2021.

KHALED JUNIOR, S. H. **O sistema Processual brasileiro**: acusatório, misto ou inquisitório?. *Civitas*, Porto Alegre, v. 10, n. 2, maio 2010.

JESUS, W. S. **Juiz de garantias e sua aplicabilidade no sistema jurisdicional brasileiro**. *Conteúdo Jurídico*, [s.l.] jan. 2021. Disponível em: <https://conteudojuridico.com.br/consulta/artigos/56033/juiz-de-garantias-e-sua-aplicabilidade-no-sistema-jurisdicional-brasileiro>. Acesso em: 11 jan. 2022.

JOSITA, H.; LOPES JÚNIOR, A. **Questões polêmicas do acordo de não persecução penal**. *ConJur*, [s.l.] mar. 2020. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2020-mar06/limite-penal-questoes-polemicas-acordo-nao-persecucao-penal>. Acesso em: 12 jan. 2022.

LEITE, G. **Juiz de garantias ou garantias protegidas pelo juiz**. [s.l.]. ago. *JusBrasil*. 2020. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/84672/juiz-de-garantias-ou-garantias-protegidas-pelo-juiz>:—text=13.964%2F2019%2C%20as%20medidas%20cautelares,mediante%20requerimento%20do%20MinistYwC3%Alrio%20P%C3%BAblico. Acesso em: 11 maio. 2021.

LIMA, D. **O juiz como garante da investigação preliminar**. *Canal Ciências Criminais*. [s.l.] jan. 2018. Disponível em <https://canalcienciascriminais.com.br/juiz-garanteinvestigacao-preliminar/>. Acesso em: 20 out. 2021.

LIMA, D. **O sistema processual brasileiro é misto?** *Canal Ciências Criminais*. [s.l.] jan. 2018. Disponível em: <https://canalcienciascriminais.jusbrasil.com>. Acesso em: 11 maio. 2021.

LOPES, M. V. P. Estudo e crítica do "Juiz das Garantias". *In. Revista Brasileira de Ciências Criminais*, v. 11, p. 227-259. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014.

LOPES JUNIOR, A. **Investigação Preliminar no Processo**. 5ª ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

LOPES JUNIOR, A. **Direito processual penal**. 16ª ed. São Paulo: Saraiva, 2019.



LOPES JUNIOR, A. & ROSA, A. M. **Entenda o impacto do Juiz das Garantias no Processo Penal**. *ConJur*, 2019. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2019-dez-27/limite-penal-entenda-impacto-juiz-garantias-processo-penal>. Acesso em: 9 jan. 2022.

LOPEZ, M. M. O princípio da correlação entre acusação e sentença. **Revista Eletrônica de Direito Processual**, 2007. Disponível em: <https://www.epublicacoes.uer.br/index.php/redp/article/download/23675/16738>. Acesso em: 12 out. 2021.

MACHADO, I. N. R. **Sistema acusatório e investigação criminal pelo Ministério Público**. [s.l.] ago. 2018. Disponível em: https://www.mpam.mp.br/images/stories/SA_210808_16.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

MACHADO, L. M. **Ainda sobre o arquivamento do inquérito policial na lei "anticrime"**. *ConJur*, [s.l.] maio 2018. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2020-mai-05/academia-policial-ainda-arquivamento-inqueritopolicial-leianticrimef>: —:text=J]C3%A 1%20com%20a%20Lei%20n, administrativa%2C%20e%20n%C3 %A30%20mais%20jurisdicional. Acesso em: 12 out. 2021.

MARIOTTI, A. **Princípio do Devido Processo Penal**. Porto Alegre. 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13555/000651057.pdf?1>. Acesso em: 25 set. 2021.

MILANEZI, L. **Presunção de inocência e sua relativização**. [s.l.] maio 2017. Disponível em: <https://www.politize.com.br/presuncao-de-inocencia-o-que-e/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

MIRABETE, J. F. **Processo Penal**. 18ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MONTENEGRO, F. **Juiz das garantias - Um arremedo do juiz de instrução**. [s.l.]. Migalhas. 2020. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/317982/juiz-das-garantias-umarremedo-do-juiz-de-instrucao>. Acesso em: 9 dez. 2021.

NEVES, F. C. R.; VOLPATO, M.; VAZQUEZ, P. **A imparcialidade do juiz: O que diz a CF/88?** [s.l.] jul. 2019. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/coluna/constituicao-na-escola/306844/a-imparcialidade-do-juiz-o-que-diz-a-constituicao-federal>. Acesso em: 18 nov. 2021.

NUCCI, G. S. **Manual de Processo Penal e Execução Penal**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Forense, 2015.

NUCCI, G. S. **Manual de Processo Penal e Execução Penal**. 6ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010.

OHDE, V. F. **Sistema acusatório e a necessária separação da acusação e do órgão julgador**. [s.l.] jul. 2019. Disponível em: <https://nfernandes.com.br/sistema-acusatorioe-a-necessaria-separacao-da-acusacao-e-do-orgao-julgador/>. Acesso em: 12 nov. 2021.

ORTH, J. V. **Due process of law: A brief history**. Kansas: University Press of Kansas, 2003.

PEDROSA, R. L. **Direito em História**. Rio de Janeiro: Lumem Juris, 2008.

PIETRO JÚNIOR, J. C. G. **O sistema acusatório no processo penal brasileiro e a adoção do modelo inquisitorial system na gestão da prova pelo juiz**. *Âmbito Jurídico*. [s.l.] set. 2019. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-processual-penal/osistema-acusatorio-no-processo-penal-brasileiro-e-a-adocao-do-modelo-inquisitorial-system-na-gestao-da-prova-pelo-juiz/>. Acesso em: 12 nov. 2021.



so em: 19 out. 2021.

PRADO, G. **Sistema Acusatório**: a conformidade constitucional das leis processuais penais. 3ª ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005.

PRADO, G. Entre a imparcialidade e os poderes de instrução no caso Lava Jato: Para além da iniciativa probatória do Juiz. **Revista Brasileira de Ciências Criminais**, v. 24, n. 122, p. 135-169, 2016. Disponível em: <https://bdjur.stj.jus.br/jspui/handle/2011/104980>. Acesso em: 10 dez. 2021.

RANGEL, P. **Direito Processual Penal**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2010.

REALE JUNIOR, M. O Juiz das garantias. **Revista de Estudos Criminais**, vol. 10, n. 43, p. 99-115, 2011.

RODRIGUES, M. P. Os sistemas processuais penais. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, n. 3833, 29 dez. 2013. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/26262>. Acesso em: 10 dez. 2021.

THUMS, G. O mito sobre a Verdade e os Sistemas Processuais. *In*: CARVALHO, S. **Leituras Constitucionais do Sistema Penal Contemporâneo**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005. p. 153-175.

TOURINHO, F.; FERNANDO, C. **Manual de Processo Penal**. 13ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010.



Artigos de Revisão





Aplicações de drones em emergências, desastres e ajuda humanitária: Uma revisão sistemática da literatura

Lorran Junqueira*; Luiz Eduardo Galvão Martins**; Ana Estela da Silva***

*Universidade Federal de São Paulo, SP.

**Professor adjunto da Universidade Federal de São Paulo, SP.

***Professora adjunta da Universidade Estadual de Campinas, SP.

*Autor para correspondência e-mail: lorran.junqueira@unifesp.br

PALAVRAS-CHAVE

Emergência
Resposta
UAS
RPAs

KEYWORDS

Emergency
Response
UAS
RPA

Resumo: Existe a necessidade de tecnologia para permitir respostas à riscos e emergências de forma mais eficientes, além da crescente demanda por novas tecnologias para atender a população. Este estudo teve como objetivo buscar na literatura o que já se tem conhecimento sobre o uso de Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas (UAS), mais conhecidas como "drones", sendo empregados como uma ferramenta auxiliar nessas aplicações, de modo a identificar as principais barreiras e requisitos para o uso dessa tecnologia. Uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi realizada usando quatro bibliotecas digitais, considerando artigos publicados de 2011 a 2022 relacionados às Aeronaves Não Tripuladas como ferramenta para busca e resgate durante emergências. No total, foram encontrados 1.030 artigos. Destes, 173 foram selecionados. Dos quais, oitenta e seis artigos e quatro outras RSL foram aceitos e analisados minuciosamente. Este artigo discute diferentes metodologias sobre como Aeronaves Remotamente Pilotadas podem ser usadas em aplicações associadas a equipes de resgate, bombeiros, autoridades de gestão urbana, hospitais e instituições de pesquisa. Os resultados encontrados mostram que os UAS desempenham um papel promissor em operações de segurança e resposta a emergências, oferecendo soluções ágeis e vitais inclusive em cenários reais de desastres humanitários. A rápida entrega de suprimentos essenciais e a proteção das equipes de resgate são cruciais em situações de emergência, e os UAS surgem como uma resposta promissora para ambos os desafios. Apesar de alguns autores evidenciarem preocupações iniciais sobre segurança, privacidade e aceitação, os estudos indicam uma mudança gradual de atitude à medida que a tecnologia se torna mais comum e suas vantagens se destacam. A colaboração interdisciplinar e a constante inovação são cruciais para maximizar o potencial dos UAS, garantindo operações cada vez mais seguras e eficientes em situações críticas. Assim, este estudo sublinha a necessidade de um desenvolvimento contínuo e sustentado nessa área, proporcionando um caminho claro para futuras pesquisas e implementações práticas.

Drone applications in emergencies, disasters and humanitarian relief: a systematic literature review

Abstract: There is a growing need for technology to enable more efficient responses to risks and emergencies, given the increasing demand for new technologies to serve the population. This study aimed to explore existing knowledge in the literature regarding the use of Unmanned Aircraft Systems (UAS), commonly known as "drones," as auxiliary tools in these applications, identifying the main barriers and requirements for the use of this technology. A Systematic Literature Review (SLR) was conducted using four digital libraries, considering articles published from 2011 to 2022 related to Unmanned Aircraft as tools for search and rescue during emergencies. In total, 1,030 articles were found. Among these, 173 were selected. Of these, eighty-six articles and four other SLRs were accepted and thoroughly analyzed. This paper discusses different methodologies on how Remotely Piloted Aircraft can be used in applications associated with rescue teams, firefighters, urban management authorities, hospitals, and research institutions. The findings show that UAS play a promising role in security and emergency response operations, offering agile and vital solutions even in real humanitarian disaster scenarios. The swift delivery of essential supplies and the protection of rescue teams are crucial in emergency situations, and UAS emerge as a promising response to both challenges. Although some authors initially expressed concerns about security, privacy, and acceptance, studies indicate a gradual shift in attitude as the technology becomes more common and its advantages stand out. Interdisciplinary collaboration and constant innovation are crucial to maximizing the potential of UAS, ensuring increasingly safe and efficient operations in critical situations. Thus, this study underscores the need for continuous and sustained development in this area, providing a clear path for future research and practical implementations.

Recebido em: 02/05/2023

Aprovação final em: 11/08/2023

Introdução

Nos últimos anos, houve um aumento do uso de Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas (UAS), comumente referidas como "Drones" sendo usadas principalmente para aplicações civis, devido às suas características promissoras que possibilitam seu uso em diversas aplicações. Deste modo, se faz necessário analisar se esta tecnologia pode ser utilizada também como uma ferramenta auxiliar, para equipes comprometidas em salvar e proteger vidas em situações de alto risco e emergências, que envolvam algum perigo à vida humana. Neste contexto, vários estudos têm sido realizados em diferentes condições, usando UAS para vigilância e monitoramento de áreas de risco de modo a fornecer informações, através de suas câmeras e sensores para as equipes em solo (KYRKOU; THEOCHARIDES, 2021); (CONTE *et al.*, 2021); (JEON *et al.*, 2019); (GIUSEPPI *et al.*, 2021) e (BUSNEL *et al.*, 2019).

Dessa forma, outra aplicação de UAS neste cenário apresentado, se destina ao transporte de cargas, destacando-se o transporte de medicamentos e insumos de grande importância e necessidade (RABTA; WANKMÜLLER; REINER, 2018); (MACIAS, ANGELOUDIS; OCHIENG, 2020); (HU, 2019); (XU; XIONG, 2019); (NAGAYO *et al.*, 2021); (NYAABA; AYAMGA, 2021); (GHELICHI; GENTILI; MIRCHANDANI, 2022); (MATEEN *et al.*, 2020).

Neste contexto, em relação aos UAS para uso de transporte de cargas essenciais, estudos de otimização do espaço permitiram que os UAS transportassem sua carga máxima de maneira mais otimizada, considerando para isso, a logística e autonomia da aeronave em questão (HU, 2019). Amicone *et al.* (2021) abordaram o desenvolvimento de uma cápsula inteligente, permitindo que a equipe médica ativasse remotamente missões de entrega autônoma de UAS para o transporte de materiais médicos, incluindo kits médicos, sangue, órgãos, tecidos e amostras de teste entregues pelos UAS na área do desastre. Já Kirkpatrick *et al.* (2021) avaliaram UAS que podem transportar equipamentos de ultrassom, capazes de serem operados pela vítima por meio de telemedicina, onde ocorre o contato remoto com médicos. O que pode ser fundamental em cenários de crise e desastres, pois evita o risco de transmissão de doenças infecciosas, dependendo das circunstâncias, como durante a pandemia de COVID-19.

Como pode-se observar, UAS podem ser aplicados em diferentes cenários, e por serem veículos altamente versáteis, podem ser usados em contextos de emergência urbana em cidades inteligentes (MOHAMED *et al.*, 2020); (CONTE *et al.*, 2021); (KHAN *et al.*, 2021). Derkenne *et al.* (2020) avalia ainda, simulações com aeronaves equipadas com Desfibriladores Externos Automáticos (DEAs) para atendimento de casos de emergência de ataques cardíacos ocorridas fora do hospital, em Paris. UAS equipados com desfibriladores externos também foram cobertos abordados por Kyrkou, e Theocharides (2021), Smith (2022), Baumgarten *et al.* (2021), Sigari e Biberthaler (2021), Wankmüller *et al.*, (2020), Checks *et al.* (2020), Mateen *et al.*, (2020), Bogle *et al.*, (2019), Sanfridsson *et al.* (2019) e Claesson *et al.* (2016) demonstrando que há potencial e interesse da comunidade em utilizar esses equipamentos para esse tipo de aplicação.

Por sua vez, os UAS demonstraram também possuir aplicações em áreas menos densamente povoadas, como sendo ferramenta de apoio para bombeiros e equipes de resgate de incêndios florestais (KHAN; NEUSTAEDTER, 2019), (BJORLING *et al.*, 2020), (MARTIN *et al.*, 2021), (CALDERÓN *et al.*, 2021), (GIUSEPPI *et al.*, 2021), em áreas de mineração (PÉTER; LÁSZLÓ; JÁNOS, 2016), e em áreas de risco devido à proximidade a vulcões (ADAMS *et al.*, 2018). Conforme abordado também por Red *et al.* (2021) que estudaram a avaliação pós-desastre realizada por meio de UAS após a erupção do Monte Merapi em Yogyakarta, na Indonésia.

Os UAS também vêm sendo utilizados em áreas costeiras (DEL-REAL; DÍAZ-FERNÁNDEZ, 2021) de modo a auxiliar as equipes de resgate a localizar e resgatar vítimas de afogamento, conforme proposto por Claesson *et al.* (2017) e Seguin *et al.* (2018). Esses estudos utilizaram metodologias diferentes, porém ambas são relevantes. Uma vez que em Seguin *et al.* (2018), o objetivo foi avaliar através de simulações a eficiência de uma Aeronave Não Tripulada em fornecer um dispositivo de flutuação para possíveis vítimas de afogamento, considerando para isso, diferentes condições de mar, e então comparar os tempos de operações de resgate com e sem o auxílio do UAS. Várias



comparações foram feitas com salva-vidas profissionais que atuaram como vítimas simuladas. Uma Aeronave Não Tripulada de formato específico permitiu que a boia salva-vidas inflável caísse na água. Os autores demonstraram que ele poderia entregar um dispositivo de flutuação a um nadador com segurança e rapidez. Adicionar um UAS às operações de resgate pode melhorar a qualidade e a velocidade dos primeiros socorros, mantendo os salva-vidas longe das condições perigosas do mar. Enquanto Cleason *et al.* (2017) realizou análises de simulações computacionais.

Outros estudos, por sua vez, têm explorado o desenvolvimento de um sistema de comunicação e integração entre o UAS e as equipes em solo, o que pode ser fator determinante para aumentar a assertividade das operações e o ganho da proporção de missões bem-sucedidas em situações de emergência (MEZGHANI; MITTON, 2019); (VANDERHORST *et al.*, 2021), (VICHOVA *et al.*, 2020), (KHAN; NEUSTAEDTER; ANTLE, 2019) e (LEE *et al.*, 2021).

Foi realizada uma busca nas bibliotecas da ACM, Science Direct, Scopus e IEEE Xplore, entre março e abril de 2022, para identificar trabalhos relacionados a aplicações de UAS como ferramenta auxiliar em situações de risco, emergência, desastre ou ajuda humanitária. Durante esta busca, foram encontradas quatro revisões sistemáticas da literatura. Sendo duas diretamente relacionadas ao tema central proposto nesta pesquisa (REJE, 2021) e (DAUD *et al.*, 2021). Os outros dois abordaram o contexto de evolução dos UAS, inovação em diversos segmentos de mercado e transformação social por meio de uma forma inédita de prestação de serviços e suas implicações regulatórias e de segurança.

Além disso, novos serviços podem se beneficiar ou ser afetados pelo uso de UAS e sistemas de gerenciamento de regulamentação necessários para as operações (MERKERT; BUSHELL, 2020) e (HAULA; AGBOZO, 2020). Enquanto Reje (2021) analisou as capacidades, barreiras e desempenho de UAS humanitários aplicados a operações logísticas, gerenciamento e governança em uma estrutura abrangente. Daud *et al.* (2021) identificou quatro categorias de aplicações de UAS em desastres: mapeamento ou gestão de desastres, busca e resgate, transporte e formação. Ambos os estudos concluíram que o uso de UAS em contextos de emergência e desastre é promissor e cada vez mais eficaz.

Em 2020, Merkert e Bushell (2020) publicaram uma RSL que aborda questões relevantes sobre a implantação comercial e privada de UAS em diversos setores. O estudo identificou problemas e lacunas de pesquisa, sugerindo que as considerações operacionais estão substituindo questões como privacidade, aceitação e segurança. O estudo também examinou o impacto do uso de UAS em outros usuários do espaço aéreo e concluiu que é necessário mais políticas e respostas gerenciais para gerenciar o crescimento rápido e eficiente do uso de UAS com segurança, sem interferir negativamente com outros usuários do espaço aéreo.

O estudo de Haula e Agbozo (2020) realizou uma revisão sistemática da literatura para identificar as diferentes perspectivas de como os sistemas aéreos não tripulados (UAS) podem ser usados na região subsaariana da África. O estudo categorizou os resultados com base no domínio em que o UAS foi implementado na região, revelando que a adoção de UAS na região ainda está em estágios iniciais, com foco em saúde e agricultura. O estudo forneceu contribuições teóricas e práticas para o tema de UAS e outras tecnologias UAS na África subsaariana a partir de uma perspectiva técnica e social.

Esta presente Revisão Sistemática da Literatura (RSL) tem como objetivo realizar uma abordagem abrangente do estado da arte relacionado às aeronaves remotamente pilotadas. Essa análise visa identificar de maneira precisa as principais barreiras e requisitos associados à utilização dessa tecnologia. Nesse contexto, é crucial avaliar os aspectos de viabilidade técnica, bem como compreender os principais beneficiários, as características das operações, vantagens e desvantagens fundamentais do emprego de UAS no âmbito da ajuda humanitária e na resposta a situações emergenciais. Cabe ressaltar que a utilização dos UAS é considerada uma ferramenta adicional, atuando de forma colaborativa com as abordagens de busca e resgate já existentes, e essa integração tem impactos significativos para todas as partes envolvidas, exigindo uma análise aprofundada de suas implicações para as equipes de resposta e resgate, bem como para as pessoas atingidas pelos eventos em questão.

Metodologia



A metodologia de pesquisa foi baseada nas diretrizes propostas por Budgen e Brereton (2019) e é dividida em três fases principais, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Fases da Pesquisa.

Fase de Planejamento	A fase de definição do protocolo de revisão envolve a questão de pesquisa, identificação dos estudos, seleção, avaliação dos estudos, incluindo critérios de inclusão e exclusão, procedimento de seleção e definição da avaliação da qualidade.
Fase de Condução	A fase de identificar pesquisas anteriores, selecionar os estudos com base nos critérios de inclusão/exclusão, extrair e resumir os dados e avaliar a qualidade dos artigos, atribuindo uma nota com base nas questões de pesquisa que aquele artigo responde
Fase de Reporte	A fase de definição da estratégia de comunicação, redação e publicação do S.L.R. baseia-se nos dados extraídos dos artigos.

Fonte: Budgen e Brereton, (2019).

Para a elaboração desta RSL, foi utilizada a plataforma Parsifal.al™ (<https://parsif.al/>). Esta plataforma utiliza a mesma metodologia de pesquisa e propõe a sequência e os campos corretos a serem preenchidos, preparando a pesquisa de forma estruturada. Ao final, gera gráficos e permite exportar os dados extraídos para uma tabela Excel™, que auxiliou na elaboração desta RSL.

• Estratégia de Pesquisa

Seguindo a metodologia de pesquisa apresentada por Budgen e Brereton (2019), o protocolo de revisão foi conduzido seguindo os critérios conhecidos como PICOC. Para a elaboração desta RSL, o seguinte PICOC foi considerado, conforme descrito na Tabela 2:

Tabela 2 - PICOC. Para esta RSL.

População:	Operadores de serviços de emergência, Busca e Salvamento, forças de segurança, pedágios e autoridades da gestão pública.
Intervenção:	A intervenção consiste em Frameworks/processos/métodos para inovação através de UAS, possíveis tipos de operações, processos necessários e protocolos.
Comparação:	Operações de emergência com auxílio de UAS e sem tais equipamentos, avaliando as principais implicações, vantagens e desvantagens obtidas.
Resultados:	Apresentar uma visão geral e levantar uma discussão sobre novas ferramentas aplicadas para auxiliar em emergências, contribuir para o projeto de mestrado e servir de base teórica para futuros trabalhos relacionados
Contexto:	O contexto para esta pesquisa são emergências em cenários urbanos ou remotos, cenários pós-desastre e outras situações de risco e vulnerabilidade à vida humana.

Fonte: Elaborada pelo Autor com base em Budgen e Brereton, (2019).



• Questões de pesquisa

Esta pesquisa pretende responder às questões previamente determinadas que nortearão o tema central, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Questões de Pesquisa e Motivações para esta RSL.

Questões de Pesquisa	Motivação
RQ1: Quais sistemas, estruturas, requisitos, organizações e regulamentos são necessários para operar os UAS? para Ajuda Humanitária e Resposta de Emergência? Eles já existem?	Pesquisar na bibliografia sobre o uso de aeronaves pilotadas remotamente nas situações atuais e os requisitos que envolvem os regulamentos e leis que regem as atuais operações do espaço aéreo e seus órgãos reguladores, bem como pesquisar a tecnologia de "pavimentação" e os regulamentos ainda em desenvolvimento para essas aplicações.
RQ2: Quem são os potenciais beneficiários da UAS para Ajuda Humanitária e Resposta de Emergência? Trará benefícios para a sociedade?	Investigar e destacar órgãos ou instituições de resgate e salvamento que seriam, além de parceiros, potenciais beneficiários da aplicação desta tecnologia.
RQ3: Quais processos e etapas são necessárias para desenvolver UAS para Ajuda Humanitária e Resposta de Emergência?	Explorar e investigar o processo e as metodologias de empreendedorismo para a criação de um modelo de negócio inovador baseado no desenvolvimento tecnológico. (Planejamento, validações, execução, análise de dados)
RQ4: Como serão as operações, quais protocolos e como funciona esse serviço? Como será validado?	Realizar análise de viabilidade operacional analisando a atividade e o ambiente regulatório. Implementar modelos e validações que permitam validar um estudo mais aprofundado em um ambiente simulado em um estudo de caso no futuro.

Fonte: Elaborada pelo Autor com base em Budgen e Brereton, (2019).

• Palavras-chave e sinônimos

Nesta etapa, as palavras-chave com seus respectivos sinônimos e PICOC a que se referem orientarão a busca, servindo de base para a elaboração da string. Conforme listadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Palavras-chave e Sinônimos.

Palavras-chave	Sinônimo	Relacionada
Emergência	Desastres Causas Humanitárias Urgência Operações de Risco	População
Resposta	Suporte Aéreo Reconhecimento Suporte	Resultados
UAS	Drone RPA Unmanned Aerial System	Intervenção

Fonte: Elaborada pelo Autor com base em Budgen e Brereton, (2019).

• Definição de String de busca

Algumas palavras-chave foram combinadas para definir a *string* de pesquisa. A Science Direct possui uma limitação de oito operações booleanas (AND/OR) e houve a necessidade de ajustar a *string* com base no número de artigos retornados na busca, como também ocorreu para ACM. Assim, para Science Direct e ACM considerou-se a *string* exata, enquanto o IEEE recebeu uma *string* diferente, utilizando todas as palavras-chave e seus respectivos sinônimos. Para a base Scopus, o filtro de intervalo de tempo foi incorporado na própria *string*, como mostra a Tabela 5. Para auxiliar no número de resultados as *strings* foram elaboradas em inglês.

Tabela 5 - Strings de Busca.

Base	String
Science Direct	("Emergency" OR "Urgency" OR "Disaster") AND ("UAS" OR "Drone" OR "RPA" OR "Unmanned Aerial System") AND ("Response" OR "Air Support")
ACM	("Emergency" OR "Urgency" OR "Disaster") AND ("UAS" OR "Drone" OR "RPA" OR "Unmanned Aerial System") AND ("Response" OR "Air Support")
IEEE Xplore	("Emergencies" OR "Humanitarian Causes" OR "Urgencies") AND ("air support" OR "air support missions" OR "intel" OR "Recon" OR "Reconnaissance" OR "UAS" OR "UAS" OR "RPA" OR "Unmanned Aircraft Systems")
Scopus	TITLE-ABS-KEY (("Emergency" OR "Disaster" OR "Humanitarian Causes" OR "risk operations" OR "Urgency") AND ("UAS" OR "Drone" OR "RPA" OR "Unmanned Aerial System") AND ("Response" OR "Air Support" OR "Recon" OR "Reconnaissance" OR "Support")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2013)) AND (LIMIT-TO (OA, "all"))

Fonte: Elaborada pelo Autor com base em Budgen e Brereton, (2019)

Apenas artigos publicados após 2011 foram incluídos neste estudo, de modo a abordar as metodologias mais recentes para a elaboração desta revisão. Porém apenas para artigos pesquisados na base Scopus, o período foi de 9 anos devido às limitações da própria base.

• Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão e exclusão foram elaborados para selecionar artigos de interesse e filtrar as buscas. Para a elaboração desta RSL, foram considerados os seguintes critérios de inclusão com suas respectivas justificativas, conforme indicado na Tabela 6.



Tabela 6 - Critérios de Inclusão.

Número	Critério de Inclusão	Justificativa
1)	Auxílio de UAS em Emergências Urbanas	Emergências em ambientes urbanos, incluem apoio em acidentes de trânsito, paradas cardíacas e pessoas feridas.
2)	UAS Para Apoio Humanitário	Situações de ajuda humanitária realizadas com a ajuda de UAS
3)	UAS em apoio à Gestão Urbana	Situações focadas no uso de UAS em um contexto de <i>Smart City</i> do qual o UAS faz parte e está integrado com a gestão dos demais órgãos e serviços da cidade
4)	Artigos publicados após 2011	Pesquisar e estudar os artigos mais recentes sobre o assunto
5)	UAS como Resposta a desastres	Situações em que os UAS são usados como a principal solução de suporte durante ou pós-desastres
6)	UAS em situações de emergência	Uso de UAS como ferramenta auxiliar para autoridades em emergências em geral

Fonte: Elaborada pelo Autor com base em Budgen e Brereton, (2019)

Os critérios de exclusão foram definidos conforme descrito na Tabela 7.

Tabela 7- Critérios de Exclusão.

Número	Critério de Exclusão	Justificativa
1)	Sistemas, <i>software</i> e estruturas não relacionados a UAS	Para artigos que abordam o desenvolvimento de sistemas, softwares e <i>frameworks</i> relacionados voltados para emergências, mas não relacionados ao uso de UAS
2)	Outros usos profissionais para UAS	Para artigos que abordam o uso profissional dos UAS, mas em um contexto diferente de cenários de emergência, ajuda humanitária, risco e vulnerabilidade
3)	Artigos publicados antes de 2011	Pesquisar e estudar os artigos mais recentes sobre o assunto
4)	Usos recreativos para UAS	Como a pesquisa está relacionada ao uso de autoridades em serviços de emergência, os usos recreativos para UAS foram excluídos.

Fonte: Elaborada pelo Autor com base em Budgen e Brereton, (2019).

• Lista de Verificação de Avaliação de Qualidade

Tendo descrito os critérios de inclusão e exclusão, o próximo passo na fase de planejamento, foi descrever o *checklist* de avaliação da qualidade. Dez questões foram elaboradas para avaliar a qualidade dos artigos importados respondendo cada uma das questões separadamente, sendo classificados como "SIM", "PARCIALMENTE" ou "NÃO". A percentagem de artigos selecionados que responderam a cada uma das questões que atendem aos critérios está descrita na Tabela 8.



Tabela 8 - Questões de Avaliação da Qualidade.

Questões	Percentagem de Artigos		
	SIM	PARCIALMENTE	NÃO
Q1: O artigo está no contexto da UAS como uma emergência, desastre ou resposta humanitária?	87%	7%	6%
Q2: Os objetivos estão relacionados com esta proposta de pesquisa?	70%	29%	2%
Q3: Eles respondem a perguntas da pesquisa?	53%	45%	2%
Q4: Os métodos estão relacionados a esta proposta de pesquisa?	50%	47%	3%
Q5: Os resultados foram comparados com outros?	31%	36%	33%
Q6: Em caso afirmativo, eles foram obtidos em circunstâncias semelhantes?	26%	41%	33%
Q7: As medidas e variáveis estão bem relacionadas a esta proposta de pesquisa?	43%	55%	2%
Q8: Os métodos de coleta de dados estão bem relacionados a esta proposta de pesquisa?	39%	57%	4%
Q9: O método de avaliação de resultados está bem relacionado com esta proposta de pesquisa?	44%	53%	3%
Q10: O cenário estudado pode ser utilizado no contexto urbano de uma cidade inteligente?	43%	38%	19%

Fonte: Elaborada pelo Autor com base em Budgen e Brereton, (2019).

Uma vez definidas as questões para avaliação da qualidade dos artigos, foram elaboradas notas para cada questão de forma que cada resposta tivesse um peso sendo 1, 0,5 e 0 que foram atribuídos a "SIM", "PARCIALMENTE" e "NÃO". A soma final das dez questões de cada artigo determinou o resultado com relação ao assunto de interesse, com nota de corte igual a 6. Os artigos com maior pontuação foram mais relacionados ao assunto de interesse. Os artigos com pontuação total menor ou igual a seis não estavam relacionados ao tema proposto nesta pesquisa e foram desconsiderados, não passando para a próxima etapa.

• Formulário de Extração de Dados

A última etapa da fase de planejamento é o formulário de extração de dados. Para esta RSL, foram considerados os seguintes dados, conforme listado na Tabela 9:

Tabela 9 - Formulário de extração de dados.

Descrição	Tipo
Library	String Field
Title	String Field
Source of publication	String Field
Year of publication	Date Field
Author	String Field
Affiliation	String Field
Country	String Field
Application domain	String Field
Study validation	String Field
Quality score	String Field
Methods	String Field
Vantages	String Field
Disadvantages	String Field
circumstances	String Field
Authority/agencies involved	String Field

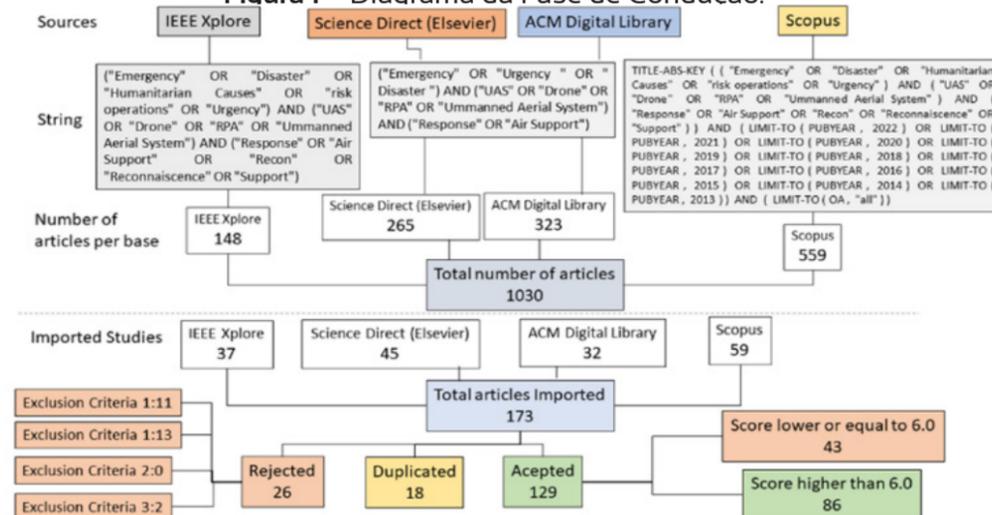
Fonte: Elaborada pelo Autor com base em Budgen e Brereton, (2019).

Os "Métodos" descrevem como os artigos funcionaram e desenvolveram seus estudos. Os campos "Vantagens" e "Desvantagens" visam registrar e analisar os pontos positivos e negativos observados nos estudos desenvolvidos pelos artigos. As "circunstâncias" descrevem os cenários e contextos abordados pelos artigos em que as aeronaves foram empregadas ou estudadas. Por fim, o item "Autoridades/Agências envolvidas" é dedicado aos estudos que obtiveram parcerias com órgãos e autoridades para utilização do UAS em condições de emergência reais ou simuladas.

• Fase de Condução

Após a execução de todos os protocolos definidos na fase de planejamento, foi realizada a fase de condução, a qual todo o processo está representado no diagrama mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Diagrama da Fase de Condução.



Fonte: Elaborado pelos autores.

• Procedimento para Seleção de Estudos

O primeiro passo foi buscar as strings definidas nas fontes selecionadas, considerando apenas artigos de 2011 a 2022. Como resultado, foram encontrados 1.030 artigos: Sendo 559 da Scopus, 265 da Science Direct, 148 da IEEE Xplore e 323 da ACM. Digital Library.

• Importação de Estudos

Em seguida analisar os títulos e resumos de cada artigo. Os critérios de inclusão e exclusão foram artigos que respondessem às questões de pesquisa. Para reduzir o número de artigos selecionados, aplicou-se o critério de importar apenas artigos que estivessem relacionados à proposta descrita nesta RSL: 857 artigos foram excluídos e 173 artigos importados.

• Seleção de Estudos

Os 857 artigos excluídos antes de serem importados para o Parsif.al não foram considerados por não estarem diretamente relacionados ao contexto do UAS como resposta de emergência, desastre ou ajuda humanitária. Dos 173 artigos importados, a seleção dos estudos foi realizada pela leitura do título e resumo de cada artigo e classificados em "ACEITO", "REJEITADO" e "DUPLICADO".

Desses, 129 artigos foram classificados como "ACEITO". Dos quais 26 foram "REJEITADOS". Houve 11 artigos rejeitados pelo critério de exclusão 1 e 13 artigos rejeitados pelo critério de exclusão 2. Nenhum artigo foi rejeitado pelo critério de exclusão 3 pois o filtro de intervalo de tempo foi aplicado antes desta etapa durante a busca de strings. Por fim, dois artigos foram rejeitados pelo critério de exclusão 4. Um total de 18 artigos foram classificados como "DUPLICADOS".

• Avaliação de Qualidade

Os artigos importados classificados como "ACEITOS" passaram para a etapa seguinte, onde foram submetidos às questões da Tabela 8 para avaliá-los quanto à sua qualidade, ou seja, sua aplicabilidade e afinidade com o tema de pesquisa. Durante esta fase, os resumos dos artigos foram lidos. Cada uma das dez questões foi respondida com as respostas também padronizadas dentro dos critérios. Assim, 86 artigos obtiveram pontuação superior a 6 e foram analisados, enquanto 43 obtiveram pontuação menor ou igual a 6 e foram excluídos.

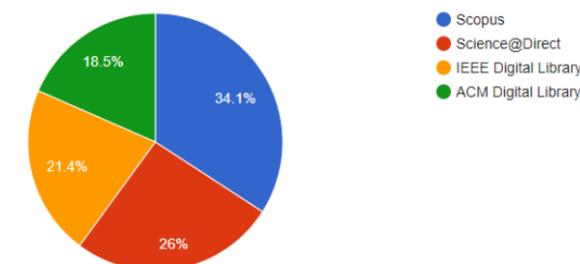
• Extração dos Dados da RSL

Nessa etapa, foi realizada uma leitura completa e mais detalhada para responder às questões descritas na Tabela 9. Eles foram respondidos em ordem decrescente de notas dos artigos, onde os artigos eram mais relacionados ao tema proposto pela pesquisa até os menos relacionados com a pesquisa.

• Análise dos Dados da RSL

Os dados obtidos foram dispostos em uma matriz para auxiliar a compreensão e avaliação dos dados e permitir a aplicação de filtros e gráficos a partir das informações, conforme as Figuras 2, 3 e 4.

Figura 2 - Quantidade de Artigos importados por Base.



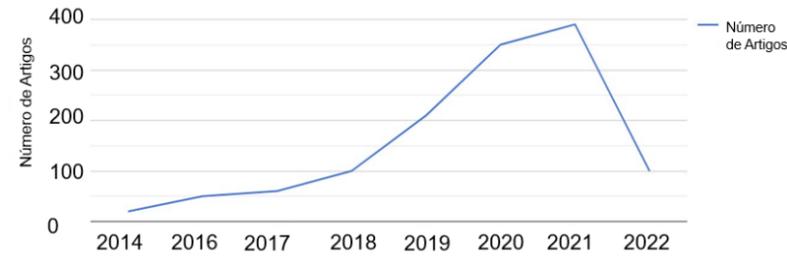
Fonte: Elaborado pelos autores.

Como pode ser visto na Figura. 2, o número de artigos selecionados permaneceu relativamente



bem distribuído entre as quatro bases: 18,5% para ACM, 21,4% para IEEE e 26% para Science Direct, com exceção da base Scopus, que obteve 34,1% de artigos importados e também com a maior quantidade de artigos aceitos. Figura 4 se refere ao número de artigos por ano das publicações.

Figura 4 - Número de Artigos por ano de publicação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 4 mostra o número de artigos publicados por ano, apresentando um pico em 2021. O ano de 2022 está indicado como queda, mas é de salientar que é nesta altura que esta RSL foi realizada. Mesmo que o ano ainda não tenha terminado durante a sua elaboração, os estudos realizados este ano provavelmente serão aceitos e publicados no final do ano.

• Ameaças à Validade

Todos os dados foram rigorosamente analisados seguindo o protocolo descrito na Tabela 1. Consequentemente, o viés nos resultados foi reduzido em comparação com as revisões tradicionais. No entanto, mesmo quando seguindo protocolos rigorosos. Uma das ameaças é a seleção de fontes de pesquisa, que pode levar à exclusão de artigos relevantes ou aumentar o número de artigos irrelevantes. Outra ameaça é a seleção de critérios de inclusão e exclusão e a avaliação da qualidade dos estudos, que pode ser subjetiva. A fase de seleção de estudos e extração de dados também pode ser demorada e sujeita a inconsistências, o que pode dificultar análises futuras.

Resultados e Discussão

Esta seção apresenta a discussão e análise dos 86 artigos selecionados.

• Visão geral dos dados

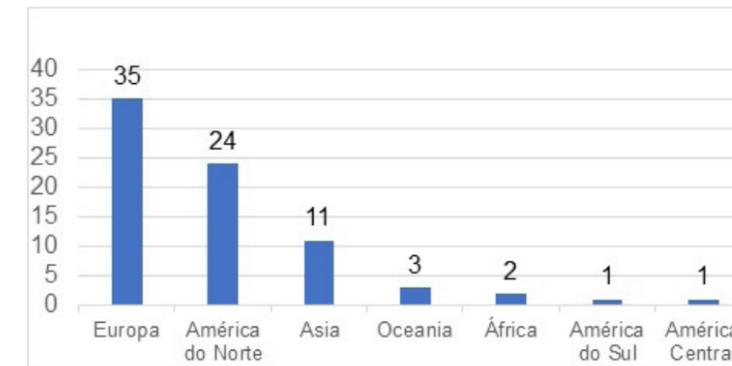
Quanto à origem das pesquisas, 41% eram da Europa, 28% da América do Norte, 13% da Ásia, 3% da Oceania, 2% da África e 1% da América do Sul e Central. A Figura 5 apresenta graficamente essas informações para melhor representação e visualização.

Na Europa, a Suécia foi o país com mais trabalhos publicados na Europa (8%), seguida pela Itália (6%). Na América do Norte, os Estados Unidos foram o país com maior número de publicações com 16 artigos (17%). Outros países também foram mencionados, com percentagens menores. Três estudos foram desenvolvidos simultaneamente, envolvendo mais de um país, conforme mostra a Figura 6.

Dentre os estudos analisados, 29% foram voltados para ajuda humanitária e resposta a emergências, enquanto 13% foram voltados para alívio de desastres. Dez estudos abordaram soluções e metodologias para o desenvolvimento de sistemas e softwares de gestão envolvendo os Estados Unidos e outras equipes e autoridades, incluindo sete estudos que abordaram o desenvolvimento de redes de comunicação para estabelecer conexões de internet em emergências por meio de UAS. Enquanto 9% dos estudos foram direcionados à captura de imagens por meio de câmeras e sensores de UAS, outros 7% foram direcionados à entrega de kits de medicamentos e outros insumos médicos. Além disso, houve estudos de UAS equipados com desfibriladores externos, boias infláveis para resgate na água e um mini sistema de monitoramento de pacientes. Dos 86 artigos apresentados, dez apresentaram aplicações voltadas para o desenvolvimento de arquiteturas de sistemas de comunicação e integração com órgãos de emergência, vítimas e outros interessados. A Tabela 10 lista o número de artigos que abordaram cada domínio de aplicação para o uso de UAS.

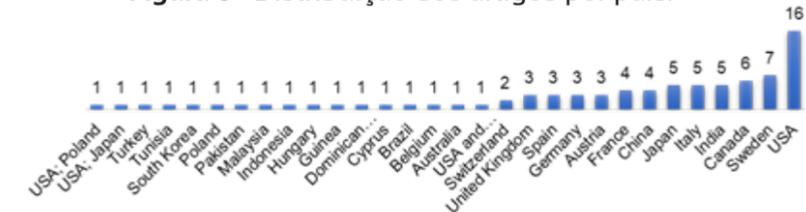


Figura 5 - Distribuição dos artigos por continente.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6 - Distribuição dos artigos por país.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 10 - Distribuição de Artigos por Domínio de Aplicação Traduzir a tabela já que o texto está em português.

Domínio de Aplicação	Quantidade	%
UAS para Ajuda Humanitária e Resposta a Emergências	25	29%
UAS como ajuda em desastres	11	13%
UAS equipados com desfibrilador	10	12%
Sistema e gerenciamento em cenários de emergência	10	12%
Classificação de imagens aéreas a bordo de um UAS para aplicações de resposta/monitoramento de emergência / Inspeção Visual / fotogrametria	8	9%
Framework / Rede de Comunicação	7	8%
Logística / Entrega de suprimentos médicos	6	7%
Outros	4	5%
Apoio às equipes em solo	2	2%
UAS equipados com mini sistema de monitoramento de pacientes	2	2%
UAS equipados com dispositivos flutuantes	1	1%
Não mencionado claramente	0	0%
Total	86	100%

Fonte: Elaborada pelo Autor com base em Budgen e Brereton, (2019).

As respostas das questões de pesquisa determinadas na Tabela 3 podem ser observadas nos tópicos a seguir.

Quais sistemas, estruturas, requisitos, organizações e regulamentos são necessários para operar o UAS para Ajuda Humanitária e Resposta a Emergências? (RQ1)

As pesquisas sobre os recursos necessários para desenvolver essa tecnologia e regulamentações ainda estão em andamento para tais fins. No entanto, observou-se que cada país ou região possui legislação específica, bem como o desenvolvimento da tecnologia em diferentes etapas de acordo com as necessidades e características inerentes de cada região.

Em geral, independentemente das aplicações e necessidades de cada região, observou-se que existem sistemas e legislações necessários. Sendo assim pode-se estabelecer como primeira necessidade para responder à RQ1 um sistema de regulamentações robusto que permitam operações de UAS no espaço aéreo com segurança, sem interferência de forma prejudicial a outros usuários, especialmente em relação à segurança próxima a aeródromos e outros locais que afetam a segurança em áreas urbanas, corroborando diretamente com Mohamed *et al.*, (2020) e pela RSL de Merkert e Bushell (2020), onde nos casos em que um sistema de legislação robusto permite que as operações sejam realizadas sob normas estabelecidas, os envolvidos são apoiados ou penalizados caso não cumpram as medidas necessárias.

Também se faz essencial ter um sistema de monitoramento, planejamento de missão, equipes em terra sobre o uso de UAS. Além da necessidade de haver um operador ou controlador de missão para controlar o voo, recebendo vídeo e posições em tempo real da aeronave. O controlador do sistema pode localizar todos os recursos do sistema e partes interessadas em tempo real usando uma plataforma. Isso também foi demonstrado por (BESADA *et al.*, (2019); (ZWEGLIŃSKI, 2020); (CLELAND-HUANG *et al.*, 2020); (RASHID; ZHANG; WANG, 2020); (VANDERHORST *et al.*, 2021); (MARTIN, 2021); (CHENGYI *et al.*, 2021); (BUSNEL; CAILLOUET; COUDERT, 2019) e (HOMOLA *et al.*, 2018), que estudaram o desenvolvimento de *software* e *frameworks* para planejar, definir e gerenciar as operações e a integração de UAS com equipes terrestres de forma robusta e eficaz.

Moeyersons *et al.*, (2018) apresentam a arquitetura de um *framework*, implementação do protótipo e avaliação do sistema de apoio à decisão, que é responsável por digerir e priorizar uma grande quantidade de dados contextuais capturados em um local de incidente para que um sistema de suporte à decisão possa ajudar os socorristas de incidentes no local a priorizar os esforços de resgate que precisam ser abordados. O UAS observou de forma autônoma a área do incidente e propôs uma lista de ações prioritizadas de urgência ou perigo para os socorristas do incidente com base nas informações coletadas.

Kyrkou *et al.*, (2020), Yao *et al.*, (2021); e Zhang *et al.*, (2021) visavam estudar a colaboração de UAS com uma base de suporte móvel montada em um caminhão, proposto também por Calle *et al.*, (2018) que incluíam veículos de apoio no solo para auxiliar o drone durante as missões.

Além de um sistema de legislação e um centro de controle, este estudo estabelece que outros recursos e tecnologias podem ser incorporados ao drone para que ele possa realizar missões específicas, como transportar suprimentos médicos, corroborando com o que foi apresentado por Rabta, Wankmüller e Reiner, (2018); (MACIAS; ANGELOUDIS; OCHIENG, 2020); (HU, 2019); (XU; XIONG, 2019); (SIGARI; BIBERTHALER, 2021) e (YAKUSHIJI *et al.*, 2020). As aeronaves foram equipadas com cargas de apoio, como boias infláveis (SEGUIN *et al.*, 2018). Além disso, UAS equipados com sistemas de monitoramento de pacientes foram estudados e propostos por Dhivya e Premkumar, (2017) e Nagayo, (2021). Uma aplicação que se destacou para os UAS como ferramenta de auxílio emergencial foi o uso de UAS equipadas com desfibriladores externos (DERKENNE *et al.*, 2020); (SCHIERBECK *et al.*, 2021); (KYRKOU *et al.*, 2020); (SMITH, 2022); (NYAABA; AYAMGA, 2021); (WANKMÜLLER *et al.*, 2020); (MATEEN *et al.*, 2020); (BOGLE *et al.*, 2019) e (SANFRIDSSON *et al.*, 2019), o que pode exigir modificações de aeronaves de mercado ou UAS construídos

especificamente para esse fim. Adicionalmente, a possibilidade de incorporar sensores específicos em UAS também foi observada na literatura para tornar o suporte de UAS ainda mais eficaz. Levin *et al.*, (2016) incorporaram sensores térmicos para auxiliar na busca de pessoas à noite ou em locais de difícil acesso. Além disso, Dhivya, *et al.*, (2018) desenvolveram um protótipo de drone equipado com diversos sensores. Enquanto Wang, *et al.*, (2022) forneceram uma perspectiva sobre as questões éticas e os requisitos relacionados ao uso de UAS para essas operações, a qual também precisa ser cumprida e observada, corroborando com esta pesquisa.

Quem são os potenciais beneficiários do UAS para Ajuda Humanitária e Resposta a Emergências? (RQ2)

Diferentes grupos ou setores podem ser impactados direta ou indiretamente pela ação do uso de UAS como uma ferramenta de ajuda. A RSL de Haula e Agbozo, (2021) corrobora com este estudo ao dizer que os UAS podem ser utilizados em uma vasta gama de cenários, utilizando para isso sua utilização na África subsaariana e beneficiando diretamente a população local.

Em outros estudos, os UAS foram usados em conjunto com o Escritório Local de Gerenciamento de Redução de Riscos de Desastres para capturar imagens que pudessem ser utilizadas para localizar as vítimas e demais pontos de atenção (DIAZ *et al.*, 2019). A pesquisa de Claesson *et al.* (2017) foi apoiada por várias instituições de resgate, incluindo o *Tylösand Surf Lifesaving Club* na Suécia, o Departamento de Medicina do Instituto Karolinska, o Centro de Ciência e Ressuscitação de Estocolmo na Suécia, a Administração Marítima Sueca, a Unidade de Resgate de Helicóptero de Gotemburgo na Suécia e a Emergência de Helicóptero Serviços Médicos da região de *Jämtland Härjedalen* na Suécia. A busca por meio de UAS pode contribuir para o socorro precoce da parada cardiorrespiratória em vítimas de afogamento.

Outros três estudos foram realizados em parceria com hospitais e centros de pesquisa médica, como Seguin *et al.*, (2018) que foi realizado em parceria com o Serviço de Emergência Médica - SAMU 40, *Centre Hospitalier Layné, Mont de Marsan* na França, o Serviço de Emergência do hospital *Hôpital de la Timone* e a universidade *Aix-Marseille Université*, em Marselha em França. O estudo de Yakushiji *et al.*, (2020) foi desenvolvido em parceria com o Departamento de Medicina Transfusional, *Tokyo Metropolitan Bokutoh Hospital*, em Koutoubashi, Sumida-Ku e Tokyo. Complementando, o trabalho de Derkenne *et al.*, (2020) foi realizado em parceria com o Departamento de Emergência Médica, Corpo de Bombeiros de Paris, Especialização em Morte Súbita, *Hôpital Pitié-Salpêtrière*, Departamento de Cardiologia, Hospital Europeu Georges Pompidou, e pelo Serviço de Saúde Militar Francês, Academia Militar Val de Grâce.

Um estudo multidisciplinar de acordo com Wankmüller, Kunovjanek e Mayrgündter, (2021) envolveu bombeiros, equipes médicas de emergência, socorristas de cavernas, fabricantes de UAS e pilotos profissionais. Os socorristas se beneficiam do uso de UAS, especialmente em missões urgentes, como busca e resgate e entrega de itens de emergência, pois a tecnologia reduz os tempos de resposta e, ao mesmo tempo, minimiza a exposição ao risco. Além disso, essa tecnologia facilita o planejamento e o gerenciamento de missões mais precisas, contribui para a redução preventiva de riscos e representa uma nova técnica para levantamento geográfico relacionado a emergências.

Corroborando com esta RSL, esses estudos demonstram que diversas instituições podem se beneficiar das ferramentas operacionais oferecidas pelos UAS. Quando adequadamente estruturadas, essas tecnologias podem fornecer informações cruciais às equipes em solo e alcançar rapidamente locais de interesse, aumentando assim a taxa de sobrevivência das vítimas. Importante notar que, ao serem utilizados em áreas de risco, os UAS também minimizam a exposição dos operadores das equipes de resgate, reduzindo efeitos adversos adicionais principalmente para as equipes de emergência.

Que passos são necessários para desenvolver UAS para Ajuda Humanitária e Resposta a Emergências? (RQ3)

Esta questão tem a motivação de explorar e demonstrar o processo e as metodologias para a



criação de um modelo de negócio inovador baseado no desenvolvimento de tecnologia descrito na literatura. No entanto, deve-se notar que a natureza complexa e multidisciplinar está relacionada aos vários domínios de aplicação em que os UAS podem ser utilizados, conforme descrito na Tabela 10, bem como a legislação de cada país ou região. Se analisados na literatura, os processos e etapas necessárias variam de acordo com esses dois pontos, pois estão diretamente relacionados à aplicação do domínio e ao país em que atuam, indo em paralelo ao defendido pela RSL de Market e Bushel (2020).

O uso de pequenas aeronaves remotamente pilotadas para uso civil acelerou nos últimos 11 anos e muitos estudos ainda estão sendo realizados neste campo. A RSL mostrou que testes, simulações e até estudos de caso, por exemplo: Péter; D. László e János (2016); Adams, *et al.*, (2018); Hu (2019); Conte, *et al.*, (2021); Wankmüller, Kunovjanek e Mayrgündter (2021); Yakushiji *et al.*, (2020); Al-Kaff, *et al.* (2020) e Greenwood, Nelson e Greenough (2020) afirmam que o uso de UAS pelas autoridades ainda estão em caráter experimental, e são necessárias parcerias entre pesquisa acadêmica e instituições de emergência. Assim, os processos e etapas para estruturar o uso de UAS em emergências podem variar e não estão claramente definidos, dadas as particularidades das aplicações, regiões e missões em que foram utilizados, o que também é definido na RSL de Haula e Agbozo (2021) e na RSL de Reje (2021).

Outro fator a ser considerado é que cada aplicação requer processos e etapas diferentes devido às necessidades inerentes de cada operação e da região a ser avaliada. No entanto, em geral, para todas as aplicações, é necessário realizar estudos e planejar missões, informar o escopo da operação, coordenar com as equipes em terra, receber autorização/aprovação das autoridades locais, capacidade de pilotos e operadores através de treinamento adequado, e acompanhamento dos operadores em terra quanto ao andamento do voo e da missão. Também é necessário ter um protocolo para armazenamento, manutenção e assistência de equipamentos (aeronaves, periféricos, câmeras e sensores, baterias e eventual carga útil) quando estiverem em terra que lhes permita sempre cumprir as missões com sucesso.

Como serão as operações, quais protocolos, como funciona e é validado esse serviço? (RQ4)

Considerando os diferentes cenários em que os estudos foram realizados, deve-se notar que a forma como eles poderiam ser validados variou, sendo validados a partir de estudos teóricos como Calamoneri, Corò e Mancini (2022); Matinrad e Reuter-Oppermann (2022); Johnson *et al.*, (2021); Ostermann, Bem e Martin (2020); Pontes *et al.*, (2020); Balmoral *et al.*, (2020); Eichleay *et al.*, (2019) e as quatro Revisões Sistemáticas da Literatura: Reje (2021); Daud *et al.*, (2021); Merkert e Bushell (2020); Haula, Bugden e Agbozo (2020).

Por meio de simulações computacionais, como em Macias; Angeloudis e Ochieng (2020); Besada *et al.*, (2019); Abdel-Malek *et al.*, (2020); Hu (2019); Diaz *et al.*, (2019); Crowley *et al.*, (2014); Munawar *et al.*, (2022); Feng; Murray e Church (2021); Kucharczyk e Hugenholtz (2021); Nyaaba e Ayamga (2021); Masroor, Naeem e Ejaz, (2021) e por meio de simulações de campo, como em Claesson *et al.*, (2017), onde voluntários, pesquisadores e operadores de serviços de emergência simularam cenários para obter e validar informações. No caso dos estudos de Derkenne *et al.*, (2020) e Schierbeck *et al.*, (2021), duas equipes foram simuladas e divididas, uma com auxílio de UAS equipados com desfibriladores e a outra equipe que realizou um resgate simulado de parada cardíaca de maneira convencional. Em Mezghani e Mitton, (2019), foi evidenciada a utilidade dos UAS para ajudar a garantir a vida e o atendimento, comparados entre simulações de emergência via UAS e helicópteros, Khan e Neustaedter, (2019) usaram UASs para auxiliar os bombeiros durante emergências, como incêndios florestais. Já o estudo de Bjorling *et al.*, (2020) foi realizado em parceria com os bombeiros suecos em um cenário de combate a incêndios florestais. Jeon *et al.* (2019) propuseram uma plataforma de mapeamento de imagens de UAS em tempo real para vigilância marinha que recebe imagens adquiridas e transmitidas por UAS e as processa em tempo real para auxiliar nas operações de busca e resgate marítimo. Ghelichi, Gentili e Mirchandani, (2021) abordaram os aspectos críticos de um sistema de entrega de UAS em logística humanitária usando um estudo



de caso em Louisville, KY, EUA. Cheques *et al.*, (2020) realizaram seis simulações de um atendimento à emergência utilizando UAS juntamente com uma ambulância, onde os dados de tempo de reposta foram comparados em duas comunidades rurais no sul de Ontário, Canadá Micheletto *et al.*, (2018) mostraram que os resultados foram altamente favoráveis e consistentes nos UAS, proporcionando comunicação em um cenário de desastre por meio de simulações do suporte de comunicação em um cenário físico inspirado em um incidente real.

Por fim, alguns estudos abordaram o uso de UAS em desastres naturais e emergências, como Vanderhorst *et al.*, (2021). Para Péter; László e János, (2016) as imagens classificadas de UAS para aplicações de resposta/monitoramento de emergências para auxiliar helicópteros e equipes de resgate em emergências em áreas de mineração. Em Adams *et al.*, (2018), um UAS foi empregado para fornecer uma resposta tática durante o evento *Kilauea Volcano Lower East Rift Zone*. Enquanto Conte *et al.*, (2021) abordaram as aplicações de UAS para monitoramento de COVID-19 em Nápoles, Itália. O envolvimento ativo de bombeiros, equipe médica de emergência, socorristas de cavernas, fabricantes de UAS e pilotos profissionais em Wankmüller, Kunovjanek, e Mayrgündter, (2021), o sistema é validado em um estudo de caso na Itália, no município da cidade de L'Aquila, em três diferentes cenários de incêndio em que o patrulhamento do sistema por UAS foi programado de acordo com a estimativa em tempo real de um índice de propagação do fogo.

Para Yakushiji *et al.*, (2020), foi utilizado um UAS para ajuda humanitária e resposta a emergências, onde foram transportados 17 kg de material médico. Eles também transportaram 100 refeições de emergência durante desastres no Japão. A pesquisa de Al-Kaff *et al.*, (2020), realizada em parceria com a *Telefónica Digital España*, Dronitec S.L e Divisek Systems, foi validada realizando vários voos em ambiente natural. Greenwood, Nelson e Greenough. (2020) descreveram como duas equipes de resposta usaram UAS para fins de avaliação de danos durante os furacões do sudeste dos EUA em 2017, Harvey e Irma. Este estudo utilizou observação participante e entrevistas semidirigidas e foi realizada uma análise qualitativa do conteúdo.

Conclusão

Esta RSL mostrou que, em cenários de emergência e desastres humanitários, as prioridades são entregas rápidas de suprimentos de emergência para pessoas vulneráveis e proteção das equipes de resgate. O uso de Unmanned Aerial Systems (UAS) em emergências, ajuda humanitária e desastres tem se mostrado promissor, pois essas aeronaves podem fornecer rapidamente suprimentos de emergência para pessoas vulneráveis e proteger as equipes de resgate. Os UAS são capazes de alcançar pontos de forma rápida e eficiente e fornecer percepção situacional em tempo real ao pessoal de terra. No entanto, a colaboração entre os UAS e seu desempenho na prevenção de colisões e no gerenciamento de trajetórias de voo precisam ser aprimorados com novas tecnologias, como Internet das Coisas e serviços baseados em localização. Também é necessário entender os potenciais impactos do uso de UAS, compensação de riscos potenciais e formulação de novas normas, diretrizes e regulamentos. Além disso, é importante desenvolver sistemas que gerenciem o espaço aéreo em baixa altitude para apoiar a rápida implantação do UAS. Em resumo, os UAS são uma ferramenta aliada e versátil para as equipes em campo, mas é necessário continuar desenvolvendo a tecnologia para que as operações sejam cada vez mais seguras e otimizadas e as limitações sejam mitigadas e minimizadas.

Referências

ABDEL-MALEK, M. A.; AKKAYA, K.; SAPUTRO, N.; IBRAHIM, A. S. Efficient Authentication of Drones to mmWave Wireless Mesh Networks in Post-Disaster Scenarios. **GLOBECOM 2020 - 2020 IEEE Global Communications Conference**. [S.l.], 25 jan. 2021.

ADAMS, J.; HART, L.; MCBRIDE, J.; MERRICK, D.; MURPHY, R. Use of Small Unmanned Aerial Systems for Tactical Response during Kilauea Volcano Lower East Rift Zone event. **2018 IEEE International**



Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR). [S.l.], 20 set. 2018.

ALBANESE, A.; SCIANCALEPORE, V.; COSTA-PEREZ, X. SARDO: An Automated Search-and-Rescue Drone-based Solution for Victims Localization. **IEEE Transactions on Mobile Computing**. [S.l.], 13 jan. 2021.

AL-KAFF, A.; MADRIDANO, Á.; CAMPOS, S.; GARCÍA, F.; MARTÍN, D.; DE LA ESCALERA, A. Emergency support unmanned aerial vehicle for forest fire surveillance. **Electronics (Switzerland)**, Suíça, v. 9, ed. 2, n. 260, fev. 2020.

AMICONE, D.; CANNAS, A.; MARCI, A.; TORTORA, G. A smart capsule equipped with artificial intelligence for autonomous delivery of medical material through drones. **Applied Sciences (Switzerland)**, Suíça, v. 11, ed. 17, n. 7976, set. 2021.

DHIVYA, A.; PREMKUMAR, J. Quadcopter based technology for an emergency healthcare. **Third International Conference on Biosignals, Images and Instrumentation (ICBSII)**, p. 1-5, 26 dez. 2017.

BAUMGARTEN, M. C.; RÖPER, J.; HAHNENKAMP, K.; THIES, K. Drones delivering automated external defibrillators—Integrating unmanned aerial systems into the chain of survival: A simulation study in rural Germany. **Resuscitation**, [S.l.], v. 172, p. 139-145, mar. 2022.

BESADA, J. A.; BERNARDOS, A. M.; BERGESIO, L.; VAQUERO, D.; CAMPAÑA, I.; CASAR, J. R. Drones-as-a-service: A management architecture to provide mission planning, resource brokerage and operation support for fleets of drones. **IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom)**. [S.l.], 06 jun. 2019.

BJURLING, O.; GRANLUND, R.; ALFREDSON, J.; ARVOLA, M.; ZIEMKE, T. Drone Swarms in Forest Firefighting: A Local Development Case Study of Multi-Level Human-Swarm Interaction. **NordiCHI '20: Proceedings of the 11th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Shaping Experiences, Shaping Society**. [S.l.], 26 out. 2020.

BOGLE, B.M.; ROSAMOND, W.D.; SNYDER, K.T.; ZÈGRE-HEMSEY, J.K. The Case for Drone-assisted Emergency Response to Cardiac Arrest: An Optimized Statewide Deployment Approach. **North Carolina medical journal**, [EUA], v. 80, Ed. 4, p. 204-212, jul. 2019.

BUSNEL, Y.; CAILLOUET, C.; COUDERT, D. Self-Organized Disaster Management System C71:F75 by Distributed Deployment of Connected UAVs. **6th International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management**, ICT-DM 2019, [S.l.], dez. 2019.

CALAMONERI, T.; CORÒ, F.; MANCINI, S. A Realistic Model to Support Rescue Operations After an Earthquake via UAVs. **IEEE Access**, [S.l.], v. 10, p. 3414-3429, 7 jan. 2022.

CALDERÓN, D.; CORDERO, R.; GONZÁLEZ, A.; LEMUS, A.; FAJARDO, J. Galileo Aid Drone: A System Integration for Autonomous Wildfire Assistants. **2021 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)**. [S.l.], 24 mar. 2021.

CALLE, M.; ANDRADE-PINEDA, J.L.; GONZÁLEZ, P.L.R.; LEON-BLANCO, J.M.; ORTIZ, D.C. A tandem drone-ground vehicle for accessing isolated locations for first aid emergency response in case of disaster. **IJCCI 2018 - Proceedings of the 10th International Joint Conference on Computational Intelligence**, [S.l.], p. 289-296, set. 2018.

CHESKES, S.; MCLEOD, S.L.; NOLAN, M.; SNOBELEN, P.; VAILLANCOURT, C.; BROOKS, S.C.; DAINTY, K.N.; CHAN, T.C.Y.; DRENNAN, I.R. Improving access to automated external defibrillators in rural and remote settings: A drone delivery feasibility study. **Journal of the American Heart Association**, [EUA], v. 9, ed. 14, n. 016687, jul. 2020.



CLAESSON, A.; FREDMAN, D.; SVENSSON, L.; RINGH, M.; HOLLENBERG, J.; NORDBERG, P.; ROSENQVIST, M.; DJARV, T.; ÖSTERBERG, S.; LENNARTSSON, J.; BAN, Y. Unmanned aerial vehicles (drones) in out-of-hospital-cardiac-arrest. **Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine**, [S.l.], v. 24, ed. 1, n. 124, out. 2016.

CLAESSON, A.; SVENSSON, L.; NORDBERG, P.; RINGH, M.; ROSENQVIST, M.; DJARV, T.; SAMUELSSON, J.; HERNBORG, O.; DAHLBOM, P.; JANSSON, A.; HOLLENBERG, J. Drones may be used to save lives in out of hospital cardiac arrest due to drowning. **European Resuscitation Council**, [S.l.], 10 jan. 2017.

CLELAND-HUANG, J.; AGRAWAL, A.; AL ISLAM, M. N.; TSAI, E.; VAN SPEYBROECK, M.; VIERHAUSER, M. Requirements-Driven Configuration of Emergency Response Missions with Small Aerial Vehicles. **SPLC '20: Proceedings of the 24th ACM Conference on Systems and Software Product Line: Volume A**. [S.l.], 19 out. 2020.

CONTE, C.; DE ALTERIIS, G.; DE PANDI, F.; CAPUTO, E.; SCHIANO LO MORIELLO, R. Performance Analysis for Human Crowd Monitoring to Control COVID-19 disease by Drone Surveillance. **IEEE 8th International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace)**, [S.l.], p. 491-496, 19 ago. 2021.

CROWLEY, D. E.; MURPHY, R. R.; MCNAMARA, A.; MCLAUGHLIN, T. D.; DUNCAN, B. A. AR Browser for Points of Interest in Disaster Response in UAV Imagery. **CHI EA '14: CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.], 26 abr. 2014.

DEL-REAL, C.; DÍAZ-FERNÁNDEZ, A. M. Lifeguards in the sky: Examining the public acceptance of beach-rescue drones. **Technology in Society**, [S.l.], v. 64, p. 101502, fev. 2021.

DERKENNE, C.; JOST, D.; MIRON DE L'ESPINAY, A.; CORPET, P.; FRATTINI, B.; HONG, V.; LEMOINE, F.; JOUFFROY, R.; ROQUET, F.; MARIJON, E.; BEGANTON, F.; STIBBE, O.; LEMOINE, S.; SALOME, M.; KEDZIEREWICZ, R.; PRUNET, B.; PARIS FIRE BRIGADE CARDIAC ARREST TASK FORCE. Automatic external defibrillator provided by unmanned aerial vehicle (drone) in Greater Paris: A real world-based simulation. **Resuscitation**, [Paris], v. 162, p. 259-265, mai. 2021.

DIAZ, J. L., GAPASANGRA, G., CARANDANG, P. D., & SAMONTE, M. J. C. Local Disaster Risk Reduction Management System Utilizing Unmanned Aerial Vehicles. **ICSEB 2019: 2019 The 3rd International Conference on Software and e-Business**. Tokyo, 9 - 11 dez. 2019.

EICHLEAY, M.; EVENS, E.; STANKEVITZ, K.; PARKER, C. Using the Unmanned Aerial Vehicle Delivery Decision Tool to Consider Transporting Medical Supplies via Drone. **Global health, science and practice**, [S.l.], v. 7, ed. 4, p. 500-506, dez. 2019.

FENG, X.; MURRAY, A. T.; CHURCH, R. L. Drone service response: Spatiotemporal heterogeneity implications. **Journal of Transport Geography**, [S.l.], v. 93, p. 103, mai. 2021.

GANESH, S.; GOPALASAMY, V.; SAI SHIBU, N. B. Architecture for Drone Assisted Emergency Ad-hoc Network for Disaster Rescue Operations. **International Conference on COMMUNICATION SYSTEMS & NETWORKS (COMSNETS)**, [S.l.], p. 1-6, 17 fev. 2021.

GENTILI, M.; MIRCHANDANI, P. B.; AGNETIS, A.; GHELICHI, Z. Locating platforms and scheduling a fleet of drones for emergency delivery of perishable items. **Computers & Industrial Engineering**, [S.l.], v. 168, p. 108057, jun. 2022.

GHELICHI, Z.; GENTILI, M.; MIRCHANDANI, P. B. Logistics for a fleet of drones for medical item delivery: A case study for Louisville, KY. **Computers & Operations Research**, [EUA], v. 135, p. 105, nov. 2021. GIUSEPPI, A.; GERMANÀ, R.; FIORINI, F.; PRISCOLI, F.D.; PIETRABISSA, A. Uav patrolling for wildfire



monitoring by a dynamic voronoi tessellation on satellite data. **Drones**, [S.l.], v. 5, ed. 4, n. 130, dez. 2021.

GREENWOOD, F.; NELSON, E.L.; GREGG GREENOUGH, P. Flying into the hurricane: A case study of UAV use in damage assessment during the 2017 hurricanes in Texas and Florida. **PLoS ONE**, [EUA], v. 15, ed. 2, n. e0227808, fev. 2020.

HOMOLA, J.; JOHNSON, M.; KOPARDEKAR, P.; ANDREEVA-MORI, A.; KUBO, D.; KOBAYASHI, K.; OKUNO, Y. UTM and D-NET: NASA and JAXA's collaborative research on integrating small UAS with disaster response efforts. **2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, N. AIAA 2018-3987**, [S.l.], jun. 2018.

HU, X. Design of UAV Hurricane Disaster Response System Based on Euler Cycle and Integer Programming. **IEEE International Conference on Power, Intelligent Computing and Systems (ICPICS)**, [S.l.], p. 1-5, 26 dez. 2019.

HUANG, Z.; WU, W.; SHAN, F.; BIAN, Y.; LU, K.; LI, Z.; WANG, J.; & WANG, J. CoUAS: Enable Cooperation for Unmanned Aerial Systems. **ACM Transactions on Sensor Networks**, [S.l.], v. 16, n. 3, p. 1-25, jun. 2020.

JEON, I.; HAM, S.; CHEON, J.; KLIMKOWSKA, A.M.; KIM, H.; CHOI, K.; LEE, I. A real-time drone mapping platform for marine surveillance. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives**, [S.l.], jun. 2019.

JOHNSON, A.M.; CUNNINGHAM, C.J.; ARNOLD, E.; ROSAMOND, W.D.; ZÈGRE-HEMSEY, J.K. Impact of using drones in emergency medicine: What does the future hold? **Emergency Medicine**, [S.l.], v. 13, p. 487-498, 2021.

JOSEPHIN AROCKIA DHIVYA, A.; HEMALATHA, R.J.; THAMIZHVANI, T.R.; JOSEPH, J.E.; BABU, B.; CHANDRASEKARAN, R. Medical drone - A life saver in emergency situations. **International Journal of Engineering and Technology (UAE)**, [S.l.], v. 7, ed. 2, p. 14-16, 2018.

KHAN, M. N. H.; NEUSTAEDTER, C. An Exploratory Study of the Use of Drones for Assisting Firefighters During Emergency Situations. **CHI '19: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. Glasgow, Scotland, UK. p. 1-10. 2019

KHAN, M. N. H.; NEUSTAEDTER, C.; ANTLE, A. Flight Chair: An Interactive Chair for Controlling Emergency Service Drones. **CHI EA '19: Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York. p. 1-6. 2019.

KHAN, S. I.; QADIR, Z.; MUNAWAR, H. S.; NAYAK, S. R.; BUDATI, A. K.; VERMA, K.D.; PRAKASH, D. UAVs path planning architecture for effective medical emergency response in future networks. **Physical Communication**, [S.l.], v. 47, p. 101, ago. 2021.

KIRKPATRICK, A.W.; MCKEE, J.L.; MOEINI, S.; CONLY, J.M.; MA, I.W.Y.; BAYLIS, B.; HAWKINS, W. Pioneering Remotely Piloted Aerial Systems (Drone) Delivery of a Remotely Telementored Ultrasound Capability for Self-Diagnosis and Assessment of Vulnerable Populations—the Sky Is the Limit. **Journal of Digital Imaging**, [S.l.], v. 34, ed. 4, p. 841-845, ago. 2021.

KUCHARCZYK, M.; HUGENHOLTZ, C. H. Remote sensing of natural hazard-related disasters with small drones: Global trends, biases, and research opportunities. **Remote Sensing of Environment**, [S.l.], v. 264, p. 112, out. 2021.

KUMAR, T. M. V. Smart Environment for Smart Cities. **Springer Singapore**, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/u97y7go>. Acesso em: 22 de jul. de 2022.

KYRKOUC, C.; THEOCHARIDES, T. National coverage of out-of-hospital cardiac arrests using auto-



mated external defibrillator-equipped drones — A geographical information system analysis. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, [S.l.], v. 13, p. 5753-5762, 30 mar. 2020.

LEE, I.; BABU, V.; CAESAR, M.; NICOL, D. Deep Reinforcement Learning for UAV-Assisted Emergency Response. **MobiQuitous '20: MobiQuitous 2020 - 17th EAI International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services**. New York, p. 1-10, 2021.

LEVIN, E.; ZARNOWSKI, A.; MCCARTY, J.L.; BIALAS, J.; BANASZEK, A.; BANASZEK, S. Feasibility study of inexpensive thermal sensors and small UAS deployment for living human detection in rescue missions' application scenarios. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives**, [S.l.], v. 41, p. 99-103, jul. 2016.

MACIAS, J. E.; ANGELOUDIS, P.; OCHIENG, W. Optimal hub selection for rapid medical deliveries using unmanned aerial vehicles. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, [S.l.], v. 110, p. 56-80, jan. 2020.

MALANDRINO, F.; ROTTONDI, C.; CHIASSERINI, C.-F.; BIANCO, A.; STAVRAKAKIS, I. Multiservice UAVs for emergency tasks in post-disaster scenarios. **Proceedings of the International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc)**, [S.l.], jul. 2019.

MANDIROLA, M.; CASAROTTI, C.; PELOSO, S.; LANESSE, I.; BRUNESI, E.; SENALDI, I.; RISI, F.; MONTI, A.; FACCHETTI, C. Guidelines for the use of Unmanned Aerial Systems for fast photogrammetry-oriented mapping in emergency response scenarios. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [S.l.], v. 58, p. 102207, maio 2021.

MARTIN, L.; ARBAB, Y.; MERCER, J. Initial Exploration of STEReO (Scalable Traffic management for Emergency Response Operations) System User Requirements for Safe Integration of Small UAS. **IEEE/AIAA 40th Digital Avionics Systems Conference (DASC)**, [S.l.], p. 1-8, 7 out. 2021.

MASROOR, R.; NAEEM, M.; EJAZ, W. Efficient deployment of UAVs for disaster management: A multi-criterion optimization approach. **Computer Communications**, [S.l.], v. 177, p. 185-194, set. 2021.

MATEEN, F.J.; LEUNG, K.H.B.; VOGEL, A.C.; CISSE, A.F.; CHAN, T.C.Y. A drone delivery network for antiepileptic drugs: A framework and modelling case study in a low-income country. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, [S.l.], v. 114, ed. 4, p. 308-314, abr. 2020.

MATINRAD, N.; REUTER-OPPERMANN, M. A review on initiatives for the management of daily medical emergencies prior to the arrival of emergency medical services. **Central European Journal of Operations Research**, [S.l.], v. 30, ed. 1, p. 251-302, mar. 2022.

MEZGHANI, F.; MITTON, N. The potential of cooperative communications to speed up disaster relief operations. **International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM)**, [S.l.], p. 1-6, 12 mar. 2020.

MICHELETTO, M.; PETRUCCI, V.; SANTOS, R.; OROZCO, J.; MOSSE, D.; OCHOA, S.F.; MESEGUER, R. Flying real-time network to coordinate disaster relief activities in urban areas. **Sensors (Switzerland)**, Suíça, v. 18, ed. 5, N. 1662, mai. 2018.

MOEYERSONS, J.; MAENHAUT, P.-J.; DE TURCK, F.; VOLCKAERT, B. Aiding first incident responders using a decision support system based on live drone feeds. **Communications in Computer and Information Science**, [S.l.], v. 949, p. 87-100, nov. 2018.

MOHAMED, N.; AL-JAROUDI, J.; JAWHAR, I.; IDRIES, A.; MOHAMMED, F. Unmanned aerial vehicles applications in future smart cities. **Technological Forecasting and Social Change**, [S.l.], v. 153, p. 119, abr. 2020



MUNAWAR, H. S.; MOJTAHEDI, M.; HAMMAD, A. W.A.; KOUZANI, A.; MAHMOUD, M.A. P. Disruptive technologies as a solution for disaster risk management: A review. **Science of The Total Environment**, [S.l.], v. 806, Part 3, p. 151, fev. 2022.

NAGAYO, A. M.; AL-AJMI, M. Z. K.; GUDURI, N. V. R.; ALBURADAI, F. S. H.; AL- KINDI, A. R. A.; AL-FARS, A. H. A. An Unmanned Aerial Robot and Physiological Data Monitoring System integrated into a Patient Transport Vehicle for Emergency Medical Services and Telehealth. **5th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON)**, [S.l.], p. 1-6, 14 fev. 2022.

NENNI, M.E.; DI PASQUALE, V.; MIRANDA, S.; RIEMMA, S. Development of a Drone-Supported Emergency Medical Service. **International Journal of Technology**, [S.l.], v. 11, ed. 4, p. 656-666, out. 2020. NYAABA, A. A.; AYAMGA, M.. Intricacies of medical drones in healthcare delivery: Implications for Africa. **Technology in Society**, [S.l.], v. 66, p. 101624, ago. 2021.

OSTERMANN, T.; BEN, C.; MARTIN, I. LARUS: an unmanned aircraft for the support of maritime rescue missions under heavy weather conditions. **CEAS Aeronautical Journal**, [S.l.], v. 11, ed. 3, p. 633-649, set. 2020.

PÉTER, H.; DÓKA, L.; VARGA, P. J.. Civilian use of drones in the life of mining rescue helicopters. **IEEE 17th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI)**, [S.l.], p. 1-6, 9 fev. 2017.

PONTES, D.S.F.; DE ALMEIDA, L.Q.; BELCHIOR, A.C.C.; DE AZEVEDO, E.S. Use Of Remotely Piloted Aircraft For Flood Analysis: A Case Study Of Passo Da Pátria Complex, Natal, Brazil. **Revista de Estudos Latinoamericanos sobre Reduccion del Riesgo de Desastres**, [S.l.], v. 4, ed. 2, p. 97-110, jul. 2020.

QU, C.; SINGH, R.; MOREL, A. E.; SORBELLI, F. B.; CALYAM, P.; DAS, S. K. Obstacle-Aware and Energy-Efficient Multi-Drone Coordination and Networking for Disaster Response. **17th International Conference on Network and Service Management (CNSM)**, [S.l.], p. 1-6, 2 dez. 2021.

RABTA, B.; WANKMÜLLER, C.; REINER, G. A drone fleet model for last-mile distribution in disaster relief operations. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [S.l.], v. 28, p. 107-112, jun. 2018.

RAJAN, J.; SHRIWASTAV, S.; KASHYAP, A.; RATNOO, A.; GHOSE, D. **Chapter 6 - Disaster management using unmanned aerial vehicles. Unmanned Aerial Systems Theoretical Foundation and Applications Advances in Nonlinear Dynamics and Chaos (ANDC)**, [s.l.; s.n.], p. 129-155, jan. 2021.

RASHID, M. T.; ZHANG, D.; WANG, D. Demo Abstract: social media-Driven UAV Sensing Frameworks in Disaster Response Applications. **IEEE INFOCOM 2020 - IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS)**, [S.l.], p. 1-2, 10 ago. 2020.

REDI, A.A.N.P.; SOPHA, B.M.; ASIH, A.M.S.; LIPERDA, R.I. Collaborative hybrid aerial and ground vehicle routing for post-disaster assessment. **Sustainability (Switzerland)**, Suíça, v. 13, ed. 22, N. 12841, nov. 2021.

REJEB, A.; REJEB, K.; SIMSKE, S.; TREIBLMAIER, H. Humanitarian Drones: A Review and Research Agenda. **Internet of Things**, [S.l.], v. 16, p. 100434, dez. 2021.

SANFRIDSSON, J.; SPARREVIK, J.; HOLLENBERG, J.; NORDBERG, P.; DJÄRV, T.; RINGH, M.; SVENSSON, L.; FORSBERG, S.; NORD, A.; ANDERSSON-HAGIWARA, M.; CLAESSION, A. Drone delivery of an automated external defibrillator - A mixed method simulation study of bystander experience. **Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine**, [S.l.], jan. 2019.

SCHIERBECK, S.; NORDAL, A.; SVENSSON, L.; RAWSHANI, A.; HOLLENBERG, J.; RINGH, M.; FORSBERG, S.; NORDBERG, P.; HILDING, F.; CLAESSION, A. National coverage of out-of-hospital cardiac arrests using automated external defibrillator-equipped drones – A geographical information system analysis.



Resuscitation, [S.l.], v. 163, p. 136-145, jun. 2021.

SEGUIN, C.; BLAQUIÈRE, G.; LOUNDOU, A.; MICHELET, P.; MARKARIAN, T. Unmanned aerial vehicles (drones) to prevent drowning. **Resuscitation**, [S.l.], v. 127, p. 63-67, jun. 2018.

SIGARI, C.; BIBERTHALER, P. Medical drones: Disruptive technology makes the future happen [Medizinische Drohnen: innovative Technologie eröffnet neue Horizonte der Unfallchirurgie]. **Unfallchirurg**, [Alemanha], v. 124, ed. 12, p. 974-976, dez. 2021.

SMITH, C. M. Defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest. Year of the drone? **Resuscitation**, [S.l.], v. 172, p. 146-148, mar. 2022.

DAUD, S. M.; MOHD Y. P. M. Y.; CHONG C. H.; LAY S. K.; MANSHARAN KAUR C. S.; M. S. M.; HAPIZAH N. Applications of drone in disaster management: A scoping review. **Science & Justice**, [S.l.], v. 62, n. 1, p. 30-42, jan. 2022.

VANDERHORST, H. R.; SURESH, S.; RENUKAPPA, S.; HEESOM, D. Strategic framework of Unmanned Aerial Systems integration in the disaster management public organizations of the Dominican Republic. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [S.l.], v. 56, p. 102088, abr. 2021.

VICOVA, K., HROMADA, M., VALASEK, J., & PAULUS, F. Integrated Rescue System and the Use of Unmanned Aerial Vehicle Not Only for the Population Protection. **ICMHI 2020: 2020 4th International Conference on Medical and Health Informatics**, Kamakura, Japão, 14-16 ago, 2020.

WANG, N.; CHRISTEN, M.; HUNT, M.; BILLER-ANDORNO, N. Supporting value sensitivity in the humanitarian use of drones through an ethics assessment framework. **International Review of the Red Cross**, [S.l.], 2022.

WANKMÜLLER, C.; TRUDEN, C.; KORZEN, C.; HUNGERLÄNDER, P.; KOLESNIK, E.; REINER, G. Optimal allocation of defibrillator drones in mountainous regions. **OR Spectrum**, [S.l.], v. 42, ed. 3, p. 785-814, set. 2020.

WANKMÜLLER, C.; KUNOVJANEK, M.; MAYRGÜNDTER, S. Drones in emergency response – evidence from cross-border, multi-disciplinary usability tests. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [S.l.], v. 65, p. 102, nov. 2021.

XU, Z.; XIONG, S. Aerial Disaster Relief Response System Based on GIS. **2nd International Conference on Information Systems and Computer Aided Education (ICISCAE)**, [S.l.], p. 1-4, 23 abr. 2020.

YAKUSHIJI, K.; FUJITA, H.; MURATA, M.; HIROI, N.; HAMABE, Y.; YAKUSHIJI, F. Short-range transportation using unmanned aerial vehicles (UAVs) during disasters in Japan. **Drones**, [Japão], v. 4, ed. 4, p. 1-8, dez. 2020.

YAO, Q.; QIU, J.; FAN, Y.; YAN, W. Quad-rotor fire-fighting drone based on multifunctional integration. **International Conference on Artificial Intelligence and Electromechanical Automation (AIEA)**, [S.l.], p. 1-6, 2 set. 2021.

ZHANG, G.; ZHU, N.; MA, S.; XIA, J. Humanitarian relief network assessment using collaborative truck-and-drone system. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, [S.l.], v. 152, p. 102, ago. 2021.

ZWEGLIŃSKI, T. The use of drones in disaster aerial needs reconnaissance and damage assessment - Three-dimensional modeling and orthophoto map study. **Sustainability (Switzerland)**, Suíça, v. 12, ed. 15, n. 6080, ago. 2020.



Doença periodontal associada a artrite reumatoide, diabetes e doenças cardiovasculares: revisão de literatura

Marcela Borghi Olenscki*; Maria Clara Victorino*; Joni Augusto Cirelli**; Angélica Letícia Reis Pavanelli**;
Rogério Margonar*

*Universidade de Araraquara – Uniara, Araraquara SP, Brasil.

**Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp Foar, Araraquara SP, Brasil.

**Autor para correspondência e-mail: angelica.pavanelli@unesp.br

Palavras-chave

Doença Periodontal
Artrite Reumatoide
Diabetes Mellitus
Doenças Cardiovasculares

Keywords

Periodontal Disease
Rheumatoid Arthritis
Diabetes Mellitus
Cardiovascular Diseases

Resumo: A Organização Mundial da Saúde estima que doenças periodontais graves afetam cerca de 14% da população adulta global, representando mais de um bilhão de casos no mundo. A doença periodontal (DP) é desencadeada pela resposta imune do hospedeiro contra microrganismos patogênicos do biofilme dental e é caracterizada pela destruição do tecido gengival, osso alveolar e tecidos conjuntivos que sustentam o dente. Estudos relatam associações entre a periodontite e artrite reumatoide, diabetes mellitus e doenças cardiovasculares, destacando que quando o periodonto é exposto cronicamente a uma comunidade microbiana disbiótica a qual evoluiu para resistir a uma resposta imune do hospedeiro enquanto promove seu quadro inflamatório, provavelmente tem um impacto adverso na saúde sistêmica. Vários fatores e condições sistêmicas podem interferir e modular a resposta do hospedeiro, como espécies de patógenos abundantes na cavidade oral, principalmente bactérias anaeróbias Gram-negativas, que produzem endotoxinas que contribuem diretamente para doenças sistêmicas. Dessa forma esta revisão de literatura buscou apresentar a possível relação da doença periodontal com a artrite reumatoide, diabetes mellitus e doenças cardiovasculares por meio de levantamento bibliográfico realizado nas bases de dados: PubMed, PERIÓDICOS CAPES, MEDLINE, LILACS e Biblioteca Virtual em Saúde. Diante dessa pesquisa, pode-se concluir que comunidades microbianas orais disbióticas podem mediar a patologia inflamatória local e distante no organismo do hospedeiro, influenciando nas doenças sistêmicas como artrite reumatoide, diabetes mellitus e doenças cardiovasculares, evidenciando assim uma associação bidirecional entre a DP e tais doenças sistêmicas.

Periodontal disease associated with rheumatoid arthritis, diabetes and cardiovascular disease: Literature review

Abstract: The World Health Organization estimates that severe periodontal disease affects about 14% of the global adult population, representing more than one billion cases worldwide. Periodontal disease (PD) is triggered by the host's immune response against pathogenic microorganisms in the dental biofilm and is characterized by the destruction of gingival tissue, alveolar bone and connective tissues that support the tooth. Studies report associations between periodontitis and rheumatoid arthritis, diabetes mellitus and cardiovascular diseases, highlighting that when the periodontium is chronically exposed to a dysbiotic microbial community which has evolved to resist a host immune response while promoting its inflammatory condition, it probably has an impact adverse effect on systemic health. Several factors and systemic conditions can interfere and modulate the host response, such as species of pathogens that are abundant in the oral cavity, mainly Gram-negative anaerobic bacteria, which produce endotoxins that directly contribute to systemic diseases. Thus, this literature review sought to present the possible relationship between periodontal disease and rheumatoid arthritis, diabetes mellitus and cardiovascular diseases through a bibliographic survey carried out in the databases: PubMed, PERIODICOS CAPES, MEDLINE, LILACS and the Virtual Health Library. In view of this research, it can be concluded that dysbiotic oral microbial communities can mediate local and distant inflammatory pathology in the host organisms, influencing systemic diseases such as rheumatoid arthritis, diabetes mellitus and cardiovascular diseases, thus showing a bidirectional association between PD and such systemic diseases.

Recebido em: 18/02/2023

Aprovação final em: 20/05/2023

Introdução

A doença periodontal (DP) compreende uma série de condições inflamatórias, desencadeadas pela resposta imune do hospedeiro contra microrganismos patogênicos presentes no biofilme dental, e é caracterizada pela destruição do tecido gengival, osso alveolar e dos tecidos conjuntivos que sustentam o dente (KAJIYA; KURIHARA, 2021; QASIM *et al.*, 2020). A inflamação gengival representa um estado intermediário entre a saúde e a periodontite, e altera a composição das bactérias para bacilos Gram-negativos anaeróbios. Assim, a microbiota subgengival passa a ser Gram-negativa, contendo bactérias como *Porphyromona gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*, *Seimonas noxia*, *Campylobacter rectus*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Prevotella intermedia*, entre outras (CARRIZALES-SEPÚLVEDA *et al.*, 2018).

Em nosso sistema imune, moléculas e citocinas pró-inflamatórias desempenham um papel crucial perante a doença periodontal (KINANE; STATHOPOULOU; PAPAPANOU, 2017). O biofilme dental estimula o processo de inflamação local gerado pelo aumento de citocinas, como interleucina-1 (IL-1), interleucina-6 (IL-6), interleucina-8 (IL-8), fator de necrose tumoral- α (TNF- α), prostaglandina E2 (PGE2) e de células inflamatórias como os macrófagos, células B e T. Esse processo inflamatório é responsável pelos sinais e sintomas que podem ser observados na DP, como por exemplo a perda óssea (Figura 1). A progressão e gravidade da destruição periodontal causada pela periodontite depende do equilíbrio entre a virulência do biofilme local e a resposta imune do hospedeiro (PAGE; KORNMAN, 1997; OPPERMANN; WEIDLICH; MUSSKOPF, 2012).

Uma vez que a doença periodontal se instala, o tratamento preconizado é raspagem e alisamento radicular (RAR), instrução de higiene bucal, conscientização e colaboração do paciente durante o tratamento, controle de placa e, quando necessário, pode-se realizar o tratamento periodontal cirúrgico e o uso de terapias adjuvantes como anti-inflamatório e antibióticos, visando interromper o processo inflamatório e a progressão da doença (ZANATTA *et al.*, 2009; BALTA *et al.*, 2021; PRIETTO *et al.*, 2020).

A Organização Mundial da Saúde estima que as doenças periodontais graves afetam cerca de 14% da população adulta global, representando mais de um bilhão de casos em todo o mundo (GBD, 2019). A DP possui alguns fatores de risco, como tabagismo, obesidade, alcoolismo, osteoporose e estresse, além de idade, status socioeconômico e predisposição genética (CARRIZALES-SEPÚLVEDA *et al.*, 2018; KINANE; STATHOPOULOU; PAPAPANOU, 2017; OPPERMANN; WEIDLICH; MUSSKOPF, 2012). Estudos também apontam que a DP pode ser um fator de risco significativo para doenças sistêmicas, como diabetes, doenças cardíacas, artrite reumatoide, obesidade e aterosclerose (JOHN; ALQALLAF; DE BEDOUT, 2016; FI; WO, 2021).

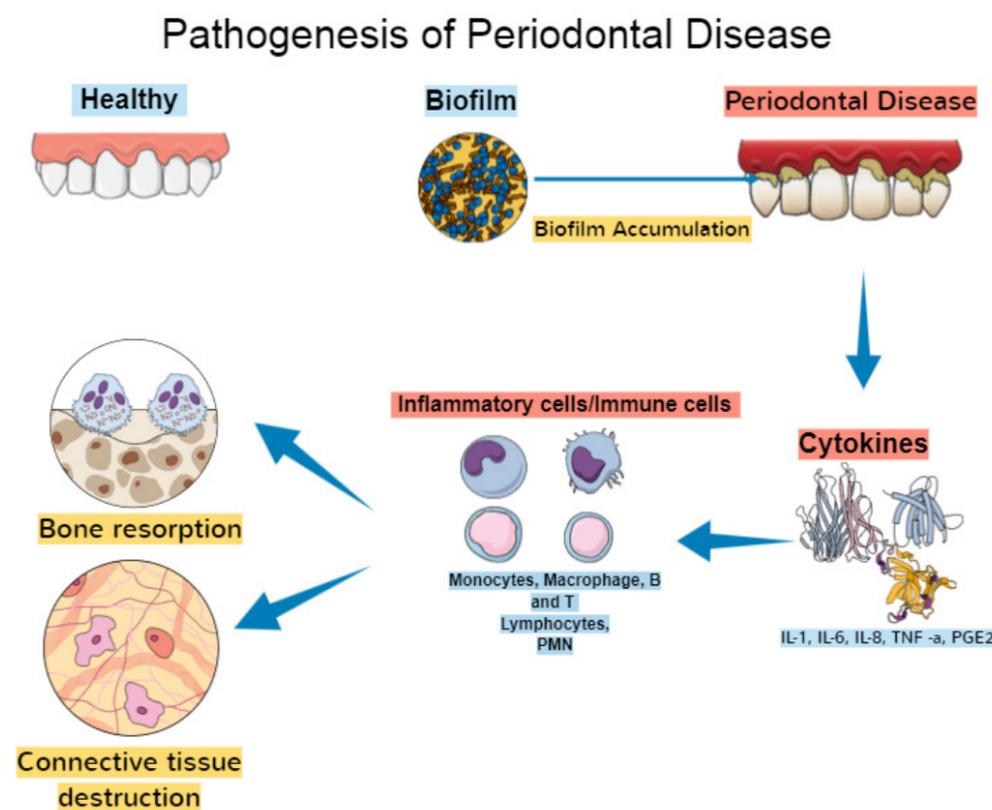
Uma variedade de fatores e condições sistêmicas podem interferir e modular a resposta do hospedeiro e a relação entre doença periodontal e doença sistêmica é bidirecional, ou seja, a doença periodontal pode levar a resultados sistêmicos adversos, e certas doenças sistêmicas predis põem os indivíduos à doença periodontal (HEGDE; AWAN, 2019).

Patógenos periodontais podem contribuir direta ou indiretamente para o desenvolvimento de doenças não bucais. Como dito anteriormente, existem diversas espécies de patógenos abundantes na cavidade oral, principalmente bactérias anaeróbicas Gram-negativas, conhecidas por produzir endotoxinas que contribuem diretamente para doenças sistêmicas (SOCRANSKY *et al.*, 1998). Estudos apontam que os patógenos periodontais podem invadir paredes arteriais e colonizar placas ateroscleróticas. O patógeno *P. gingivalis*, principal agente etiológico da DP, pode induzir a agregação plaquetária e a expressão de várias moléculas de adesão celular, sendo um potencial fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (KOZAROV *et al.*, 2005; LANTER; SAUER; DAVIES, 2014; LANTER; DAVIES, 2015; SNOW *et al.*, 2016).

O diabetes mellitus (DM) é uma doença causada por deficiência na produção e/ou ação da insulina no organismo (RENGO *et al.*, 2015). Até o momento, não foi esclarecida a relação entre o diabetes mellitus e a doença periodontal. Entretanto, diversas pesquisas científicas apontam que o DM contribui na alteração das bactérias subgengivais através de mudanças relacionadas ao substrato, promovendo assim um microambiente oportuno para o crescimento de patógenos (SALVI *et al.*,

2005; ENGBRETSON *et al.*, 2007; SAKALLIOĞLU *et al.*, 2008; ARDAKANI *et al.*, 2009). Outros estudos mostraram que os níveis sistêmicos de mediadores inflamatórios, como proteína C-reativa (PCR), TNF- α e IL-6, que estão elevados nas doenças periodontais, podem ser o motivo da relação entre o DM e a periodontite (LOOS *et al.*, 2000; NOACK *et al.*, 2001; CHEN *et al.*, 2010).

Figura 1 – As bactérias presentes no biofilme dental desencadeiam o processo de inflamação local devido ao aumento de citocinas como IL-1, IL-6, IL-8, TNF- α , PGE2 e células inflamatórias e então os sinais e sintomas da doença periodontal surgem como destruição do tecido ósseo e tecido conjuntivo.



Fonte: Adaptado de Pavanelli *et al.*, 2022

Além de doenças cardiovasculares e DM, a artrite reumatoide também vem sendo correlacionada às doenças periodontais (DE PABLO *et al.*, 2009; FARQUHARSON; BUTCHER; CULSHAW, 2012). Devido a semelhanças nas características patológicas e imunológicas entre a AR e DP, diversos estudos tem analisado a relação entre essas doenças. Dentre essas semelhanças, pode-se destacar o aumento da infiltração de células inflamatórias e imunes, como células T e B, linfócitos, neutrófilos e monócitos, aumento da liberação de mediadores pró-inflamatórios, como o TNF- α , IL-1 β e IL-6 (FIRESTEIN, 2003; FIRESTEIN; MCINNES, 2017).

Pesquisas recentes demonstraram possíveis mecanismos biológicos pelos quais a periodontite pode aumentar a suscetibilidade a doenças sistêmicas (SATO *et al.*, 2017; LICCARDO *et al.*, 2019; MEGHIL *et al.*, 2019; FARRUGIA *et al.*, 2021), indicando que pacientes que abrigam patógenos periodontais têm marcadores significativamente mais altos de inflamação sistêmica do que pacientes sem esses patógenos, sugerindo que o tratamento de uma doença pode levar a melhores resultados para a outra (HEGDE; AWAN, 2019). Basicamente, a plausibilidade biológica dessa associação aponta para três possíveis mecanismos pelos quais as doenças periodontais podem

induzir uma resposta inflamatória remota: bacteremia; resposta imune à presença de patógenos orais; e disseminação hematogênica de componentes da cascata de inflamação/resposta imune (WEIDLICH *et al.*, 2008).

A hipótese que utiliza a bacteremia para explicar a associação entre doença periodontal e condições sistêmicas baseia-se na disseminação de bactérias do biofilme para a corrente sanguínea através do epitélio juncional ulcerado da lesão periodontal. Além de procedimentos invasivos, como raspagem subgengival e extração dentária, que sabidamente produzem bacteremia transitória, atividades diárias como escovação e mastigação também podem levar à disseminação de bactérias e produtos bacterianos na corrente sanguínea (GEERTS *et al.*, 2002).

A resposta do hospedeiro a patógenos orais também pode explicar a associação entre doenças periodontais e outros distúrbios sistêmicos. Em um estudo, os níveis sistêmicos de interleucina-6, proteína C reativa e fibrinogênio foram medidos antes e 3 meses após a conclusão de tratamento periodontal não cirúrgico. Os autores descobriram que os pacientes que receberam terapia periodontal tiveram uma redução significativa nos níveis de todos esses marcadores de inflamação sistêmica (VIDAL *et al.*, 2009).

A disseminação hematogênica de componentes da cascata de inflamação/resposta imune constitui a terceira explicação potencial para a relação entre doença periodontal e condições sistêmicas (WEIDLICH *et al.*, 2008). Em uma investigação sobre a presença de bactérias orais em válvulas cardíacas e aneurismas de aorta, *Streptococcus mutans* e *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* são as espécies de bactérias orais mais frequentemente isoladas de amostras de coração (NAKANO *et al.*, 2009).

Conforme relato anteriormente, a doença periodontal tem sido associada a várias doenças sistêmicas e embora a natureza exata dessa relação ainda esteja sendo investigada, há evidências crescentes de que a saúde bucal inadequada e a presença da doença periodontal podem influenciar o surgimento, a progressão e o controle de certas condições sistêmicas. Com base nas evidências citadas acima, esta revisão de literatura buscou apresentar a possível relação da doença periodontal com artrite reumatoide, diabetes mellitus e doenças cardiovasculares, propondo elucidar tais mecanismos de ação, visto que de acordo com a literatura, uma variedade de fatores e condições sistêmicas podem interferir e modular a resposta do hospedeiro e a relação entre doença periodontal e doença sistêmica. Essa revisão pode fornecer um maior entendimento de tais patologias ao cirurgião dentista e estudantes da área a respeito, podendo contribuir para uma melhor conduta clínica.

Metodologia

Foi realizada uma busca literária por meio do levantamento bibliográfico utilizando como bases de dados: PubMed, PERIÓDICOS CAPES, MEDLINE, LILACS e Biblioteca Virtual em Saúde. Foram selecionados artigos publicados nos últimos 20 anos e para isso, foram adotados os cruzamentos das seguintes palavras-chave: Doenças Periodontais; Artrite Reumatoide; Diabetes Mellitus; Doenças Cardiovasculares. Artigos em língua inglesa e língua portuguesa foram previamente selecionados e foram excluídos artigos redigidos em línguas diferentes das anteriormente mencionadas. Estudos envolvendo investigações *in vitro* e *in vivo*, relatos de casos clínicos, revisões sistemáticas e revisões convencionais foram previamente selecionados.

Resultados e discussão

A doença periodontal é uma condição inflamatória crônica resultante do desequilíbrio da microbiota subgengival, causando danos ao tecido periodontal (GENCO; GRAZIANI; HASTURK, 2020). A periodontite contribui para o aumento da resposta inflamatória sistêmica que provavelmente atuará como um fator contribuinte na patogênese de determinadas condições sistêmicas, uma vez que o sistema imunológico não consegue controlar tanto as comunidades microbianas, quanto a resposta imune local do hospedeiro a elas (GENCO; SANZ, 2020). Assim, estudos relatam associações entre a periodontite e uma lista crescente de condições crônicas, incluindo artrite



reumatoide (WEN *et al.*, 2019), diabetes mellitus (NGUYEN *et al.*, 2020) e doenças cardiovasculares (CARRIZALES-SEPÚLVEDA *et al.*, 2018), sugerindo que a relação entre a DP e doenças sistêmicas seja bidirecional, ou seja, pacientes portadores de determinadas condições sistêmicas tendem a desenvolver doença periodontal, e que pacientes periodontais estão mais propensos a desenvolver resultados sistêmicos adversos (SAKALLIOĞLU *et al.*, 2008).

Em novembro de 2018 surgiu a nova classificação das doenças periodontais (Tabela 1) e Jepsen e co-autores avaliaram que várias condições sistêmicas e doenças que podem influenciar no percurso da DP, levando a uma resposta negativa ao ligamento periodontal (CATON *et al.*, 2018; JEPESSEN, SOREN; *et al.*, 2018). As doenças periodontais podem ser classificadas em quatro categorias principais: Gengivite; Periodontite; Outras condições que afetam o periodonto; Condições Peri-implantares (CATON *et al.*, 2018).

Tabela 1 - Nova classificação das doenças periodontais.

1. SAÚDE PERIODONTAL CONDIÇÕES E DOENÇAS GENGIVAIS
Saúde Periodontal e Saúde Gengival
Gengivite Induzida pelo Biofilme
Doenças Gengivais Não Induzidas pelo Biofilme
2. PERIODONTITE
Doenças Periodontais Necrosantes
Periodontite
Periodontite como Manifestação de Doenças Sistêmicas
3. OUTRAS CONDIÇÕES QUE AFETAM O PERIODONTO
Manifestações Periodontais de Doenças ou Condições Sistêmicas (Doenças ou Condições Sistêmicas que Afetam os Tecidos Periodontais de Suporte)
Abscessos Periodontais e Lesões Endoperiodontais
Condições e Deformidades Mucogengivais
Forças Oclusais Traumáticas
Fatores Relacionados ao Dente e às Próteses
4. CONDIÇÕES PERI-IMPLANTARES
Saúde Peri-Implantar
Mucosite Peri-Implantar
Peri-Implantite
Deficiências nos Tecidos Peri-Implantares Moles e Duros

Fonte: Adaptado de CATON *et al.*, 2018.



A gengivite é uma forma inicial e reversível de doença periodontal que afeta principalmente a gengiva. É causada pela acumulação de placa bacteriana nos dentes, que leva a uma resposta inflamatória do tecido gengival. A gengivite não envolve a perda de tecido ósseo e, quando tratada precocemente, pode ser revertida. Já a periodontite é uma forma mais avançada e grave de doença periodontal. Ela ocorre quando a infecção bacteriana se estende além da gengiva, afetando os tecidos de suporte dos dentes, incluindo o osso alveolar. A periodontite pode levar à perda de tecido ósseo e, se não tratada, pode resultar na perda dos dentes. Na categoria de outras condições que afetam o periodonto, a nova classificação buscou incluir uma gama de condições que antes não eram abordadas e/ou não possuíam uma classificação adequada.

A periodontite necrotizante, trata-se de uma forma mais agressiva de periodontite, ela é caracterizada pela morte dos tecidos periodontais, incluindo a gengiva, osso alveolar e ligamento periodontal, é frequentemente associada a fatores de risco, como tabagismo, estresse e sistemas imunológicos enfraquecidos (CATON *et al.*, 2018; JEPESSEN, SOREN; *et al.*, 2018). Outra condição abordada na nova classificação das doenças periodontais foram algumas condições sistêmicas que podem manifestar-se como periodontite. Exemplos incluem a periodontite associada a doenças genéticas, como a síndrome de Papillon-Lefèvre, e a periodontite associada a doenças imunológicas, à síndrome de Down, que são formas específicas de DP com características distintas. Já as condições mucogengivais envolvem alterações nos tecidos moles da cavidade oral, como a recessão gengival, o aumento de freios labiais ou linguais, e a ausência de tecido queratinizado. Também pode-se destacar a periodontite associada a fatores locais, como anormalidades anatômicas e iatrogênicas, lesões endo-periodontais, que envolvem infecções do canal radicular e os fatores ligados ao dente e às próteses, onde podemos observar lesões relacionadas ao uso de próteses dentárias removíveis ou fixas, que podem causar inflamação e danos aos tecidos periodontais adjacentes. As condições peri-implantares estão associadas ao suporte periodontal de implantes dentários. Elas incluem doença peri-implantar, peri-implantite e mucosite peri-implantar (CATON *et al.*, 2018; JEPESSEN, SOREN; *et al.*, 2018).

Muito tem se discutido a respeito da influência das alterações sistêmicas na DP (HEGDE; AWAN, 2019). A classificação da periodontite como manifestação de doenças sistêmicas trata-se de distúrbios sistêmicas que trazem grandes impactos com relação a perda dos tecidos periodontais devido a sua influência na inflamação gengival. Afetam o periodonto de sustentação independente se o paciente apresenta ou não biofilme dental (CATON *et al.*, 2018; JEPESSEN, SOREN; *et al.*, 2018).

Doença periodontal e artrite reumatoide

A artrite reumatoide (AR) é uma doença crônica, autoimune e inflamatória que afeta as articulações, e que possui alguns fatores de risco associados, como idade avançada, tabagismo, diabetes mellitus, obesidade e osteoporose (WEN *et al.*, 2019). É caracterizada pela inflamação da sinovia e destruição da cartilagem articular e do osso, levando à incapacidade funcional. Acredita-se que a AR, como muitas outras doenças autoimunes, ocorra em indivíduos com antecedentes genéticos suscetíveis que são expostos a gatilhos ambientais (LI *et al.*, 2017).

Embora a etiologia da AR permaneça desconhecida, estudos recentes estabeleceram uma forte associação entre ela e a doença periodontal (DP) (KÄBER *et al.*, 1997; MERCADO *et al.*, 2000; MERCADO *et al.*, 2001). Uma das ligações estabelecidas entre as duas doenças é com a *P. gingivalis*, uma bactéria anaeróbia gram-negativa caracterizada pela produção da enzima peptidilarginina deiminase (PAD), que contribui para o desenvolvimento da AR ao catalisar a citrulinização, que desempenha papel crucial na produção de anticorpos anti-peptídeos citrulinados cíclicos (ACPA), cujos mecanismos resultam na liberação de mediadores de inflamação e destruição articular, reconhecidos como biomarcadores para pacientes com AR. Recentemente, o papel de *A. actinomycetemcomitans*, foi proposto e constatou-se que este patógeno também pode agir de forma a induzir a hipercitrulinização, resultando no processo que desencadeia a resposta autoimune em pacientes com AR (CECCARELLI *et al.*, 2019).

As evidências científicas atuais apontam que há maior prevalência de DP e bactérias



periodontopatogênicas em pacientes com AR, e também um maior risco para o desenvolvimento de AR em pacientes com DP. Em relação à atividade da AR, foi observado que pacientes com doença periodontal apresentam escores de atividade da artrite mais elevados em relação aos pacientes sem DP, e que há uma relação proporcional entre a gravidade da doença periodontal e a atividade da artrite reumatoide. Além disso, notou-se uma melhora na atividade da AR em resposta à terapia periodontal convencional, sugerindo que a resposta ao tratamento periodontal básico atua na diminuição local dos mediadores da inflamação (WEN *et al.*, 2019).

Estudos de ensaios de intervenção foram realizados para avaliar o efeito do tratamento da DP na AR, os quais examinaram também diferentes parâmetros de atividade da artrite reumatoide (RIBEIRO; LEAO; NOVAES, 2005; AL-KATMA *et al.*, 2007; ORTIZ *et al.*, 2009; PINHO *et al.*, 2009; RANADE; DOIPHODE, 2012; BIYIKOĞLU *et al.*, 2013; ERCIYAS *et al.*, 2013; OKADA *et al.*, 2013; KAUR *et al.*, 2014). Os resultados foram bastante controversos, com achados positivos, negativos ou neutros quanto ao efeito do tratamento da DP nos desfechos da AR. Os estudos incluíram pacientes adultos com diagnóstico de ambas as doenças, e eles foram divididos em dois grupos, sendo um submetido ao tratamento periodontal não cirúrgico, consistindo de raspagem/alisamento radicular e instruções de higiene oral, e outro grupo que foi apenas acompanhado durante a pesquisa, sem tratamento periodontal ou instrução de higiene. Com base no Disease Activity Score 28 (DAS28) que é um escore amplamente utilizado para medir a atividade da AR, onde uma redução na sua pontuação indica que a doença melhorou, os dados agrupados desses estudos sugeriram uma redução discreta, mas significativa na pontuação DAS28 após o tratamento periodontal não cirúrgico (CALDERARO *et al.*, 2017).

A revisão sistemática de Kaur, White e Bartold (2013) investigou a relação entre doença periodontal e artrite reumatoide, e identificou que pacientes com AR têm uma incidência significativamente maior de DP, medida pelo número de dentes perdidos e níveis de inserção clínica, indicando que a doença periodontal pode ser mais grave na AR. Também constatou uma provável correlação entre a presença de patógenos periodontais como *A. actinomycetemcomitans* e *P. gingivalis* no soro de pacientes com artrite reumatoide, demonstrando potenciais associações entre essas doenças.

O tratamento para a artrite reumatoide inclui fármacos como os AINES, corticosteróides e medicamentos modificadores do curso da doença reumatóide (DMARDs) (PABLOS *et al.*, 2008; SAKAKURA *et al.*, 2007). Esses medicamentos apresentam efeitos colaterais, sendo um deles o potencial de acelerar a perda óssea, desencadeando um impacto negativo na osteointegração, podendo influenciar nas condições peri-implantares (MASMOUDI *et al.*, 2020; TAVAKOLI *et al.*, 2018).

Tais dados científicos encontraram associações significativas que sugerem a associação da artrite reumatoide e doença periodontal, porém mais estudos devem ser realizados para essas doenças.

Doença periodontal e diabetes mellitus

O diabetes mellitus é uma síndrome metabólica multigênica causada pela falta ou incapacidade da insulina de exercer seu pleno efeito no organismo. A insulina é produzida pelo pâncreas e é responsável pela manutenção do metabolismo da glicose, e a falta desse hormônio pode levar ao desenvolvimento do diabetes (BVS, 2009). O mau controle da glicemia, ou seja, altas taxas de açúcar no sangue, podem acarretar no desenvolvimento de complicações que surgem a longo prazo, como disfunções e falhas de vários órgãos e sistemas do corpo (PRESHAW; BISSETT, 2019). Evidências atuais demonstram uma ligação entre saúde bucal precária e diabetes mellitus, propondo que os cuidados com a saúde bucal é um dos componentes essenciais para o controle do diabetes (NGUYEN *et al.*, 2020).

Em 2017, a Federação Internacional de Diabéticos listou a periodontite como um fator de risco em pessoas com diabetes. A maioria dos estudos explorando a associação entre essas doenças indicaram que o risco de periodontite aumenta proporcionalmente com a elevação dos níveis de hemoglobina glicada e gravidade do diabetes (KOCHER *et al.*, 2018), demonstrando que não apenas a presença, mas também a gravidade da DP está associada ao risco de desenvolver complicações diabéticas e controle glicêmico dos pacientes (NGUYEN *et al.*, 2020).



De acordo com a nova classificação de periodontite^{8,9} o nível do controle glicêmico em diabetes influencia a classificação de periodontite. Ao considerar a relação entre a periodontite e o diabetes, o suposto mecanismo ligando as duas doenças é que as bactérias periodontais e seus produtos, juntamente com citocinas inflamatórias e outros mediadores produzidos localmente nos tecidos periodontais inflamados, entram na circulação e contribuem para a inflamação sistêmica. Isso leva à sinalização prejudicada da insulina e à resistência a mesma, exacerbando assim o diabetes (PRESHAW; BISSETT, 2019). Outros estudos sugerem que esta associação é bidirecional, e que indivíduos com diabetes são mais propensos a desenvolver periodontite e indivíduos com periodontite e diabetes apresentam um pior controle glicêmico. Em pacientes diabéticos, a periodontite concomitante pode afetar o controle glicêmico e aumentar o risco de complicações como doença cardiovascular, retinopatia e doença renal (LICCARDO *et al.*, 2019).

Uma meta-análise mostrou que pessoas com diabetes mellitus tipo 2 (DM2) têm o dobro do risco de desenvolver periodontite em comparação com aquelas sem diabetes. Esses dados mostram que quase todos os pacientes com DM2 têm periodontite simultaneamente (BAEZA *et al.*, 2020). Quintero e colaboradores (2018) relataram que o tratamento periodontal gerou maior impacto na redução da hemoglobina glicada (HbA1c) em pacientes com níveis > 9%. Os resultados reforçam e complementam as evidências sobre a eficácia do tratamento periodontal básico na melhora do controle metabólico e dos sintomas do diabetes (BUI *et al.*, 2019), e na redução da inflamação sistêmica de pacientes com DM2 através da diminuição da carga bacteriana no ambiente subgengival (PRESHAW; BISSETT, 2019) e dos níveis sistêmicos de citocinas e mediadores pró-inflamatórios (LOOS, 2005; PARASKEVAS; HUIZINGA; LOOS, 2008).

Em outra pesquisa, 10% dos adultos com diabetes mellitus tipo 1 (DM1) com bom controle metabólico apresentaram sítios com sinais moderados a graves de periodontite em comparação com 27% dos indivíduos com controle metabólico deficiente. Quanto ao número de locais com perda óssea, pode-se notar um índice > 15% em indivíduos com DM1 descompensados. Estudos anteriores também forneceram evidências da ligação entre DM2 e DP, onde a perda de inserção e a perda óssea interproximal foram maiores em pessoas com DM2, indicando aumento da gravidade da DP. A gengivite também é prevalente em pacientes com DM2. Uma produção diminuída de fatores anti-inflamatórios, como IL-4, IL-10, fator de crescimento transformador beta e mediadores anti-inflamatórios baseados em lipídios podem contribuir potencialmente para uma maior inflamação periodontal em diabéticos (GRAVES; DING; YANG, 2020).

Devido a um impacto significativo do diabetes mellitus sobre as doenças periodontais, as pessoas com esta doença precisam de uma avaliação periodontal minuciosa e especial consideração no que se refere ao planejamento do tratamento (GRAVES; DANA T *et al.*, 2004).

Mudança nos parâmetros glicêmicos em resposta ao tratamento periodontal completo demonstra que a infecção e a inflamação associada à DP contribuem significativamente para a carga inflamatória e impactam negativamente na eficiência do controle farmacológico do diabetes tipo 2, e que a redução dessa inflamação pelo tratamento periodontal rigoroso pode resultar em melhor controle glicêmico.

Mais estudos são necessários para elucidar os mecanismos pelos quais os patógenos periodontais ou a inflamação resultante contribuem para a doença sistêmica (BUI *et al.*, 2019).

Doença periodontal e doenças cardiovasculares

As doenças relacionadas com o coração envolvem uma vasta gama de problemas de saúde, incluindo doenças relacionadas com o músculo cardíaco e o sistema vascular que abastece o coração, como artérias coronárias com estreitamento ou bloqueio das mesmas que pode resultar em infarto do miocárdio (IM), aumento da pressão arterial devido a aterosclerose, rigidez arterial ou disfunção endotelial, endocardite infecciosa (EI) e insuficiência cardíaca (IC) (RAHIMI; AFSHARI, 2021). Estudos recentes têm demonstrado uma associação entre doença periodontal e doença cardiovascular (DCV) (BERLIN-BRONER; FEBBRAIO; LEVIN, 2017) que, aliadas a uma população cada vez mais envelhecida, dietas desreguladas e estilos de vida sedentários, são responsáveis por



41 milhões de mortes a cada ano (SANZ *et al.*, 2020).

Existem duas razões prováveis para a associação de DCV e periodontite: primeiro, o aumento dos níveis de inflamação sistêmica e mediadores inflamatórios e segundo, a entrada de organismos no fluxo sanguíneo devido aos tecidos periodontais inflamados, sendo que tal inflamação pode causar disfunção nos vasos (RAHIMI; AFSHARI, 2021). De acordo com a nova classificação das doenças periodontais essas características clínicas observadas em pacientes cardiovasculares indicam uma periodontite como manifestação de doenças sistêmicas (CATON *et al.*, 2018).

Estudos indicam que pacientes com periodontite apresentam risco aumentado de DCV, incluindo doença arterial coronariana (DAC), acidente vascular cerebral, IM e aterosclerose (LEISHMAN; LIEN DO; FORD, 2010). A doença periodontal e as DCV compartilham muitos fatores de risco, como tabagismo, diabetes mellitus, aumento da idade, condições socioeconômicas e obesidade, sugerindo uma possível fisiopatologia entre essas doenças (ORLANDI; GRAZIANI; D'AIUTO, 2020).

A periodontite é um fator que pode resultar na transmissão de bactérias da cavidade oral para a corrente sanguínea (RAHIMI; AFSHARI, 2021). Um estudo relatou que a incidência de bacteremia após a extração de dente foi de 13%-96% e que a bacteremia pode ser aumentada na presença de gengivite, periodontite e outras doenças odontogênicas (PARAHITIYAWA *et al.*, 2009).

Há evidências de níveis mais altos de proteína C reativa (PCR) e IL-6 em pacientes com periodontite e em pessoas que apresentam DCV e periodontite simultaneamente. Como relatado anteriormente, o efeito da terapia periodontal tem sido associado a uma diminuição significativa nos níveis desses mediadores inflamatórios (SANZ *et al.*, 2020). Intervenções de saúde oral, incluindo hábitos de higiene bucal, profilaxia, aumento de visitas odontológicas e tratamento periodontal, produziu uma redução na incidência de eventos cardiovasculares (PRIYAMVARA *et al.*, 2020).

Evidências epidemiológicas sugerem um risco aumentado de eventos cardiovasculares como infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral durante a fase aguda da infecção comum (DAVIS *et al.*, 2006). A hipótese de que infecções crônicas, como a periodontite, poderiam estar implicadas na patogênese da aterosclerose foi apontada por resultados de um grande estudo populacional (KIECHL *et al.*, 2001).

A maioria dos estudos encontraram relações significativamente positivas entre doença periodontal, pressão arterial e possivelmente hipertensão (ANGELI *et al.*, 2003; INOUE *et al.*, 2005; HOLMLUND; HOLM; LIND, 2006; ENGSTRÖM *et al.*, 2007; FRANEK *et al.*, 2009; DESVARIEUX *et al.*, 2010; FRANEK *et al.*, 2010; NESSE *et al.*, 2010; RIVAS-TUMANYAN *et al.*, 2013; SOUTHERLAND, 2013). É importante avaliar a relação entre hipertensão e DP em adultos jovens, pois o controle dos fatores de risco para hipertensão em estágio inicial é essencial para prevenir sua ocorrência. Os resultados sugerem que a presença de doença periodontal pode ser um fator de risco para o desenvolvimento de hipertensão em pessoas com pré-hipertensão (KAWABATA *et al.*, 2016).

Dados de um estudo demonstraram que a periodontite é um importante fator de risco para o acidente vascular cerebral isquêmico e a terapia periodontal pode diminuir o risco de AVC, particularmente em indivíduos mais jovens (LEE *et al.*, 2013). Considerando o papel central das bactérias na patogênese da periodontite, o primeiro objetivo do tratamento é remover o agente etiológico e fatores que contribuem para o aparecimento e progressão da doença. A instrumentação mecânica supra e subgengivais, com ou sem o uso de antimicrobianos, visa interromper o biofilme desencadeando a resposta inflamatória do hospedeiro. O manejo de fatores de risco comportamentais (hábitos de higiene bucal e tabagismo), fatores de risco locais (como trauma oclusal), cálculo e outras superfícies retentivas de placa (restaurações defeituosas) e doenças sistêmicas juntamente com a terapia de suporte periodontal se faz necessária para reduzir o risco de progressão da periodontite (ORLANDI; GRAZIANI; D'AIUTO, 2020).

É importante ressaltar que as alterações sistêmicas não são a causa direta das doenças periodontais, mas podem influenciar a gravidade, o curso e a resposta ao tratamento. Portanto, é essencial que indivíduos com doenças sistêmicas cuidem de sua saúde bucal de forma adequada e trabalhem em conjunto com seus profissionais de saúde para um controle integrado das condições sistêmicas e periodontais (MEGHIL *et al.*, 2019; FARRUGIA *et al.*, 2021).



Conclusão

Diante dessa revisão de literatura pode-se concluir que existem evidências significativas de que a doença periodontal e a saúde sistêmica têm uma associação bidirecional, na qual a doença periodontal pode causar condições sistêmicas adversas e que indivíduos com tais comorbidades como diabetes, artrite reumatoide e doenças cardiovasculares predispõem ao desenvolvimento da DP.

Referências

- AL-KATMA, M.K.; BISSADA, N.F.; BORDEAUX, J.M.; SUE, J.; ASKARI, A.D. Control of periodontal infection reduces the severity of active rheumatoid arthritis. **JCR: Journal of Clinical Rheumatology**, v. 13, n. 3, p. 134-7, 2007.
- ANGELI, F.; VERDECHIA, P.; PELLEGRINO, C.; PELLEGRINO, R.G.; PELLEGRINO, G.; PROSCIUTTI, L.; BENTIVOGLIO, M. Association between periodontal disease and left ventricle mass in essential hypertension. **Hypertension**, v. 41, n. 3, p. 488-92, 2003.
- ARDAKANI, M.R.; MOEINTAGHAVI, A.; HAERIAN, A.; ARDAKANI, M.A.; HASHEMZADEH, M. Correlation between levels of sulcular and capillary blood glucose. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 10, n. 2, p. 10-7, 2009.
- BAEZA, M.; MORALES, A.; CISTERNA, C.; CAVALLA, F.; JARA, G.; ISAMITT, Y.; PINO, P.; GAMONAL, J. Effect of periodontal treatment in patients with periodontitis and diabetes: systematic review and meta-analysis. **Journal of Applied Oral Science**, v. 28, 2020.
- BALTA, M.G.; PAPATHANASIOU, E.; BLIX, I.J.; VAN DYKE, T.E. Host modulation and treatment of periodontal disease. **Journal of Dental Research**, v. 100, n. 8, p. 798-809, 2021.
- BERLIN-BRONER, Y.; FEBBRAIO, M.; LEVIN, L. Association between apical periodontitis and cardiovascular diseases: a systematic review of the literature. **International Endodontic Journal**, v. 50, n. 9, p. 847-59, 2017.
- BIYIKOĞLU, B.; BUDUNELI, N.; AKSU, K.; NALBANTSOY, A.; LAPPIN, D.F.; EVRENOSOĞLU, E.; KINANE, D.F. Periodontal therapy in chronic periodontitis lowers gingival crevicular fluid interleukin-1beta and DAS28 in rheumatoid arthritis patients. **Rheumatology international**, v. 33, n. 10, p. 2607-16, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Biblioteca Virtual em Saúde**. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/diabetes/>. Acesso em 19 jul. 2022.
- BUI, F.Q.; ALMEIDA-DA-SILVA, C.L.C.; HUYNH, B.; TRINH, A.; LIU, J.; WOODWARD, J.; ASADI, H.; OJCIUS, D.M. Association between periodontal pathogens and systemic disease. **Biomedical journal**, v. 42, n. 1, p. 27-35, 2019.
- CALDERARO, D.C.; CORRÊA, J.D.; FERREIRA, G.A.; BARBOSA, I. G.; MARTINS, C.C.; SILVA, T. A.; TEIXEIRA, A.L. Influence of periodontal treatment on rheumatoid arthritis: a systematic review and meta-analysis. **Revista brasileira de reumatologia**, v. 57, p. 238-44, 2017.
- CATON, J. G.; ARMITAGE, G.; BERGLUNDH, T.; CHAPPLE, I. L. C.; JEPSEN, S.; KORNMAN, K. S.; MEALEY, B. L.; PAPAPANOU, P. N.; SANZ, M.; TONETTI, M. S. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions - Introduction and key changes from the 1999 classification. **Journal of clinical periodontology**, v.45, n. 20, p.1-8, 2008.



CARRIZALES-SEPÚLVEDA, E.F.; ORDAZ-FARÍAS, A.; VERA-PINEDA, R.; FLORES-RAMÍREZ, R. Periodontal disease, systemic inflammation and the risk of cardiovascular disease. **Heart, Lung and Circulation**, v. 27, n. 11, p. 1327-34, 2018.

CECCARELLI, F.; SACCUCCI, M.; DI CARLO, G.; LUCCHETTI, R.; PILLONI, A.; PRANNO, N.; LUZZI, V.; VALESINI, G.; POLIMENI, A. Periodontitis and rheumatoid arthritis: the same inflammatory mediators?. **Mediators of inflammation**, v. 2019, 2019.

CHEN, L.; WEI, B.; LI, J.; LIU, F.; XUAN, D.; XIE, B.; ZHANG, J. Association of periodontal parameters with metabolic level and systemic inflammatory markers in patients with type 2 diabetes. **Journal of periodontology**, v. 81, n. 3, p. 364-71, 2010.

DAVIS, M.M.; TAUBERT, K.; BENIN, A.L.; BROWN, D.W.; MENSAH, G.A.; BADDOUR, L.M.; DUNBAR, S.; KRUMHOLZ, H.M. Influenza vaccination as secondary prevention for cardiovascular disease: a science advisory from the American Heart Association/American College of Cardiology. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 48, n. 7, p. 1498-1502, 2006.

DE PABLO, P.; DIETRICH, T.; MCALINDON, T. E. Association of periodontal disease and tooth loss with rheumatoid arthritis in the US population. **The Journal of rheumatology**, v.35, n.1, p.70-76, 2008.

DE PABLO, P.; CHAPPLE, I.L.; BUCKLEY, C.D.; DIETRICH, T. Periodontitis in systemic rheumatic diseases. **Nature Reviews Rheumatology**, v. 5, n. 4, p. 218-24, 2009.

DESVARIEUX M.; DEMMER, R.T.; JACOBS JR, D.R.; RUNDEK, T.; BODEN-ALBALA, B.; SACCO, R.L.; PAPAPANOU, P.N. Periodontal bacteria and hypertension: the oral infections and vascular disease epidemiology study (INVEST). **Journal of hypertension**, v. 28, n. 7, p. 1413, 2010.

ENGBRETSON, S.; CHERTOG, R.; NICHOLS, A.; HEY-HADAVI, J.; CELENTI, R.; GRBIC, J. Plasma levels of tumour necrosis factor- α in patients with chronic periodontitis and type 2 diabetes. **Journal of clinical periodontology**, v. 34, n. 1, p. 18-24, 2007.

ENGSTRÖM, S.; GAHNBERG, L.; HÖGBERG, H.; SVÄRDSUDD, K. Association between high blood pressure and deep periodontal pockets. **Uppsala journal of medical sciences**, v. 112, n. 1, p. 95-103, 2007.

ERCIYAS, K. SEZER, U.; ÜSTÜN, K.E.M.A.L.; PEHLIVAN, Y.A.V.U.Z.; KISACIK, B.; ŞENYURT, S.Z.; TARAKÇIOĞLU, M.; ONAT, A.M. Effects of periodontal therapy on disease activity and systemic inflammation in rheumatoid arthritis patients. **Oral diseases**, v. 19, n. 4, p. 394-400, 2013.

FARQUHARSON, D.; BUTCHER, J.P.; CULSHAW, S. Periodontitis, Porphyromonas, and the pathogenesis of rheumatoid arthritis. **Mucosal immunology**, v. 5, n. 2, p. 112-20, 2012.

FARRUGIA, C.; STAFFORD, G.P.; POTEPA, J.; WILKINSON, R.N.; CHEN, Y.; MURDOCH, C.; WIDZIOLEK, M. Mechanisms of vascular damage by systemic dissemination of the oral pathogen Porphyromonas gingivalis. **The FEBS Journal**, v. 288, n. 5, p. 1479-95, 2021.

FI, C.; WO, W. Periodontal disease and systemic diseases: an overview on recent progresses. **Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents**, v. 35, n. 1 Suppl. 1, p. 1-9, 2021.

FIRESTEIN, G.S. Evolving concepts of rheumatoid arthritis. **Nature**, v. 423, n. 6937, p. 356-61, 2003.

FIRESTEIN, G.S.; MCINNES, I.B. Immunopathogenesis of rheumatoid arthritis. **Immunity**, v. 46, n. 2, p. 183-96, 2017.

FRANEK, E.; KLAMCZYNSKA, E.; GANOWICZ, E.; BLACH, A.; BUDLEWSKI, T.; GORSKA, R. Association



of chronic periodontitis with left ventricular mass and central blood pressure in treated patients with essential hypertension. **American journal of hypertension**, v. 22, n. 2, p. 203-07, 2009.

FRANEK, E.; NAPORA, M.; BLACH, A.; BUDLEWSKI, T.; GOZDOWSKI, D.; JEDYNASTY, K.; KRAJEWSKI, J.; GORSKA, R. Blood pressure and left ventricular mass in subjects with type 2 diabetes and gingivitis or chronic periodontitis. **Journal of clinical periodontology**, v. 37, n. 10, p. 875-80, 2010.

GEERTS, S.O.; NYS, M.; DE MOL, P.; CHARPENTIER, J.; ALBERT, A.; LEGRAND, V.; ROMPEN, E.H. Systemic release of endotoxins induced by gentle mastication: association with periodontitis severity. **Journal of periodontology**, v. 73, n. 1, p. 73-8, 2002.

GENCO R.J.; GRAZIANI, F.; HASTURK, H. Effects of periodontal disease on glycemic control, complications, and incidence of diabetes mellitus. **Periodontology 2000**, v.83, n. 1, p.59-65, 2020.

GENCO R.J.; SANZ, M. Clinical and public health implications of periodontal and systemic diseases: An overview. **Periodontology 2000**, v. 83, n. 1, p. 7-13, 2020.

GRAVES, D. T.; AL-MASHAT, H.; LIU, R. Evidence that diabetes mellitus aggravates periodontal diseases and modifies the response to an oral pathogen in animal models. **Compendium of continuing education in dentistry**, v. 25, n. 7, p. 38-45, 2004.

GRAVES, D.T.; DING, Z.; YANG, Y. The impact of diabetes on periodontal diseases. **Periodontology 2000**, v. 82, n. 1, p. 214-24, 2020.

HEGDE, R.; AWAN, K.H. Effects of periodontal disease on systemic health. **Disease-a-Month**, v. 65, n. 6, p. 185-92, 2019.

HOLMLUND, A.; HOLM, G.; LIND, L. Severity of periodontal disease and number of remaining teeth are related to the prevalence of myocardial infarction and hypertension in a study based on 4,254 subjects. **Journal of periodontology**, v. 77, n. 7, p. 1173-8, 2006.

INOUE, K.; KOBAYASHI, Y.; HANAMURA, H.; TOYOKAWA, S. Association of periodontitis with increased white blood cell count and blood pressure. **Blood pressure**, v. 14, n. 1, p. 53-8, 2005.

JEPSEN, S et al. Periodontal manifestations of systemic diseases and developmental and acquired conditions: Consensus report of workgroup 3 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. **Journal of periodontology**, v. 89, n.1, p.237-248, 2018.

JOHN, V.; ALQALLAF, H.; DE BEDOUT, T. Periodontal Disease and Systemic Diseases: An Update for the Clinician. **Journal (Indiana Dental Association)**, v. 95, n. 1, p. 16-23, 2016.

KAJIYA, M.; KURIHARA, H. Molecular Mechanisms of Periodontal Disease. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 2, p. 930, 2021.

KÄBER, U.R.; MICHEL, A.; BOLTEN, W.W.; GLEISSNER, C.; DEHNE, F.; WILLERSHAUSEN-ZÖNNCHEN, B. Risk for periodontal disease in patients with longstanding rheumatoid arthritis. **Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology**, v. 40, n. 12, p. 2248-51, 1997.

KAUR, S.; BRIGHT, R.; PROUDMAN, S.M.; BARTOLD, P.M. Does periodontal treatment influence clinical and biochemical measures for rheumatoid arthritis? A systematic review and meta-analysis. In: **Seminars in arthritis and rheumatism**, v. 44, n. 2, p. 113-22, 2014.



KAUR, S.; WHITE, S.; BARTOLD, P.M. Periodontal disease and rheumatoid arthritis: a systematic review. **Journal of dental research**, v. 92, n. 5, p. 399-408, 2013.

KAWABATA, Y.; EKUNI, D.; MIYAI, H.; KATAOKA, K.; YAMANE, M.; MIZUTANI, S.; IRIE, K.; AZUMA, T.; TOMOFUJI, T.; IWASAKI, Y.; MORITA, M. Relationship between prehypertension/hypertension and periodontal disease: a prospective cohort study. **American journal of hypertension**, v. 29, n. 3, p. 388-96, 2016.

KIECHL, S.; EGGER, G.; MAYR, M.; WIEDERMANN, C.J.; BONORA, E.; OBERHOLLENZER, F.; MUGGEO, M.; XU, Q.; WICK, G.; POEWE, W.; WILLEIT, J. Chronic infections and the risk of carotid atherosclerosis: prospective results from a large population study. **Circulation**, v. 103, n. 8, p. 1064-70, 2001.

KINANE, D.F.; STATHOPOULOU, P.G.; PAPAPANOU, P.N. Periodontal diseases. **Nature reviews Disease primers**, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2017.

KOCHER, T.; KÖNIG, J.; BORGNACKE, W.S.; PINK, C.; MEISEL, P. Periodontal complications of hyperglycemia/diabetes mellitus: epidemiologic complexity and clinical challenge. **Periodontology 2000**, v. 78, n. 1, p. 59-97, 2018.

KOZAROV, E.V.; DORN, B.R.; SHELBURNE, C.E.; DUNN JR, W.A.; PROGULSKE-FOX, A. Human atherosclerotic plaque contains viable invasive *Actinobacillus actinomycetemcomitans* and *Porphyromonas gingivalis*. **Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology**, v. 25, n. 3, p. e17-e18, 2005.

LANTER, B.B.; DAVIES, D.G. *Propionibacterium acnes* recovered from atherosclerotic human carotid arteries undergoes biofilm dispersion and releases lipolytic and proteolytic enzymes in response to norepinephrine challenge in vitro. **Infection and immunity**, v. 83, n. 10, p. 3960-71, 2015.

LANTER, B.B.; SAUER, K.; DAVIES, D.G. Bacteria present in carotid arterial plaques are found as biofilm deposits which may contribute to enhanced risk of plaque rupture. **MBio**, v. 5, n. 3, p. e01206-14, 2014.

LEE, Y.L.; HU, H.Y.; HUANG, N.; HWANG, D.K.; CHOU, P.; CHU, D. Dental prophylaxis and periodontal treatment are protective factors to ischemic stroke. **Stroke**, v. 44, n.4, p.1026-30, 2013.

LEISHMAN, S.J.; LIEN DO, H.; FORD, P.J. Cardiovascular disease and the role of oral bacteria. **Journal of oral microbiology**, v. 2, n. 1, p. 5781, 2010.

LI, R.; TIAN, C.; POSTLETHWAITE, A.; JIAO, Y.; GARCIA-GODOY, F.; PATTANAIK, D.; WEI, D.; GU, W.; LI, J. Rheumatoid arthritis and periodontal disease: What are the similarities and differences?. **International Journal of Rheumatic Diseases**, v. 20, n. 12, p. 1887-901, 2017.

LICCARDO, D.; CANNAVO, A.; SPAGNUOLO, G.; FERRARA, N.; CITTADINI, A.; RENGO, C.; RENGO, G. Periodontal Disease: A Risk Factor for Diabetes and Cardiovascular Disease. **International journal of molecular sciences**, v. 20, n. 6, p.1414, 2019.

LOOS, B.G. Systemic markers of inflammation in periodontitis. **Journal of periodontology**, v. 76, p. 2106-15, 2005.

LOOS, B.G.; CRAANDIJI, J.; HOEK, F.J.; WERTHEIM-VAN DILLEN, P.M.E.; VAN DER VELDEN. C-reactive protein and other markers of systemic inflammation in relation to cardiovascular diseases are elevated in periodontitis. **Journal of periodontology**, v. 71, p. 1528-34, 2000.

MASMOUDI, R.; JEGHAM, H.; OUERTANI, H.; BASSEM KHATTECH, M. Four Year Follow Up of Immediate Provisionalization of Osseointegrated Dental Implant in Patient with Rheumatoid



Polyarthritis. **Acta Scientific Dental Sciencs**, v.4, n.10, p.53- 56, 2020.

MEGHIL, M.M.; TAWFIK, O.K.; ELASHIRY, M.; RAJENDRAN, M.; ARCE, R.M.; FULTON, D.J.; SCHOENLEIN, P.V.; CUTLER, C.W. Disruption of immune homeostasis in human dendritic cells via regulation of autophagy and apoptosis by *Porphyromonas gingivalis*. **Frontiers in immunology**, v. 10, p. 2286, 2019.

MERCADO, F.B.; MARSHAL, R.I.; KLESTOV, A.C.; BARTOLD, P.M. Relationship between rheumatoid arthritis and periodontitis. **Journal of periodontology**, v.72, n.6, p. 779-87, 2001.

MERCADO, F.; MARSHALL, R.I.; KLESTOV, A.C.; BARTOLD, P.M. Is there a relationship between rheumatoid arthritis and periodontal disease?. **Journal of clinical periodontology**, v.27, n.4, p.267-72, 2000.

NAKANO, K.; NEMOTO, H.; NOMURA, R.; INABA, H.; YOSHIOKA, H.; TANIGUCHI, K.; AMANO, A.; OOSHIMA, T. Detection of oral bacteria in cardiovascular specimens. **Oral microbiology and immunology**, v. 24, n. 1, p. 64-8, 2009.

NESSE, W.; DIJKSTRA, P.U.; ABBAS, F.; SPIJKERVET, F.K.L.; STIJGER, A.; TROMP, J.A.H.; VAN DIJK, J.L.; VISSINK, A. Increased prevalence of cardiovascular and auto-immune diseases in periodontitis patients: a cross-sectional study. **Journal of periodontology**, v. 81, n.11, p.1622-8, 2010.

NGUYEN, A. T. M.; AKHTER, R.; GARDE, S.; SCOTT, C.; TWIGG, S.M.; COLAGIURI, S.; AJWANI, S.; EBERHARD, J. The association of periodontal disease with the complications of diabetes mellitus. A systematic review. **Diabetes research and clinical practice**, v. 165, p. 108244, 2020.

NOACK, B.; GENCO, R.J.; TREVISAN, M.; GROSSI, S.; ZAMBON, J.J.; DE NARDIN, E. Periodontal infections contribute to elevated systemic C-reactive protein level. **Journal of periodontology**, v. 72, n. 9, p. 1221-7, 2001.

OKADA, M.; KOBAYASHI, T.; ITO, S.; YOKOYAMA, T.; ABE, A.; MURASA, A.; YOSHIE, H. Periodontal treatment decreases levels of antibodies to *Porphyromonas gingivalis* and citrulline in patients with rheumatoid arthritis and periodontitis. **Journal of periodontology**, v. 84, n. 12, p. e74-e84, 2013.

OPPERMANN, R.V.; WEIDLICH, P.; MUSSKOPF, M.L. Periodontal disease and systemic complications. **Brazilian oral research**, v. 26, p. 39-47, 2012.

ORLANDI, M.; GRAZIANI, F.; D'AIUTO, F. Periodontal therapy and cardiovascular risk. **Periodontology 2000**, v. 83, n. 1, p. 107-24, 2020.

ORTIZ, P.; BISSADA, N.F.; PALOMO, L.; HAN, Y.W.; AL-ZAHRANI, M.S.; PANNEERSELVAM, A.; ASKARI, A. Periodontal therapy reduces the severity of active rheumatoid arthritis in patients treated with or without tumor necrosis factor inhibitors. **Journal of periodontology**, v. 80, n. 4, p. 535-40, 2009.

PAGE, R.C.; KORNMAN, K.S. The pathogenesis of human periodontitis: an introduction. **Periodontology 2000**, v. 14, n. 1, p. 9-11, 1997.

PARAHITIYAWA, N.B.; JIN, L.J.; LEUNG, W.K.; YAM, W.C.; SAMARANAYAKE, L.P. Microbiology of odontogenic bacteremia: Beyond endocarditis. **Clinical microbiology reviews**, v. 22, n.1, p. 46-64, 2009.

PARASKEVAS, S.; HUIZINGA, J. D.; LOOS, B. G. A systematic review and meta-analyses on C-reactive protein in relation to periodontitis. **Journal of clinical periodontology**, v. 35, n.4, p. 277-90, 2008.

PAVANELLI, A.L.R.; DE MENEZES, B.S.; PEREIRA, E.B.B.; DE SOUZA MORAIS, F.A.; CIRELLI, J.A.; DE MOLON, R.S. Pharmacological Therapies for the Management of Inflammatory Bone Resorption in



Periodontal Disease: A Review of Preclinical Studies. **BioMed Research International**, v. 2022, 2022.

PINHO, M. D.N.; OLIVEIRA, R.D.R.; NOVAES JR, A.B; VOLTARELLI, J.C. Relationship between periodontitis and rheumatoid arthritis and the effect of non-surgical periodontal treatment. **Brazilian dental journal**, v. 20, p. 355-64, 2009.

PRESHAW, P. M.; BISSETT, S. M. Periodontitis and diabetes. **British dental journal**, v. 227, n. 7, p. 577-84, 2019.

PRIETTO, N.R.; MARTINS, T.M.; DOS SANTOS SANTINONI, C.; POLA, N.M.; ERVOLINO, E.; BIELEMANN, A.M.; LEITE, F.R.M. Treatment of experimental periodontitis with chlorhexidine as adjuvant to scaling and root planing. **Archives of oral biology**, v. 110, p. 104600, 2020.

PRIYAMVARA, A.; DEY, A.K.; BANDYOPADHYAY, D.; KATIKINENI, V.; ZAGHLOL, R.; BASYAL, B.; LAVIE, C.J. Periodontal inflammation and the risk of cardiovascular disease. **Current atherosclerosis reports**, v. 22, n. 7, p. 1-6, 2020.

QASIM, S.S.B.; AL-OTAIBI, D.; AL-JASSER, R.; GUL, S.S.; ZAFAR, M.S. An Evidence-Based Update on the Molecular Mechanisms Underlying Periodontal Diseases. **International journal of molecular sciences**, v. 21, n. 11, p. 3829, 2020.

QUINTERO, A.J.; CHAPARRO, A.; QUIRYNEN, M.; RAMIREZ, V.; PRIETO, D.; MORALES, H.; SANZ, A. Effect of two periodontal treatment modalities in patients with uncontrolled type 2 diabetes mellitus: A randomized clinical trial. **Journal of clinical periodontology**, v. 45, n. 9, p. 1098-106, 2018.

RAHIMI, A.; AFSHARI, Z. Periodontitis and cardiovascular disease: A literature review. **ARYA atherosclerosis**, v. 17, n. 5, p. 1, 2021.

RANADE, S.B.; DOIPHODE, S. Is there a relationship between periodontitis and rheumatoid arthritis?. **Journal of Indian Society of Periodontology**, v. 16, n. 1, p. 22, 2012.

Rede Colaborativa de Carga Global de Doenças. Estudo de Carga Global de Doenças 2019 (GBD 2019). Seattle: Instituto de Métricas e Avaliação de Saúde (IHME); 2020. Disponível em <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>. Acesso em: 16 de set. 2022.

RENGO, G.; PAGANO, G.; PAOLILLO, S.; DE LUCIA, C.; FEMMINELLA, G.D.; LICCARDO, D.; PERRONE-FILARDI, P. Impact of diabetes mellitus on lymphocyte GRK 2 protein levels in patients with heart failure. **European journal of clinical investigation**, v. 45, n. 2, p. 187-95, 2015.

RIBEIRO, J.; LEAO, A.; NOVAES, A.B. Periodontal infection as a possible severity factor for rheumatoid arthritis. **Journal of clinical periodontology**, v. 32, n. 4, p. 412-6, 2005.

RIVAS-TUMANYAN, S.; CAMPOS, M.; ZEVALLOS, J.C.; JOSHIPURA, K.J. Periodontal disease, hypertension, and blood pressure among older adults in Puerto Rico. **Journal of periodontology**, v. 84, n.2, p. 203-11, 2013.

SAKAKURA K.; NAKANO M.; OTSUKA F.; LADICH E.; KOLODZIE FD.; VIRMANI R. Pathophysiology of atherosclerosis plaque progression. **Heart Lung Circ**, v.22, n.6, p.399-411, 2013.

SAKALLIOĞLU, E.E.; LÜTFIOĞLU, M.; SAKALLIOĞLU, U.; DIRAMAN, E.; KESKINER, I. Fluid dynamics of gingiva in diabetic and systemically healthy periodontitis patients. **Archives of oral biology**, v. 53, n. 7, p. 646-51, 2008.

SALVI, G.E.; KANDYLAKI, M.; TROENDLE, A.; PERSSON, G. R.; LANG, N. P. Experimental gingivitis in type 1 diabetics: a controlled clinical and microbiological study. **Journal of clinical periodontology**, v.



32, n. 3, p. 310-6, 2005.

SANZ, M.; DEL CASTILLO, A.M.; JEPSEN, S.; GONZALEZ-JUANATEY, J.R.; D'AIUTO, F.; BOUCHARD, P.; WIMMER, G. Periodontitis and cardiovascular diseases: Consensus report. **Journal of clinical periodontology**, v. 47, n. 3, p. 268-88, 2020.

SATO, K.; TAKAHASHI, N.; KATO, T.; MATSUDA, Y.; YOKOJI, M.; YAMADA, M.; YAMAZAKI, K. Aggravation of collagen-induced arthritis by orally administered Porphyromonas gingivalis through modulation of the gut microbiota and gut immune system. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2017.

SNOW, D. E.; EVERETT, J.; MAYER, G.; COX, S. B.; MILLER, B.; RUMBAUGH, K.; WOLCOTT, R. D. The presence of biofilm structures in atherosclerotic plaques of arteries from legs amputated as a complication of diabetic foot ulcers. **Journal of wound care**, v. 25, n. Sup2, p. S16-S22, 2016.

SOCRANSKY, S.S.; HAFFAJEE, A.D.; CUGINI, M.A.; SMITH, C.K.J.R.; KENT JR, R.L. Microbial complexes in subgingival plaque. **Journal of clinical periodontology**, v. 25, n.2, p.134-44, 1998.

SOUTHERLAND, J.H. Periodontitis may contribute to poor control of hypertension in older adults. **Journal of Evidence Based Dental Practice**, v. 13, n. 3, p. 125-7, 2013.

TAVAKOLI, M.; YAGHINI, J.; ABED, A. M.; MALEKZADEH, M.; & MALEKI, D. Evaluation of Effect of Low-Dose Methotrexate on Osseointegration of Implants: A Biomechanical Study on Dogs. **The Open Dentistry Journal**, v.12, n.1, p.546-554, 2018.

VIDAL, F.; FIGUEREDO, C. M.S.; CORDOVIL, I.; FISCHER, R.G. Periodontal therapy reduces plasma levels of interleukin-6, C-reactive protein, and fibrinogen in patients with severe periodontitis and refractory arterial hypertension. **Journal of periodontology**, v. 80, n. 5, p. 786-91, 2009.

WEIDLICH, P.; CIMÕES, R.; PANNUTI, C. M.; OPPERMANN, R. V. Association between periodontal diseases and systemic diseases. **Brazilian oral research**, v. 22, p. 32-43, 2008.

WEN, S.; BELTRÁN, V.; CHAPARRO, A.; ESPINOZA, F.; RIEDEMANN, J. P. Association between chronic periodontitis and rheumatoid arthritis. A systematic review. **Revista Medica de Chile**, v. 147, n. 6, p. 762-75, 2019.

ZANATTA, F.B.; ANTONIAZZI, R.P.; RÖSING, C.K.; MIRANDA, L.A. **T helper cells participation on chronic periodontitis**. R. Periodontia, Rio de Janeiro, v.19, n.2, p.7-13, 2009.



Lipid quality of Amazonian's native fish, overview and market outlook of Brazilian fish farming

Regiane Pandolfo Marmentini*; Jerônimo Vieira Dantas Filho**; Raphael Brito dos Santos***; Carlos Andre Amaringo Cortegano****; Jucilene Cavali*****

*Mestre em Ciências Ambientais, Professora do Curso Técnico em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Jaru - RO, Brazil.

**Doutor em Sanidade e Produção Animal, Bolsista de Pós-Doutorado CNPq/FAPERO e Docente Colaborador no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Rondônia - UNIR, Rolim de Moura - RO, Brazil.

***Doutor em Aquicultura, Bolsista de Pós-Doutorado da CAPES e Docente Colaborador no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Nilton Lins - UNILINS, Manaus - AM, Brazil.

****Mestrado em Aquicultura, Professor do Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Ucayali, Peru.

*****Doutora em Zootecnia, Professora do Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Rondônia - UNIR, Presidente Médici - RO, Brazil.

*Autor para correspondência e-mail: jeronimovdantas@gmail.com

KEYWORDS

Brazilian native farmed fish
Food safety
Harmless food

PALAVRAS-CHAVE

Alimentação saudável
Peixes nativos do Brasil
Alimento inócuo

Resumo: The aimed of this study was to carry out a bibliometric survey on the lipid composition Amazonian's native fish and the international aquaculture overview, Brazilian aquaculture overview, native farmed fish production, characteristics of Brazilian fish meat, nutritional aspects and benefits of native fish consumption and market outlook of Brazilian fish farming. This is a data collection study that is characterized as being of an exploratory descriptive, with a qualitative character, aiming to analyze, systematize, compare and cross data between different scientific literatures related to the theme. The searches in Web, storage and data analysis were carried out from March to August 2021. The bibliographic bases for carrying out the searches were Scopus, Web Science, Elsevier, Hindawi, Scielo, Wiley, CAPES/Brasil Journals and institutional repositories. Searched for descriptors in Portuguese and English language, with words and terms separated by the Boolean operators 'AND' and 'OR'. In addition to being sustainable, consuming native farmed fish is a healthy choice from a nutritional point of view, because they contain monounsaturated and polyunsaturated fatty acids that are related to an anti-inflammatory effect and a lower propensity for cardiovascular diseases in consumers. Regarding the production chain problems, market studies must be carried out for each region of Brazil. In addition, more investment in integrated crop systems is needed. In other words, quality certification is needed to universalize native Brazilian fish. Therefore, the future of Brazilian fish will depend on better dissemination to attract different market niches.

Qualidade Lipídica de Peixes Nativos da Amazônia, Panorama e Perspectivas de Mercado da Piscicultura Brasileira

Abstract: O objetivo deste estudo foi realizar um levantamento bibliométrico sobre a composição lipídica de peixes nativos da Amazônia e o panorama da aquicultura internacional, panorama da aquicultura brasileira, produção de pescado nativo, características da carne do pescado brasileiro, aspectos nutricionais e benefícios do consumo e mercado do pescado nativo, assim como perspectivas da piscicultura brasileira. Trata-se de um estudo de levantamento de dados que se caracteriza como exploratório descritivo, de caráter qualitativo, objetivando analisar, sistematizar, comparar e cruzar dados entre diferentes literaturas científicas relacionadas ao tema. As buscas na Web, armazenamento e análise dos dados foram realizadas no período de março a agosto de 2021. As bases bibliográficas para realização das buscas foram Scopus, Web Science, Elsevier, Hindawi, Scielo, Wiley, Periódicos CAPES/Brasil e repositórios institucionais. As pesquisas buscaram descritores nos idiomas português e inglês, com palavras e termos separados pelos operadores booleanos 'AND' e 'OR'. Além de ser sustentável, o consumo de peixes cultivados nativos é uma escolha saudável do ponto de vista nutricional, pois contém ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados que estão relacionados ao efeito anti-inflamatório e à menor propensão a doenças cardiovasculares nos consumidores. Em relação aos problemas da cadeia produtiva, estudos de mercado devem ser realizados para cada região do Brasil. Além disso, é necessário mais investimento em sistemas integrados de cultivo. Ou seja, a certificação de qualidade é necessária para universalizar o consumo de peixes nativos brasileiros. Portanto, o futuro do mercado de peixes nativos dependerá de uma melhor divulgação, para atrair diferentes nichos de mercado.

Recebido em: 20/06/2023

Aprovação final em: 10/08/2023

Introduction

Fish, whether from farming and/or capture, is the most produced and consumed animal protein in the world. Its demand is expanding due to the increase in global population, which currently stands at around 7.6 billion inhabitants with *per capita* consumption 20.5 kg per year¹ (VALENTI *et al.*, 2021), as well as the increase in food demand nutritious products that additionally have functional components favoring the health of the consumer, and fish meat meets these characteristics (DANTAS FILHO *et al.*, 2022). Therefore, the world population will tend to diversify meat consumption, not only increasing the frequency of fish consumption, although also replacing the consumption of red meat with poultry and fish (DANTAS FILHO *et al.*, 2022). In this sense, both aquaculture and fisheries are important as activities that provide protein to population. Fishing today is stagnant with a projection of an increase in its production of only 1% until year 2025, while aquaculture is animal production activity with the highest growth in the last three decades and a projected growth 5.4% annually, which makes that this activity is considered key for the supply of protein in present and in future (PONTUSCHKA *et al.*, 2022).

Fish is a food of good nutritional quality, due to the presence of essential amino acids, minerals, vitamins and polyunsaturated fatty acids (PUFAs), including those of long chain (highly unsaturated fatty acids (MUFAs), such as Eicosapentaenoic acid (EPA; 20:5 *n*-3) and Docosahexaenoic acid (DHA; 22:6 *n*-3) (CORTEGANO *et al.*, 2017). These MUFAs, when found in meat, increase the nutraceutical value of fish, since their consumption is related to prevention of heart disease, autoimmune diseases, arrhythmias, reduction of plasma triglyceride levels and blood pressure (PAL *et al.*, 2018). In addition, they support proper brain and vision function in the human body, promote the prevention of mental and visual illnesses, and provide protection against various psychological disorders, in particular depression and attention deficit disorder (CAYGILL *et al.*, 1995; SINN, 2007). The quality of lipids in flesh of fish is a function of contents and composition of dietary lipids (NRC, 2011). The natural food is determinant for fatty acid profile in captured fish. Fish from marine environment are generally rich in PUFAs due to the phytoplankton's fatty acid composition, fish from freshwater environment are rich in Conjugated linoleic acid (CLA) and/or α -Linolenic acid (LNA) reflecting the phytoplankton fatty acid content (GONÇALVES *et al.*, 2021). Similarly, it happens in aquaculture systems where the dietary lipids influence the flesh composition. Fish fed aquafeeds formulated with fish flours and/or fish oil are rich in *n*-3 fatty acids, especially EPA and DHA, while fish fed plant-based diets are generally rich in CLA and LNA (CORTEGANO *et al.*, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2021; RIBEIRO *et al.*, 2022).

Knowledge of the nutritional values of fish can generate tools to improve nutrient conservation through processing and transformation processes. Therefore, the aimed of this manuscript was to carry out a bibliometric survey on the lipid composition Amazonian's native fish and the international aquaculture overview, Brazilian aquaculture overview, native farmed fish production, characteristics of Brazilian fish meat, nutritional aspects and benefits of native fish consumption and market outlook of Brazilian fish farming.

Methodology

A metodologia This is a data survey study that is characterized as being of an exploratory descriptive, with a qualitative character, aiming to analyze, systematize, compare and cross data between different scientific literatures related to the theme. The searches in Web, storage and data analysis were carried out from March to August 2021.

In the study, the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) was used to identify, screen, and analyze the published documents on Scopus, Web Science, Elsevier, Hindawi Scielo, Wiley, CAPES/Brasil Journals and institutional repositories from Brazil. The criteria adopted for the searches were Journals that had a focus and scope related to the theme, were linked to a higher education institution (University) and had a Qualis concept Capes/Brasil (2013-2016), at least B1, in Environmental Sciences and Food Technology or impact factor above 1.5.

The descriptors used were fisheries, aquaculture, fish farming, commercial fish, native farmed fish, fish meat and fatty acid profile; in Portuguese and English language, with words and terms separated by the Boolean operators 'AND' and 'OR' according to the search objectives in each topic of this review article, (i) International aquaculture overview, (ii) Brazilian aquaculture overview, (iii) Fish meat characteristics, (iv), Nutritional aspects and benefits of native farmed fish consumption and (v) Market outlook.



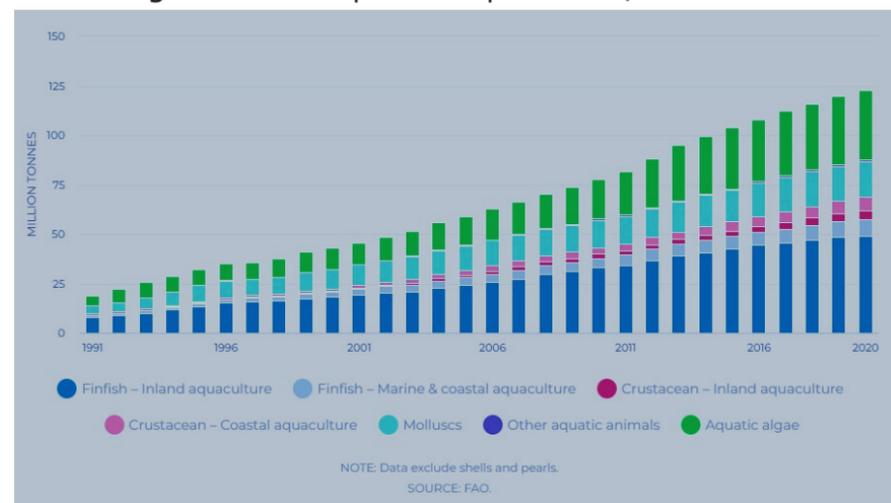
Lastly, the bibliometric analysis of research was performed to divulge the lipid quality of Amazonian's native fish, aquaculture overviews and market outlook of Brazilian fish farming. The program used for data storage was Dropbox™ (version 3.3, 2019). The stored data, after being transformed into information, were systematized and interpreted with the help of the DataMelt application (version 7, 2020).

Results and discussion

International aquaculture overview

According to Valenti *et al.* (2021) and Ribeiro *et al.* (2022) the expansion of the global population has caused an increase in demand for agricultural products. Among these products are farmed and fish, which are currently the most produced and consumed animal proteins in the world, ahead of pork, poultry, beef and sheep. In year 2018, out of a total of 96.4 million tons of catch fish, 12 million were of continental fish and 84.4 of marine origin. However, for aquaculture out of a total 82.1 million tonnes of fish produced, 51.3 million tonnes were from continental production and 30.8 million tonnes from marine production. For fishing, there was an increase 7.6% from years 2016 to 2018, something atypical since values are usually stagnant (Figure 1). This was due to the increased fishing effort in search of *Engraulis ringens* in the Pacific Ocean (CORTEGANO *et al.*, 2017). The stability of volume's fisheries capture has occurred since the 1980s. While in aquaculture production there was an increase 14.6% from years 2016 to 2020, considering an increase in average annual production of 5.4%. Fish production has increased over the years. However, in year 2018, 54% of fish was still caught, while 46% came from aquaculture (Figure 1). The results in years 2019 and 2020 will only appear in year 2022 report, and it is believed that by this period aquaculture will have already surpassed capture fisheries (CORTEGANO *et al.*, 2017).

Figure 1 - World aquaculture production, 1990 -2020.



Source: FAO, 2022.

A detail to note, much of fishery production is intended for the production of by-products for animal feed, while aquaculture production is largely destined for human consumption. And that's why aquaculture is booming today. By year 2025, the volume of fisheries production is expected to increase by only 1% while aquaculture will continue to one of the fastest growing food sectors, at around 5.4% p.a. Aquaculture will exceed total catch fisheries by year 2022. Much of the increase is expected in freshwater species, especially cultivated inland and tropical areas (VALENTI *et al.*, 2021). It is estimated that the world consumption of fish as food will increase by 21% in year 2025 compared to the current period. In addition, by year 2025, fish from aquaculture corresponds to 57% of the fish consumed. *Per capita* consumption of fish is expected to increase on all continents, while the fastest consumption growth rates are projected for Oceania and Asia (GONÇALVES *et al.*, 2021).

Cortegano *et al.* (2017) market outlook is that in the next decade there will no significant chan-



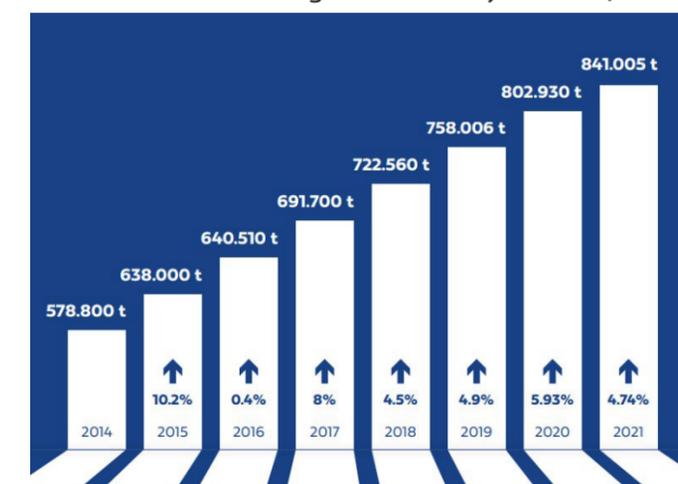
ges in terms of demand for agricultural products and an expanding global population remains the main driver of growth, although consumption profiles and projected trends will vary depending on the level of development of each country. For aquaculture, the relevant factors are the accessibility and availability of water resources, as well as technology and finance; the sustainability, availability and cost of fingerlings and food; use of antibiotics; environmental impact assessment (including pollution and health issues); food safety and traceability issues. Furthermore, trade policies, trade agreements and market access remain important factors influencing the overall dynamics of world markets (VALENTI *et al.*, 2021).

The FAO publication entitled "The State of World Fisheries and Aquaculture" demonstrated that the human population grew by 1.3% from years 2016 to 2018, with 7.6 billion inhabitants in year 2018 having a *per capita* consumption of fish. 20.5 kg year⁻¹, a value that has increased over the years (GASCO *et al.*, 2018). In fishing, *Engraulis ringens*, *Merluccius merluccius*, *Katsuwonus pelamis*, *Clupea harengus* and *Micromesistius poutassou* stand out. However, *E. ringens* and *C. harengus* are species of the Clupeidae family and the striped *K. pelamis* of the Scombridae family are classified as fatty fish. Although, *M. merluccius* and *M. poutassou*, which belong to the Gadidae family, are classified as low-fat fish and concentrate much of their body fat in the liver. However, the species commonly traded in world aquaculture are *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), *Cyprinus carpio* and *Hypophthalmichthys nobilis*. It is important to note that carp are native to Asia and tilapia is native to Africa (FROUZ; FROUZOVÁ, 2022).

Brazilian aquaculture overview

Brazil has stood out worldwide in the production of food, including products from aquaculture, thanks to its water availability, favorable climate and natural occurrence of aquatic species that combine zootechnical and marketing interests (BRASIL, 2012, 2017). Despite this, the country has a difficulty with the tax legislation that favors the commercialization of raw materials and burdens processed foods. In addition, there is still a huge logistical deficiency that makes efficient production difficult (BRASIL, 2017). In this overview, in year 2020, national production of farmed fish increased by 4.74% compared to 2020 and reached 841,005 tons (Figure 2). Of this production, 486,155 tons were *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia), and 278,671 tons were native farmed fish, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (in Brazil it is commonly called tambaqui) and *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (in Brazil it is commonly called pirarucu). Continuing, 38,104 tonnes were from other fish species (*C. carpio*, trouts and *Pangasius sp.*). Among the Brazilian states, the largest producers of farmed fish were Paraná, São Paulo and Rondônia states, and the countries that most import fish from Brazilian fish farming are the USA, Chile, China, Peru and Colombia (MATTOS *et al.*, 2021).

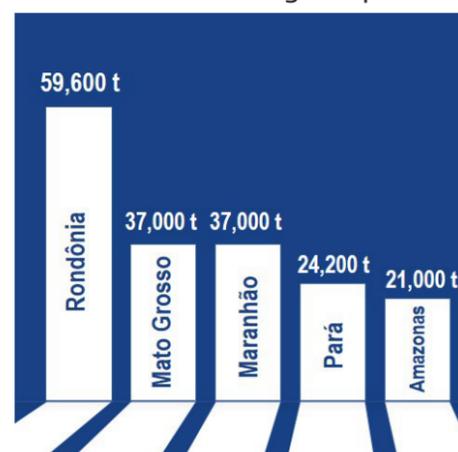
Figure 2 - Brazilian production of farmed fish grew 4.74% in year 2021, reaching 841,005 metric tons.



Source: Peixe BR, 2022.

In year 2020, native farmed fish accounted for 34.7% of total production in Brazil. Rondônia state ranks 3rd in ranking of farmed fish production in year 2022, being the largest producer of native fish. The production of farmed fish in Rondônia corresponds to 59,600 tons, followed by the states Mato Grosso 37,000 tons, Maranhão 37,000 tons, Pará 24,200 tons and Amazonas 21,000 tons (Figure 3). However, in year 2020 in Brazil, the production of native farmed fish decreased by 3.2% compared to the previous year, due to the high production costs caused by the increase in value of corn and soybeans and the stability of prices paid to fish producers. Furthermore, investments are needed in infrastructure (processing unit plants, development of new products, etc.), sanitary control, logistics and environmental licensing (PONTUSCHKA *et al.*, 2022).

Figure 3 - Ranking of Brazilian states with the highest production of native farmed fish.



Source: Peixe BR, 2022.

Tambaqui (*C. macropomum*), *Brycon amazonicus* Spix & Agassiz, 1829 (in Brazil commonly called jatuarana) and pirarucu (*A. gigas*) are the most cultivated fish in Rondônia state (MEANTE; DÓRIA, 2017), together they account for about 90% of farmed fish. tambaqui (*C. macropomum*) is a native fish to the Amazon basin and is the second most produced species in Brazil (CAVALI *et al.*, 2021). Another native Amazonian fish of equal importance in the North region is a pirarucu (*A. gigas*). In the natural environment it can reach up to 200 kg of total weight, and its high economic importance has determined the growing interest in its commercial exploitation by fish breeders (OLIVEIRA *et al.*, 2014). With regard to the processing of these fish, the product of greatest interest in the industry is meat, which is often processed and offered in different commercial cuts without the presence of intramuscular bones, to meet the demands of the current consumer market (MEANTE; DÓRIA, 2017).

Fish meat characteristics

Fish meat, usually, is rich in amino acids, such as lysine and leucine (SALES; MAIA, 2013) and an important source of fatty acids, such as essential polyunsaturated fatty acids, Eicosapentaenoic acid (EPA; C20:5 *n*-3) and Docosahexanoic acid (DHA; C22:6 *n*-3). In addition, it has vitamins - Vitamin A, Vitamin D, Vitamin E, Vitamin B₁₂, Folic acid, choline, coenzyme Q10 and minerals - Calcium, Magnesium, Iron, Copper, Zinc, Iodine, Selenium and trivalent chromium (ERKAN; BILEN, 2010; LIMA *et al.*, 2018; COUTINHO *et al.*, 2019). It has characteristics such as easy digestibility, due to proteins of high biological value (BATALHA *et al.*, 2017). Due to the content of essential amino acids, the nutritional value of fish proteins is significant (VALENTI *et al.*, 2021). Several factors influence the proximate composition of meat, such as species, age, size, sex, time of year and cut; however, usually, the muscle contains about 20% protein, 0.4 to 1.5% minerals, 75% moisture and provides 97.12 kcal per 100g (ORDÓÑEZ, 2005). In addition, body composition can express differences in same individual, depending on the assessment body site and the animal's diet.

According to Memon *et al.* (MEMON *et al.*, 2011), there is an inverse ratio between the moisture

content and the fat content in pulp of many fish species, which is reflected in color of the fibers, which become whiter as the lipid content reduces, as it waits for light-colored fish meat is assumed to correspond to lean meat. Also, according to the lipid content, fish meat can be classified as lean (<2% fat), low fat (2-4%), medium fat (4-8%) and fat (>8%) (ACKMAN, 1989). This classification involves not only individual characteristics of the nutritional quality of the meat, although also the visual appearance, yield during processing and flavor (CIRNE *et al.*, 2019).

Lipids are a broad group of chemically diverse compounds that are soluble in organic solvents. They can be solid (fats) or liquid (oils). Lipids are also classified as nonpolar (eg triacylglycerol and cholesterol) and polar (eg phospholipids) which indicate differences in their solubility and functional properties. Lipids contribute to foods with attributes such as texture, flavor, nutrition and caloric value. The more stable in the face of oxidation, the longer the shelf life of the stored fish (AL-KHALAIFAH *et al.*, 2020). The fat content is important for marketing, as a good lipid percentage provides tenderness to the meat, however, in excess, it can cause health problems for the consumer (HAUTRIVE *et al.*, 2012).

Fat is not evenly distributed throughout the animal's body, the composition varies significantly depending on tissue or organ considered. In fish there are reserve lipids and structural lipids. Reserve lipids are found in proportions greater than 1% of body weight and are mostly composed of triglycerides. Structural lipids perform some biological function and are made up of phospholipids (ORDÓÑEZ, 2005). In fish, there is a greater variety of fatty acids, a greater proportion of long-chain fatty acids, and fats richer in polyunsaturated fatty acids. In addition, it has a higher content of *n*-3 and is therefore a healthier food for the consumer.

Table 1 shows the survey of research carried out on fatty acid profile in commercial cuts of native farmed fish in Brazil, tambaqui (*C. macropomum*), pirarucu (*A. gigas*), *Pseudoplatystoma corruscans*, *Piaractus brachypomus*, *Piaractus mesopotamicus*, *C. macropomum* x *P. mesopotamicus*, *Brycon cephalus*, *Rhamdia quelen*, *Hoplias malabaricus*, *Prochilodus lineatus*, *Cichla ocellaris* and *Leporinus friderici*. While Table 2 shows the survey of research carried out on the profile of fats in commercial cuts of exotic farmed fish in Brazil, Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), *Oncorhynchus kisutch*, *Salmo salar*, *Salmo trutta macrostigma*, trout (*Onchorhynchus mykiss*), codfish (*Gadus morhua callaries*), *Clupea harengus membras*, *Pangasius hypophthalmus*, *Pangasius boccourti*, *Pangasianodon gigas*, *Ictalurus punctatus* and *Clarias gariepinus*.

Fatty acid profile in Brazilian native farmed fish also varies according to body cut and fish species. That said, diet influences the fatty acid profile in fish produced, although the manufacturing processes can change the composition in terms of not guaranteeing the conservation of fatty acids that have a high capacity for oxidation. According to the literature found, for native farmed fish from Brazil, the species pirarucu (*A. gigas*) had the highest percentage SFAs (42.44), *Piaractus mesopotamicus* had the highest percentage MUFAs (52.40), *Piaractus brachypomus* expressed the highest percentages PUFAs (63.61), ΣPUFAs+ΣSFAs (3.93), *n*-3 (42.06), EPA (14.72) and DHA (27.34). While tambaqui (*C. macropomum*) had the highest percentage *n*-6 (31.59) (Table 1).

Simultaneously, for the exotic species commercialized in Brazil, according to the literature found, Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) had the highest percentage SFAs (47.00), *Ictalurus punctatus* had the highest percentage MUFAs (46.79), codfish (*Gadus morhua callaries*) expressed the highest percentages PUFAs (67.40), ΣPUFAs+ΣSFAs (2.80), *n*-3 (62.60), DHA (50.80). While *Pangasius hypophthalmus* expressed the highest percentages *n*-6 (33.23) and EPA (19.18) (Table 2).

**Table 1 - Fatty acid profile in commercial cuts of Brazilian native farmed fish (total in percentage %).**

Species	Fatty acid profile								Portions analyzed	Authors
	SFAs	MUFAs	PUFAs	PUFAs+SFAs	ω -6	ω -3	EPA	DHA		
Colossoma macropomum	19.82	27.32	52.86	2.67	31.59	20.35	6.86	13.49	Fillet	Rodrigues <i>et al.</i> (2020)
Arapaima gigas	42.44	34.82	22.74	0.54	19.02	3.72	9.25	8.50	Back muscle	Cortegano <i>et al.</i> (2017)
Pseudoplatystoma corruscans	41.40	30.10	18.10	0.44	9.90	8.20	2.20	2.90	Frozen whole fish	Martino <i>et al.</i> (2002)
Piaractus brachypomus	16.24	20.14	63.61	3.93	19.51	42.06	14.72	27.34	Fillet	Rodrigues <i>et al.</i> (2020)
Piaractus mesopotamicus	36.20	52.40	10.86	0.30	8.80	0.90	0.10	0.20	Muscle	Tanamati <i>et al.</i> (2009)
C. macropomum x P. mesopotamicus	20.18	25.01	54.81	2.73	20.08	33.38	11.30	19.17	Fillet	Rodrigues <i>et al.</i> (2020)
Brycon cephalus	35.82	29.26	34.92	0.97	26.59	8.33	1.15	2.29	Fillet	Petenuci <i>et al.</i> (2019)
Rhamdia quelen	34.90	34.20	29.00	0.84	22.30	6.51	-	3.90	Fillet	Weber <i>et al.</i> (2008)
Hoplias malabaricus	41.29	24.48	34.23	0.83	-	-	9.17	13.06	Whole fish	Torres <i>et al.</i> (2012)
Prochilodus lineatus	23.99	22.45	53.56	2.23	26.38	26.85	7.44	18.65	Fillet	Rodrigues <i>et al.</i> (2017)
Cichla ocellaris	17.45	26.11	56.44	3.24	21.83	32.97	7.34	25.42	Fillet	Rodrigues <i>et al.</i> (2017)
Leporinus friderici	21.00	28.09	50.91	2.43	28.63	22.29	6.41	15.63	Fillet	Rodrigues <i>et al.</i> (2017)

SFAs= saturated fatty acids; MUFAs= monounsaturated fatty acids; PUFAs= polyunsaturated fatty acids; PUFAs/SFAs= WHO-recommended quality assurance ratio; ω -6= omega 6; ω -3= omega 3; EPA= Eicosapentaenoic acid; DHA=Docosahexanoic acid. Note: Researches with similar chromatographic analyzes and performed in certified laboratories were been reported.

Table 2 - Fatty acid profile in commercial cuts of Brazilian exotics farmed fish (total in percentage %).

Species	Fatty acid profile								Portions analyzed	Authors
	SFAs	MUFAs	PUFAs	PUFAs+S-FAs	ω -6	ω -3	EPA	DHA		
Oreochromis niloticus	47.00	28.00	25.00	0.53	22.50	5.33	0.99	2.30	Muscle	Lu <i>et al.</i> (2003)
Oncorhynchus kisutch	30.60	32.40	36.70	1.20	12.90	23.80	6.02	16.50	Muscle	Haliloglu <i>et al.</i> (2004)
Salmo salar	24.30	26.10	49.60	2.05	5.90	43.70	3.80	26.60	Muscle	Usydus <i>et al.</i> (2011)
Salmo trutta macrostigma	28.50	35.90	35.19	1.23	9.78	25.40	7.88	8.42	Muscle	Akpinar <i>et al.</i> (2009)
Onchorhynchus mykiss	22.10	31.60	46.30	2.01	8.80	37.50	8.00	17.50	Muscle	Usydus <i>et al.</i> (2011)
Gadus morhua callaries	24.10	8.50	67.40	2.80	4.80	62.60	7.60	50.80	Muscle	Usydus <i>et al.</i> (2011)
Clupea harengus membras	28.60	30.70	40.70	1.40	6.30	34.40	6.20	20.40	Muscle	Usydus <i>et al.</i> (2011)
Pangasius hypophthalmus	31.14	23.89	38.02	1.22	33.23	4.79	19.18	21.17	Fillet	Sokamte <i>et al.</i> (2020)
Pangasius boccourti	30.20	32.70	14.80	0.50	15.50	1.63	0.25	0.87	Back muscle	Thammapat <i>et al.</i> (2010)
Pangasianodon gigas	45.22	28.26	26.56	0.59	-	-	3.46	-	Back muscle	Chaijan <i>et al.</i> (2010)
Ictalurus punctatus	23.20	46.79	6.34	0.027	18.61	2.73	-	0.75	Fillet	Li <i>et al.</i> (2010)
Clarias gariepinus	32.90	43.30	20.50	0.62	11.27	9.50	1.20	2.00	Muscle	Wing-Keong <i>et al.</i> (2003)

SFAs= saturated fatty acids; MUFAs= monounsaturated fatty acids; PUFAs= polyunsaturated fatty acids; PUFAs/SFAs= WHO-recommended quality assurance ratio; ω -6= omega 6; ω -3= omega 3; EPA= Eicosapentaenoic acid; DHA=Docosahexanoic acid. Note: Researches with similar chromatographic analyzes and performed in certified laboratories were been reported.

**Nutritional aspects and benefits of native farmed fish consumption**

Meat with high percentages SFAs is harmful because of the action of LDL cholesterol in body, that is, it carries cholesterol particles from liver and other organs to arteries (SIQUEIRA *et al.*, 2018). Brazilian native farmed fish meat is rich in MUFAs and PUFAs, among the benefits of consuming the fatty acids found in this Brazilian farmed fishes is prevention of heart disease, autoimmune diseases, arrhythmias, reduction of triglyceride levels in plasma and blood pressure (PAL *et al.*, 2018). Furthermore, they support proper brain function in human body and provide protection against various psychological disorders, in particular depression, attention deficit disorder (SINN, 2007), and cancer (CAYGILL *et al.*, 1995). In addition, they reduce cholesterol levels, reduce cases of stroke, Alzheimer's, increase cognitive function in adults and reduce the rates of children who are born with low weight and premature birth (SARTORI *et al.*, 2012; VIEIRA *et al.*, 2015).

MUFAs provide more stability, flavor and nutrition, and are better for health than PUFAs (AL-KHALAIFAH *et al.*, 2020). It is noteworthy that monounsaturated fats have been linked to a reduction in total cholesterol and LDL cholesterol, also increasing plasma HDL cholesterol levels (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2018). Polyunsaturated fats found in fish also have a positive effect on total cholesterol, LDL cholesterol and triglycerides. LDL cholesterol is known as harmful cholesterol, it is a low-density lipoprotein, it can accumulate in the arteries and coronary arteries and can lead to the formation of atherosclerosis plaques that can interrupt blood flow to organs such as the heart and brain, increasing the risk of heart attack (VASCONI *et al.*, 2019). However, good HDL cholesterol has the function of removing harmful LDL cholesterol from the bloodstream (MARTINS *et al.*, 2011). Tropical fishes from Brazilian Amazon such as pirarucu (*A. gigas*) and tambaqui (*C. macropomum*) are excellent suppliers PUFAs (*n-3, n-6*), which are polyunsaturated lipids, so bromatological studies indicate the consumption of cooked fish to reduce LDL cholesterol by maintaining the presence of HDL cholesterol in bloodstream (MARTINS *et al.*, 2011; FRANCO *et al.*, 2018; VIEIRA *et al.*, 2018).

Consumption of foods rich in *n-3* has increased in recent years due to the positive effect of these fatty acids in prevention of cardiovascular diseases. The most beneficial *n-3* are Eicosapentaenoic acid (EPA; C20:5 *n-3*) and Docosahexaenoic acid (DHA; C22:6 *n-3*) (PAL *et al.*, 2018). According to Harris *et al.* (2009), it is recommended to consume between 250 to 500 mg of EPA+DHA per day. The group *n-3* are anti-inflammatory. Unlike *n-6*, they promote vasodilation and inhibition of platelet aggregation and are related to the prevention of hypertension, atherosclerosis, hypercholesterolemia, arthritis and other autoimmune and inflammatory diseases, as well as the most diverse cancers (SOUZA *et al.*, 2017).

It is worth emphasizing that usually, eicosanoids produced *n-3* fatty acids, mainly EPA and DHA, are reported as essential fatty acids due to the inhibition of stearic metabolism to inflammatory eicosanoids, since they increase the anti-inflammatory mediators, vasodilation and also inhibit platelet aggregation, compared to those produced in *n-6* series of eicosanoids (ANTONELO *et al.*, 2020). That is, the enzymatic action of these PUFAs in modulating the lipid profile from unsaturated to saturated during metabolism changes the efficiency of the diet consumed and the profile ingested, making the meat healthier (VIEIRA *et al.*, 2015).

EPA and DHA play an important role in regulation of inflammatory immune reactions and blood pressure, in brain development *in utero*, and in early postnatal life, in the development of cognitive function. They also have anticarcinogenic properties (AL-KHALAIFAH *et al.*, 2020). A key function of α -Linolenic acid (ALA; C18:3 *n-3*) is as a substrate for the synthesis of long-chain *n-3* fatty acids found in fish, Eicosapentaenoic acid (EPA; C20:5 *n-3*) and Docosahexanoic acid (DHA; C22:6 *n-3*), which are shows in retina of the eye and in the cerebral cortex (AL-KHALAIFAH *et al.*, 2020). Very long chain PUFAs are derived from fatty acid Linolenic (ALA; C18:3 *n-3*) with priority to EPA and DHA by elongations and denaturations, and have the ability to modulate inflammatory processes by competing with *n-6* derived from ALA and Docosatetraenoic acid (DTA; C22:4 *n-3*) by the deposition of phospholipids on the membrane of immune cells (SOUZA *et al.*, 2017; PETENUCCI *et al.*, 2019; ANTONELO *et al.*, 2020).

Fish meat is composed of essential fatty acids for human health, and in addition to aforementioned



EPA and DHA, which are group *n-3*, the contents of Eicosatetraenoic acid (AA; C20:4 *n-6*) can also highlighted Eicosatrienoic acid (C20:3 *n-6*) and Octadecadienoic acid (C18:2 *n-6*), as they are fatty acids that help to accelerate the healing process and renewal of erythrocytes and defense cells (AL-KHALAIFAH *et al.*, 2020). Despite this, not all group *n-6* are entirely beneficial. According to Souza *et al.* (2017), of the *n-6* are pro-inflammatory. They increase the production of cytokines with vasoconstrictor action that promote platelet aggregation. It is related to occurrence of cardiovascular, autoimmune and inflammatory diseases such as arthritis, asthma, psoriasis, lupus and ulcerative colitis. Nonetheless, group *n-7* are responsible for increasing insulin sensitivity, preventing type 2 diabetes. It reduces inflammatory processes and LDL cholesterol levels, in addition to improving the elasticity of arteries. In summary, it helps in the treatment of metabolic syndromes (PASSOS *et al.*, 2016).

Palmitoleic acid (C16:1 *n-7*) was proposed as a lipokine, a molecule produced by adipocytes that acts as a signaling agent in several organs, which regulates systemic metabolic homeostasis, stimulating insulin action in muscle and suppressing hepatic steatosis (SOBCZAK *et al.*, 2022). Hexadecenoic acid (Palmitoleic acid, C16:1 *n-7*) is a fatty acid of *n-7*, which has been gaining prominence in scientific publications because it is considered a potent anti-inflammatory. Furthermore, it is suggested that these MUFAs increase the gene expression of PPAR- α , an inhibitor of nuclear factor kappa B (NF κ B), known to increase cellular inflammation (SOUZA *et al.*, 2017). In addition, Palmitoleic acid acts as an important signal for metabolic reactions in adipocytes (PASSOS *et al.*, 2016). Therefore, some studies propose its consumption to reduce the risk of inflammatory and metabolic diseases (FRIGOLET *et al.*, 2017).

Likewise, research carried out in obese rats demonstrated that the administration of Palmitoleic acid, for 12 weeks, promoted an improvement in insulin sensitivity, since this fatty acid regulates the phosphorylation cascade mediated by the hormone in question (SOUZA *et al.*, 2017). It is worth mentioning that this benefit was also verified clinically. A study approved by the Human Subject Review Committee at the University of Washington (USA), was carried out with 17 subjects and there a positive correlation in plasma concentrations of Palmitoleic acid and in the improvement of insulin sensitivity. Thus, consumption of *n-7* is suggested to reduce this trigger related to diabetes and other metabolic diseases (KRATZ *et al.*, 2014).

Another study was carried out with 20 patients diagnosed with ulcerative colitis and indicated that Palmitoleic acid supplementation for 8 weeks was responsible for a significant reduction in Interleukin-6 (cytokine related to inflammatory condition of the disease). In addition, some have observed an increase in gene expression of HNF4-g (hepatocyte nuclear factor 4 gamma) and HNF-a (hepatocyte nuclear factor alpha), proteins that are also involved in immune response of this condition (BUENO-HERNÁNDEZ *et al.*, 2017). Furthermore, *n-7* can found in some oilseeds such as macadamia and some tropical fish (PASSOS *et al.*, 2016). In a balanced way, these acids can part of the diet, promoting their benefits to organic balance (BUENO-HERNÁNDEZ *et al.*, 2017; VASCONI *et al.*, 2019).

In a study conducted by Moraes *et al.* (2018) with the supplementation of *n-9* by enteral injection in mice with induced sepsis there was a significant reduction in the inflammation detected. Albuquerque *et al.* (2016) analyzed the effect of oleic acid supplementation (C18:1 *n-9*) on sepsis and from the study suggested that Oleic acid (C18:1 *n-9*) has a beneficial role in sepsis by decreasing metabolic dysfunction, supporting the benefits of diets rich in monounsaturated fatty acids. The main component of olive oil is Oleic acid *n-9*.

Gultekin *et al.* (2014) found similar results in humans when providing a total parenteral nutrition (TPN) solution enriched with *n-3* containing *n-9* as there was a decrease in the levels of inflammatory mediators and an improvement in biochemical parameters in septic patients. A method prescribed by the World Health Organization (WHO) to assess lipid quality is based on Σ PUFAs/ Σ SFAs fatty acid ratio, with values below 0.45 considered unhealthy (WOOD; ENSER, 1997). Ruminant meat lipids are characterized by having high proportions SFAs and a low Σ PUFAs/ Σ SFAs ratio (XIONG *et al.*, 2022). SFAs are considered hypercholesterolemic and the most worrisome for cardiovascular health, in this sense, are Myristic acid (C14:00), Lauric acid (C12:00) and Palmitic acid (C16:00) (NUNES *et al.*, 2012).



SFAs increase blood cholesterol levels by reducing LDL cholesterol receptor activity and reducing LDL-free space in bloodstream (KLEIN-SZANTO; BASSI, 2019). Palmitic acid is most harmful to cardiac functions and is most commonly found in beef and pork fats (HAUTRIVE *et al.*, 2012).

Current Western diets tend to be relatively high in *n-6* and low in *n-3*. This is due to the high intake of vegetable oils, which are rich in *n-6*, as well as the low intake of oils and foods rich in *n-3*, such as fish fats (DAMODARAN *et al.*, 2010). This fact contributes to act that Σ PUFAs (*n-6/n-3*) ratio is approximately 20:1, when the recommended ratio is about 5:1 (KRATZ *et al.*, 2014). Evidence points to importance of increasing the consumption of Σ PUFAs (*n-6/n-3*) as physiologically as possible and for that some changes in diet should be made, such as the consumption of tropical fish (PASSOS *et al.*, 2016).

Proportion between *n-3* and *n-6* is very different in freshwater and marine fish, with an approximate ratio 12:5 and 33:5 respectively (ORDÓÑEZ, 2005). The *n-6/n-3* has also been used as a criterion to assess lipid quality, which must be greater than 4.0 as established by the WHO. An excess of Linoleic acid (C18:2 *n-6*) shows the transformation of α -Linolenic acid (ALA; 18:3 *n-3*) into its derivatives EPA and DHA. The same happens in opposite case, with a lower consumption of Linoleic acid, there will be a reduction in activation of Arachidonic acid (*n-6*), because the Δ -6-desaturase enzyme has an affinity for both fatty acids [48, 52] (SARTORI *et al.*, 2012; VIEIRA *et al.*, 2015; MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2018; SIQUEIRA *et al.*, 2018). However, the enzyme has greater specificity for *n-3* and will need lower percentages of these acids than the *n-6* fatty acids to produce the same amount of PUFAs (MADSN *et al.*, 1999; VASCONI *et al.*, 2019). That is, there must a greater proportion of Linoleic acid than α -Linolenic acid. Therefore, a balance in supply of the two fatty acids through the diet is necessary.

Nutritional quality of the lipid fraction can be calculated from fatty acid profile by averages of atherogenicity index (AI), thrombogenicity index (TI) (ULBRIGHT; SOUTHGATE, 1999), and the ratio between hypocholesterolemic and hypercholesterolemic fatty acids (h/H) (SANTOS-SILVA *et al.*, 2002). Concerning the mathematical formulas of the indices, $AI = [(C12:0 + 4 \times C14:0 + C16:0)] / \Sigma MUFA + \Sigma n-6 + \Sigma n-3$; $TI = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \Sigma MUFA) + (0,5 \times \Sigma n-6) + (3 \times \Sigma n-3) + (\Sigma (n-3/n-6))]$; $h/H = (C18:1 n-9 + C18:2 n-6 + C20:4 n-6 + C18:3 n-3 + C20:5 n-3 + C22:5 n-3 + C22:6 n-3) / (C14:0 + C16:0)$ (SANTOS-SILVA *et al.*, 2002).

The AI and TI indices are related to pro and anti-atherogenic fatty acids, with atheromas being fibrous fatty plaques located inside the arteries, and pro and anti-thrombogenic, with thrombosis caused by a blood clot in veins (ULBRIGHT; SOUTHGATE, 1991). Lower AI and TI values are desirable to prevent cardiovascular disorders, as high AI and TI values can stimulate platelet aggregation and subsequent thrombus and atheroma formation in the cardiovascular system (RODRIGUES *et al.*, 2017). Higher h/H index values are considered more beneficial for human health, as this index is related to the specific effects of fatty acids on cholesterol metabolism (HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2018).

Table 3 shows lipid quality indices Σ PUFAs/ Σ SFAs, *n-6/n-3*, AI, TI and h/H of the main commercial fish species native to different regions from Brazil. The reported species are tambaqui (*C. macropomum*), pirarucu (*A. gigas*), *Piaractus mesopotamicus*, *C. macropomum* x *P. mesopotamicus*, *Piaractus brachypomus*, *Brycon cephalus*, *Brycon microlepis*, *Prochilodus lineatus* and *Pseudoplatystoma corruscans*.

There is a notable difference between the lipid quality indices of tambaqui (*C. macropomum*) in different regions of Brazil – Amazon and Southern Regions, especially Σ PUFAs/ Σ SFAs (0.509 and 2.670), Σ PUFAs (*n-6/n-3*) (3.173 and 1.580) and TI (0.797 and 0.122), respectively. Similarly, there is a notable difference between the lipid quality indices of pirarucu (*A. gigas*) – Western Amazon and Eastern Amazon regions, especially *n-6/n-3* (3.253 and 0.220) and h/H (2.260 and 1.410), respectively (Table 3).

According to the specialized Literature, Cortegano *et al.* (2017), Rodrigues *et al.* (2017), Mahan and Escott-Stump (2018) and Xiyang *et al.* (2020), the species that expressed the better indices of Σ PUFAs/ Σ SFAs, *Piaractus brachypomus* (3.933), *Brycon cephalus* (3.470), *C. macropomum* x



P. mesopotamicus (2.733), *Prochilodus lineatus* (2.230) and *Pseudoplatystoma corruscans* (2.110), respectively. The species that expressed the better indices of *n-6/n-3*, *C. macropomum* (3,173), *A. gigas* (3,253), *Brycon microlepis* (3,190) and *Pseudoplatystoma corruscans* (1,010), respectively (Table 3).

According to Rodrigues *et al.* (2017, 2020) and Xiyang *et al.* (2020), all fish species reported have lipid quality, although some stand out in the AI, *gigas* (0.590), *C. macropomum* (0.398), *Brycon microlepis* (0.390) and *Prochilodus lineatus* (0.340) indices; TI, *A. gigas* (1,020), *C. macropomum* (0,797) and *Brycon microlepis* (0,630); h/H, *Piaractus brachypomus* (5,111), *Brycon cephalus* (4,620), *C. macropomum* x *P. mesopotamicus* (3,680), *C. macropomum* (3,640), *Prochilodus lineatus* (3,610) and *Pseudoplatystoma corruscans* (3,330), respectively (Table 3).

Table 3 - Lipid quality indices in muscle tissue of the main commercial fish species Brazilian native.

Species	Lipid quality indices					Authors
	Σ PUFAs/ Σ SFAs	<i>n-6/n-3</i>	AI	TI	h/H	
Tambaqui (<i>C. macropomum</i>)*	0.509	3.173	0.398	0.797	2.255	Cavali <i>et al.</i> (2022)
Tambaqui (<i>C. macropomum</i>)**	2.670	1.580	0.250	0.122	3.640	Rodrigues <i>et al.</i> (2020)
Pirarucu (<i>A. gigas</i>)***	0.602	3.253	0.425	0.772	2.260	Cavali <i>et al.</i> (2023)
Pirarucu (<i>A. gigas</i>)****	0.540	0.220	0.590	1.020	1.410	Cortegano <i>et al.</i> (2017)
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	3.470	0.550	0.200	0.050	4.560	Rodrigues <i>et al.</i> (2020)
<i>C. macropomum</i> x <i>P. mesopotamicus</i>	2.733	0.604	0.240	0.060	3.680	Rodrigues <i>et al.</i> (2020)
<i>Piaractus brachypomus</i>	3.933	0.460	0.180	0.040	5.111	Rodrigues <i>et al.</i> (2020)
<i>Brycon cephalus</i>	3.470	0.980	0.190	0.060	4.620	Rodrigues <i>et al.</i> (2017)
<i>Brycon microlepis</i>	0.980	3.190	0.390	0.630	2.320	Petenuci <i>et al.</i> (2019)
<i>Prochilodus lineatus</i>	2.230	0.910	0.340	0.110	3.610	Rodrigues <i>et al.</i> (2017)
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	2.110	1.010	0.280	0.100	3.330	Rodrigues <i>et al.</i> (2017)

Atherogenicity Index (AI); Thrombogenicity Index (TI); Ratios between hypocholesterolemic and hypercholesterolemic (h/H) fatty acids. * *C. macropomum* from the Western Amazon region; ** *C. macropomum* from the southern Brazil region; *** *A. gigas* from the Western Amazon region; **** *A. gigas* from the Eastern Amazon region. Note: Researches with similar chromatographic analyzes and performed in certified laboratories were been reported.

Market outlook

Regarding the production chain problems of native species fish farming, Brazil is a very large and heterogeneous country and solutions suitable for one region or place may not be suitable for others (CORTEGANO *et al.*, 2017; TACON *et al.*, 2020; VALENTI *et al.*, 2021). Given the Brazilian overview, public policies and rural extension services must take into account the diversity of problems and solutions. For example, to improve the dissemination that consuming native Brazilian fish is healthy and sustainable, it is fundamentally necessary to build a big data database on Aquaculture that can be useful. However, the accuracy of these data is even more essential (MARMANTINI *et al.*, 2022). It is necessary to develop market studies for each region of Brazil, to analyze unreliable data so that there is no loss of time and money. Furthermore, decisions resulting from fake data are sure to be ineffective.

It is important to clarify that quality certification is needed, to universalize native Brazilian fish it is necessary to label it as nutritionally optimal fish. And from what can this certification start? The fish industry and research on nutritional quality, are very lacking in integrated culture systems, more efficient use (reuse) of processing residues (filleting) and combining Aquaculture with Agriculture or Ecotourism initiatives may be possible paths (PAL *et al.*, 2018; VALENTI *et al.*, 2021; FROUZ; FROUZOVÁ, 2022).



In short, the challenge to improve the marketing of Brazilian fish is to develop truly sustainable production systems to maintain a perennial and profitable market (CORTEGANO *et al.*, 2017; TACON *et al.*, 2020; LUIZ *et al.*, 2022). Therefore, the future of the native farmed fish market will depend on the better dissemination of this product to attract different market niches. As well as the ability of scientists, industry professionals and farmers to work together with these challenges in mind. Finally, the opportunity that presents itself is to publicize the brands “Amazon’s tambaqui” and/or “pirarucu – Amazon’s cod”, to value them and encourage cooperative and associative practices to increase productivity. These quality certification marks can attract market niches not only nationally, although especially from countries with a more developed economy and a more demanding market for environmental issues, for example the USA and Europe (LUIZ *et al.*, 2022).

Conclusion

Data surveys such as the current study, address the nutritional value of the most cultivated Amazonian’s native species are important to divulge commercial promotion and strengthen Brazilian fish farming production chain. Therefore, in addition to being sustainable, consuming native farmed fish is a healthy choice from a nutritional point of view because they contain monounsaturated and polyunsaturated fatty acids that are related to an anti-inflammatory effect and a lower propensity for cardiovascular diseases in consumers.

Regarding the production chain problems, market studies must be carried out for each region of Brazil. In addition, more investments are needed in integrated culture systems, for the development of the local industry and better dissemination of Brazilian fish. In other words, quality certification is needed, to universalize native Brazilian fish it is necessary to label it as nutritionally optimal fish. Possibly the biggest challenge to improve the marketing of Brazilian fish is to develop truly sustainable production systems. Therefore, the future of Brazilian fish will depend on better dissemination to attract different market niches.

Acknowledgments

To the CNPq/FAPERJ for financial support to the research project and also for granting scholarships.

References

- ACKMAN, R. G. Nutritional composition of fats in seafoods. **Progress in Food & Nutrition Science**, v. 13, n. 3-4, p. 161-289, 1989.
- ALBUQUERQUE, C. F. G.; MORAES, I. M. M.; OLIVEIRA, F. M. J.; BURTH, P.; BOZZA, P. T.; ... FARIA, M. V. C. *et al.* Omega-9 oleic acid induces fatty acid oxidation and decreases organ dysfunction and mortality in experimental sepsis. **PLoS ONE**, v. 11, e0153607. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153607>
- ANTONELO, D. S.; GÓMEZ, J. F. M.; GOULART, R. S.; BELINE, M.; CÔNSOLO, N. R. B. ... CORTE RRS, *et al.* Performance, carcass traits, meat quality and composition of non-castrated Nellore and crossbred male cattle fed soybean oil. **Livestock Science**, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104059>
- AKPINAR, M. A.; GORGUN, S.; AKPINAR, A. E. A comparative analysis of the fatty acid profiles in the liver and muscles of male and female *Salmo trutta* macrostigma. **Food Chemistry**, v. 112, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.025>
- AL-KHALAIFAH, H.; AL-NASSER, A.; GIVENS, D. I.; Comparison of different dietary sources of n-3 polyunsaturated fatty acids on immune response in broiler chicken. **Heliyon**, v. 6, e03326, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03326>



BARROWS, F. T.; BELLIS, D.; KROGDAHL A.; SILVERSTEIN, J. T.; HERMAN, E. M.; ...SEALEY, W. M. *et al.* Report of the plant products in aquafeed strategic planning workshop: An integrated, interdisciplinary research roadmap for increasing utilization of plant feedstuffs in diets for carnivorous fish. **Reviews in Fisheries Science**, v. 16, p. 449-455, 2008. <https://doi.org/10.1080/10641260802046734>

BATALHA, O. S.; ALFAIA, S. S.; CRUZ, F. G. G.; JESUS, R. S.; RUFINO, J. P. F.; COSTA, V. R. Physicochemical characteristics and digestibility of acid silage flour from pirarucu residue in light commercial laying hens. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n. 3, p. 251-257, 2017. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i3.35112>

BUENO-HERNANDEZ, N.; SIXTO-ALONSO, M. S.; MILKE, M. D. G. Effect of Cis-palmitoleic (an omega-7 fatty acid) supplementation on inflammation and expression of HNF4-γ, HNF4-α and IL-6 in patients with ulcerative colitis: a double-blind, randomized pilot study. **Minerva Gastroenterologica Dietologica**, 2017. <https://doi.org/10.23736/S1121-421X.17.02367-4>

CHAIJAN, M.; JONGJAREONRAK, A.; PHATCHARAT, S.; BENJAKUL, S.; RAWDKUEN, S. Chemical compositions and characteristics of farm raised giant catfish (*Pangasianodon gigas*) muscle. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, n. 3, p. 452-457, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.09.012>

COUTINHO, N. M.; CANTO, A. C. V. C.; MARSICO, E. T.; SILVA, F. A.; KELLER, L. A. M.; CONTE-JUNIOR, C. A.; MONTEIRO, M. L. G. Fatty acid composition and influence of temperature on the lipid stability of *Arapaima gigas* meat. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, e2018132, 2019. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.13218>

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Censo aquícola nacional**. Brasília: República Federativa do Brasil. Brasília: MPA, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 9.013, de março de 2017**. Aprova o Regulamento da inspeção e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ed. 62th, p. 3-27, 2017.

CAVALI, J.; MARMENTINI, R. P.; DANTAS FILHO, J. V.; PONTUSCHKA, R. P.; SCHONS, S. V. Fatty acid profile, omegas, and lipid quality in commercial cuts of tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) cultivated in ponds. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 48, e700, 2022. <https://doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2022.48.e700>

CAVALI, J.; DANTAS, J. V.; NUNES, C. T.; FERREIRA, E.; PONTUSCHKA, R. B.; ZANELLA, R.; SOUZA, M. L. R. Fatty acid profile, omegas and lipid quality in commercial cuts of pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) cultivated in excavated tanks. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 2023 (Manuscript accepted).

CAVALI, J.; NÓBREGA, B. A.; DANTAS-FILHO, J. V.; FERREIRA, E.; PORTO, M. O.; PONTUSCHKA, R. B.; FREITAS, T. F. Morphometric evaluations and yields from commercial cuts of black pacu *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) in different body weights. **The Scientific World Journal**, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/3305286>

CAYGILL, C. P. J.; HILL, M. J. Fish, n-3 fatty-acids and human colorectal and breast-cancer mortality. **European Journal of Cancer Prevention**, v. 4, p.329-332, 1995. <https://doi.org/10.1097/00008469-199508000-00008>

CIRNE, L. G. A.; SOUZA, W. S.; BRITO, P. F.; SOUZA, J. R.; FELTRAN, R. B.; ... SANTOS, M. R. *et al.* Qual-



ity of tambaqui meat slaughtered with different weight classes. **Bulletin of Animal Husbandry**, v. 76, e1459, 2019. <https://doi.org/10.17523/bia.2019.v76.e1459>

CORTEGANO, C. A. A.; GODOY, L. C.; PETENUCI, M. E.; VISENTAINER, J. V.; AFFONSO, E. G.; GONÇALVES, L. U. Nutritional and lipid profiles of the dorsal and ventral muscles of wild pirarucu (*Arapaima gigas*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 4, p. 271-276, 2017. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017000400007>

DANTAS FILHO, J. V.; PONTUSHCKA, R. B.; ROSA, B. L.; GASPAROTTO, P. H.G.; MARMENTINI, R. P.; CAVALI, J. Mineral composition in commercial cuts of *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) and *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) in ideal weight class for commercialization. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 16, n. 2, p. 172-179, 2022. <https://doi.org/10.21708/avb.2022.16.2.10851>

ERKAN, N.; BILEN, G. Effect of essential oils treatment on the frozen storage stability of chub mackerel fillet. **Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit**, v. 5, p. 101-110, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00003-009-0546-6>

FRANCO, L. L. K.; NOLETO, S. S.; SANTOS, V. R. V.; BEM LD, KIRSCHNIK PG. Yield and proximate composition of tambaqui (*Colossoma macropomum*) by different neck categories. **Brazilian Journal of Hygienic and Animal Health**, v. 12, n. 2, p. 223-235, 2018.

FRIGOLET, M. E.; GUTIÉRREZ-ANGUILAR, R. The role of the Novel Lipokine Palmitoleic Acid in Health and Disease. **Advances in Nutrition**, v. 8, n. 1, p. 173-181, 2017. <https://doi.org/10.3945/an.115.01130>
FROUZ, J.; FROUZOVÁ, J. (Eds.). Fisheries and Aquaculture. In: **Applied Ecology**. Springer, Cham, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-83225-4_4

GASCO, L.; GAI, F.; MARICCHIOLO, G.; GENOVESE, L.; RAGONESE, S.; BOTTARI, T.; CARUSO, G. Fishmeal Alternative Protein Sources for Aquaculture Feeds. **Feeds for the Aquaculture**, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77941-6_1

GULTEKIN, G.; SAHIN, H.; INANC, N.; UYANIK, F.; OK, E. Impact of Omega-3 and Omega-9 fatty acids enriched total parenteral nutrition on blood chemistry and inflammatory markers in septic patients. **Pakistan Journal of Medical Sciences**, v. 30, n. 2, p. 299-304, 2014.

GONÇALVES, L. U.; CORTEGANO, C. A. A.; BARONE, R. S. C.; LORENZ, E. K.; CYRINO, J. E. P. Effects of dietary linolenic acid to linoleic acid ratio on growth performance, proximate composition and fatty acid contents of pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture Research**, 2021. <https://doi.org/10.1111/are.15536>

HARRIS, W. S.; MOZAFFARIAN, D.; LEFEVRE, M.; TONES, C. D.; COLOMBO J, ... CUNNANNE SC, *et al.* Towards establishing dietary reference intakes for eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. **Journal of Nutrition**, v. 139, n. 4, p. 804-819, 2009. <https://doi.org/10.3945/jn.108.101329>

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Proximate composition of ostrich meat. **Food and Nutrition Journal**, v. 23, p. 327-334, 2012.

HALILOGLU, H. B.; BAYIR, A.; NECDET-SIRKECIOGLU, A.; MEVLUT-ARAS, N.; ATAMANALP, M. Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. **Food Chemistry**, v. 86, p. 55-60, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.08.028>



HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, M.; GALLARDO-VELÁZQUEZ, T.; OSORIO-REVILLA, G.; CASTAÑEDA-PÁREZ, E.; URIBE-HERNÁNDEZ K. Characterization of Mexican fishes according to fatty acid profile and fat nutritional indices. **International Journal of Food Properties**, v. 19, n. 6, p. 1401-1412, 2016. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1079787>

KLEIN-SZANTO, A. J. P.; BASSI, D. Keep recycling going: new approaches to reduce LDL-C. **Biochemical Pharmacology**, v. 164, p. 336-341, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2019.04.003>

KRATZ, M.; MARCOVINA, S.; NELSON, J. E.; YEH, M. M.; KOWDLEY, K. V.; CALLAHAN, H. S.; UTZSCHNEIDER, K. M. Dairy fat intake is associated with glucose tolerance, hepatic and systemic insulin sensitivity, and liver fat but not β -cell function in humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 99, n. 6, p. 1385-1396, 2014. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.075457>

LEITE, A.; RODRIGUES, S.; PEREIRA, E.; PAULOS, K.; OLIVEIRA, A. F.; LORENZO, J. M.; TEIXEIRA, A. Physicochemical properties, fatty acid profile and sensory characteristics of sheep and goat meat sausages manufactured with different pork fat levels. **Meat Science**, v. 105, p. 114-120. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.03.015>

LIMA, L. K. F.; NOLETO, S. S.; SANTOS, V. R. V.; LUIZ, D. B.; KIRSCHNI, P. G. Yield and centesimal composition of tambaqui (*Colossoma macropomum*) by different processing forms and weight categories. **Brazilian Journal of Animal Hygiene and Health**, v. 12, n. 2, p. 223-235, 2018.

LI, M. H.; MINCHEW, C. D.; OBERLE, D. F.; ROBINSON, E. H. Evaluation of glycerol from biodiesel production as a feed ingredient for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 41, n. 130-136, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2009.00320.x>

LU, J.; TAKEUCHI, T.; OGAWA, H. Flesh quality of tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina*. **Fisheries Science**, v. 69, p. 529-537, 2003. <https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2003.00653.x>

LUIZ, D. B.; OLIVEIRA, I. S.; CAVALI, J.; LUNDSTEDT, L. M.; FLORES, R. M. V.; DANTAS-FILHO, J. V. Caminhos para organização da cadeia da Aquicultura da Amazônia – Perspectivas econômicas e relevância social e ambiental: Potencialidades da bioeconomia do pescado na Amazônia. In: Paolinelli A. (Eds.). **As soluções sustentáveis que vêm dos Trópicos: Desenvolver sem desmatar por um novo pacto Global do alimento**. Brasília: Garcia Editora, 2022.

MADSEN, L.; VAAGENES, H.; BERGE, K.; DRYROY, E.; BERGE, R. K. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid affect mitochondrial and peroxisomal fatty acid oxidation in relation to substrate preference. **Lipids**, v. 34, n. 9, p. 951-963, 1999. <https://doi.org/10.1007/s11745-999-0445-x>

MAHAN, K. L.; ESCOTT-STUMP, S. K. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 14. ed. São Paulo: Roca, 2018.

MANHEZI, A. C.; MAR, M.; BACHIONI, M. M.; PEREIRA, A. L. The use of essential fatty acids in the treatments of wounds. **Brazilian Nursing Journal**, v. 6, p. 620-629, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0034-71672008000500015>

MARTINO, R. C.; CYRINO, J. E.; PORTZ, L.; TRUGO, L. C. Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. **Aquaculture**, v. 209, p. 233-246, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00847-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00847-X)

MARTINS, W. S.; OETTERER, M. Correlation between the nutritional value and the price of eight spe-



cies of fish marketed in the state of São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 4, p. 277-282, 2011. MARMENTINI, R. P.; SILVA, L. F.; GOTARDI, D. G.; OLIVEIRA, I. S.; FRANCK, K. M...DANTAS-FILHO, J. V. *et al.* Tecnologias da Informação aplicadas à Engenharia de Pesca e Aquicultura. In: Dantas-Filho JV, Gasparotto PHG, Cavali J, Schons SV, (Eds.). **Tecnologias Agropecuárias e Ambientais**. São José dos Pinhais, PR: Brazilian Journals. 2022. <https://doi.org/10.35587/brj.ed.0001701>

MATTOS, B. O.; PANTOJA-LIMA J.; OLIVEIRA, A. T. (Eds.). **Aquicultura na Amazônia: estudos técnico-científicos e difusão de tecnologias**. Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

MEANTE, R. E. X.; DÓRIA, C. R. C. Characterization of the fish production chain in state of Rondônia: development and limiting factors. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 9, n. 4, p. 164-181, 2017. <https://doi.org/10.18361/2176-8366/rara.v9n4p164-181>

MEMON, N. N.; TALPUR, F.; BHANGER, M. I.; BALOUCH, I. Changes in fatty acid composition in muscle of three farmed carp fish species (*Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala*, *Catla catla*) raised under the same conditions. **Food Chemistry**, v. 126, p.405-40, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.107>

MORAES, I. M. M.; ALBUQUERQUE, C. F. G.; KURZ, A. R. M.; OLIVEIRA, F. M. J.; ABREU, V. H. P.; ... TORRES, R. C. *et al.* Omega-9 oleic acid, the main compound of olive oil, mitigates inflammation during experimental sepsis. **Hindawi Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6053492>

NRC. National Research of Council. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. National Washington, DC: Academies Press of the NRC, 2011.

NUNES, E. S. C. L.; FRANCO, R. M.; MÁRSICO, E. T.; NOGUEIRA, E. B.; NEVES, M. S.; SILVA, F. E. R. Presence of bacteria that indicate hygienic-sanitary conditions and pathogens in Pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) dry salty sold in supermarkets and public fairs in the city of Belém, Pará. **Brazilian Journal of Veterinary Science**, v. 19, n. 2, p. 98-103, 2012. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2014.084>

OLIVEIRA, P. R.; JESUS, R. S.; BATISTA, G. M.; LESSI, E. Sensorial, physicochemical and microbiological assessment of pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) during ice storage. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, p. 67-74, 2014. <https://doi.org/10.1590/bjft.2014.010>

ORDÓÑEZ, J. A. (Eds.). **Food Technology - Food of Animal Origin**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PAL, J.; SHUKLA, B. N.; MAURYA, A. K.; VERMA, H. O.; PANDEY, G. *et al.* A review on role of fish in human nutrition with special emphasis to essential fatty acid. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 6, p. 427-30, 2018.

PASSOS, M. E. P.; ALVES, H. H. O.; MOMESSO, C. M.; FARIA, F. G.; MURATA, G.; CURY-BOAVENTURA MF, GORJÃO R. Differential effects of palmitoleic acid on human lymphocyte proliferation and function. **Lipids in Health and Disease**, 2016. <https://doi.org/10.1186/s12944-016-0385-2>

PETENUCCI, M. E.; SANTOS, V. J.; GUALDA, I. P.; LOPES, A. P.; SCHNEIDER, V. V. A.; SANTOS, O. O. *et al.* Fatty acid composition and nutritional profiles of *Brycon* spp. from central Amazonia by different methods of quantification. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 3, p. 1551-1558, 2019. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03654-4>

PONTUSCHKA, R. B.; ARAUJO, A. T.; SILVA, M. A. C.; DANTAS FILHO, J. V.; MARMENTINI, R. P.;



SCHONS, S. V.; CAVALI, J. Hygienic and sanitary characteristics of dry salted fish marketed in Porto Velho city, Rondônia – Brazil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 16, n. 3, p. 232-241, 2022. <https://doi.org/10.21708/avb.2022.16.3.10747>

RIBEIRO, M. S.; FONSECA, F. A. L.; QUEIROZ, M. N.; AFFONSO, E. G.; CONCIÇÃO, L. E. C.; GONÇALVES, L. G. Fish protein hydrolysate as an ingredient in diets for *Arapaima gigas* juveniles. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n. (ed. Especial), p. 85-92, 2017. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2017.85.92>

RODRIGUES, B. L.; MONTEIRO, M. L. G.; CANTO, A. C. V. C. S.; COSTA, M. P.; CONTE, JUNIOR, C. A. Proximate composition, fatty acids and nutritional indices of promising freshwater fish species from Serrasalminae family. **CyTA - Journal of Food**, v. 18, p. 591-598, 2020. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1804463>

RODRIGUES, B. L.; CANTOS, A. C. V. C. S.; COSTA, M. P.; SILVA, F. A.; MÁRSICO, E. T.; CONTE JUNIOR, C. A. Fatty acid profiles of five farmed Brazilian freshwater fish species from different families. **PLoS ONE**, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178898>

SALES, R. O.; MAIA, E. L. Chemical composition and classes of lipids in freshwater fish tambaqui, *Colossoma macropomum*. **Brazilian Journal of Animal Hygiene and Health**, v. 7, n. 2, p. 31-44, 2013.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, v. 77, 187-194, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00059-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00059-3)

SARTORI, A. G. O.; AMÂNCIO, R. D. Fish: nutritional importance and consumption in Brazil. **Food and Nutritional Security Journal**, v. 19, n. 1, p. 83-93, 2012. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.04416>

SINN, N. Physical fatty acid deficiency signs in children with ADHD symptoms. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, p. 109-115, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2007.08.002>

SIQUEIRA, K. B.; NUNES, R. M.; BORGES, C. A. V.; PILATI, A. F.; MARCELINO, G. W.; GAMA, M. A. S.; SILVA, P. H. F. Cost-benefit ratio of the nutrients of the food consumed in Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 3, p. 1129-1135, 2018. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020253.11972018>

SOBCZAK, A. I. S.; BLINDAUER, C. A.; STEWART, A. J. Changes in plasma free fatty acids associated with type-2 diabetes. **Nutrients**, 2022. <https://doi.org/10.3390/nu11092022>

SOKAMTE, T. A.; MBOUGUENG, P. D.; MOHAMMADOU, B. A.; TATSADJIEU, N. L.; SACHIDRA, N. M. Proximate composition and fatty acid profile of fresh and smoked fillets of *Pangasius hypophthalmus*. **Scientific African**, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00534>

SOUZA, C. O.; TEIXEIRA, A. A.; BIONDO, L. A.; SILVEIRA, L. S.; CALDER, P. C.; ROSA NETO, J. C. Palmitoleic acid reduces the inflammation in LPS-stimulated macrophages by inhibition of NFκB, independently of PPARs. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, v. 44, n. 5, p. 566-575, 2017. <https://doi.org/10.1111/1440-1681.12736>

TACON, A. G. J.; LEMOS, D.; METIAN, M. Fish for Health: Improved Nutritional Quality of Cultured Fish for Human Consumption. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, 2020. <https://doi.org/10.1080/23308249.2020.1762163>



TANAMATI, A.; STEVANATO, F. B.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Fatty acid composition in wild and cultivated pacu and pintado fish. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 111, p. 183-187, 2009. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800103>

THAMMAPAT., P.; RAVIYAN, P.; SIRIAMORNUN, S. Proximate and fatty acids composition of the muscles and viscera of Asian catfish (*Pangasius bocourti*). **Food Chemistry**, v. 122, p. 223-227, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.065>

TOCHER, D. R. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. **Reviews in Fisheries Science**, p. 107-184, 2003. <https://doi.org/10.1080/713610925>

TORRES, L. M.; ZAMBIAZI, R. C.; CHIATTONE, P. V.; FONSECA, T. P.; COSTA, C. S. Composition in fatty acid oils (*Hoplias malabaricus*) Pintadinho (unclassified and Pintadinho from the South Region of Rio Grande do Sul and Dead India in Uruguay). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1047-1048, 2012. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n3p1047>

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, v. 338, p. 8773-87785, 1991. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-m](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-m)

USYDUS, Z.; SZLINDER-RICHERT J, ADAMCZYK M, SZATKOWSKA U. Marine and farmed fish in the Polish market: comparison of the nutritional value. **Food Chemistry**, v. 126, p. 78-84, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.080>

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G. W.; CAVALLI R. O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, v. 19, 100611, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611>

VASCONI, M.; LOPEZ, A.; GALIMBERTI, C.; ROJAS, J. M. M.; REDONDO, J. M.; BELLAGAMBA, F.; MORETTI, V. M. Authentication of farmed and wild european eel (*Anguilla anguilla*) by fatty acid profile and carbon and nitrogen isotopic analyses. **Food Control**, v. 102, p. 112-121, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.03.004>

VIEIRA, E. C. S.; MÁRSICO, E. T.; CONTE-JUNIOR, C. A.; DAMIANI, C.; CANTO, A. C. V. C. S.; MONTEIRO, M. L. G.; SILVA, F. A. Effects of different frying techniques on the color, fatty acid profile, and lipid oxidation of *Arapaima gigas*. **Journal of Food Processing and Preservation**, e13820, 2018. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13820>

VIEIRA, E. O.; VENTUROSOS, O. J.; REINICKE, F.; SILVA, C. C.; PORTO, M. O.; ... CAVALLI, J., *et al.* Production, conservation and health assessment of acid silage vicera of freshwater fish as a component of animal feed. **International Journal of Agriculture and Forestry**, v. 5, p. 177-181, 2015. <https://doi.org/10.5923/j.ijaf.20150503.01>

WEBER, J.; BOCHI, V. C.; RIBEIRO, C. P.; VICTORIO, A. M.; EMANUELLI, T. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. **Food Chemistry**, v. 106, n. 1, p. 140-146, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.052>

WING-KEONG, N.; PHAIK, L.; PENG, B. Dietary lipid and palm oil source affects growth, fatty acid composition and muscle α -tocopherol concentration of African catfish, *Clarias gariepinus*. **Aquaculture**, v. 215, p. 229-243, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00067-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00067-4)

XIONG, L.; PEI, J.; WANG, X.; GUO, S.; GUO, X.; YAN, P. Lipidomics and transcriptome reveal the



effects of feeding systems on fatty acids in yak's meat. **Foods**, v. 11, n. 17, 2582, 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11172582xxx>

XIYANG, Z.; XI, N.; XIAOXIAO, H.; XIAN, S.; XINJIAN, Y. ...YUANXIONG, C. *et al.* Fatty acid composition analyses of commercially important fish species from the Pearl River Estuary, China. **PLoS ONE**, v. 15, e0228276, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228276>

WOOD, J. D.; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British Journal Nutrition**, v. 78, p. 49-60, 1997. <https://doi.org/10.1079/bjn19970134>



Possíveis aplicações dos probióticos e simbióticos na modulação da fisiopatologia da obesidade e seus desfechos: uma revisão narrativa

Luis Otávio Aguiar Cavicchia*; Martha Elisa Ferreira de Almeida**

*Autor correspondente, discente do curso de Nutrição, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Viçosa (UFV/CRP).

**Docente do curso de Nutrição, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Viçosa (UFV/CRP).

*Autor para correspondência e-mail: luis.o.cavicchia@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Microbioma
gastrointestinal
Obesidade
Probióticos
Simbióticos

KEYWORDS

Gastrointestinal
microbiome
Obesity
Probiotics
Synbiotics

Resumo: Em 2030 estima-se que 1,12 milhões de pessoas no mundo serão obesas, e tal fato irá gerar sérias preocupações de saúde global. A obesidade não se limita a questões estéticas, e está intrinsecamente ligada aos distúrbios metabólicos. Embora intervenções farmacológicas, dietéticas, de estilo de vida e educacionais tenham se mostrado eficazes na prevenção e tratamento da obesidade, há uma necessidade crescente de identificar alternativas de baixo custo e risco que possam ser adotadas sem efeitos colaterais prejudiciais. Nesse contexto, a modulação da microbiota intestinal emerge como uma área promissora, pois ela desempenha um papel crucial nos sistemas cardiovascular, imunológico, endócrino e na regulação gênica. Nos últimos anos, tem havido um aumento nas evidências sobre o desequilíbrio da microbiota intestinal e a obesidade. Assim, essa revisão tem como objetivo descrever sobre o papel dos probióticos e simbióticos para tratar e prevenir a obesidade, destacando possíveis mecanismos entre o binômio microbiota-hospedeiro e seus efeitos na saúde de pessoas com obesidade ou risco de desenvolvê-la. Realizou-se uma busca nas bases de dados Pubmed/MEDLINE, ScienceDirect e SciELO. Identificou-se os usos terapêuticos dos probióticos e simbióticos em indivíduos obesos com ou sem outras patologias, bem como as alterações da microbiota e a modulação obesogênica nos indivíduos. Conclui-se que tais intervenções são promissoras e capazes de modular de maneira local e sistêmica o metabolismo, alguns parâmetros bioquímicos e a composição corporal dos indivíduos obesos, e podem ser uma intervenção complementar alternativa de baixo custo e risco para essa patologia.

Possible applications of probiotics and symbiotics in modulating the pathophysiology of obesity and its outcomes: a narrative review

Abstract: By 2030 it is estimated that 1.12 million people in the world will be obese, and this fact will generate serious global health concerns. Obesity is not limited to aesthetic issues, and is intrinsically linked to metabolic disorders. Although pharmacological, dietary, lifestyle, and educational interventions have been shown to be effective in preventing and treating obesity, there is a growing need to identify low-cost, low-risk alternatives that can be adopted without harmful side effects. In this context, the modulation of the intestinal microbiota emerges as a promising area, as it plays a crucial role in the cardiovascular, immune, endocrine systems and gene regulation. In recent years, there has been an increase in evidence regarding gut microbiota imbalance and obesity. Thus, this review aims to describe the role of probiotics and synbiotics in treating and preventing obesity, highlighting possible mechanisms between the microbiota-host binomial and their effects on the health of people with obesity or at risk of developing it. A search was carried out in the Pubmed/MEDLINE, ScienceDirect and SciELO databases. The therapeutic uses of probiotics and synbiotics in obese individuals with or without other pathologies were identified, as well as changes in the microbiota and obesogenic modulation in individuals. It is concluded that such interventions are promising and capable of locally and systemically modulating the metabolism, some biochemical parameters and body composition of obese individuals, and can be an alternative, low-cost and low-risk complementary intervention for this pathology.

Recebido em: 10/09/2023

Aprovação final em: 10/12/2023

Introdução

Mudanças de estilo e padrões de vida da população mundial ocorreram como consequências da modernização, que em conjunto com o envelhecimento houve um crescimento na incidência de comorbidades relacionadas às alterações fisiometabólicas (JIA *et al.*, 2021). Uma análise sobre a Carga Global de Doenças de 2015 demonstrou que aproximadamente 1/3 da população mundial tem sobrepeso, e aproximadamente 10% são obesos (AFSHIN *et al.*, 2017).

Estima-se que em 2030 cerca de 1,12 milhões de pessoas serão obesas (LIU *et al.*, 2021). Tal fato é preocupante, uma vez a obesidade é um grande problema de saúde global, e não se manifesta apenas como alterações estéticas, antropométricas e morfológicas. Tal patologia está associada a distúrbios do metabolismo lipídico e glicídico, inflamação crônica, estresse oxidativo, além de ser um fator de risco para o surgimento e agravamento de várias patologias, principalmente as doenças cardiovasculares, o diabetes *mellitus* e alguns tipos de cânceres (BENDOR *et al.*, 2020).

As comorbidades são oriundas de patologias e representam estados crônicos de perturbação em múltiplos graus da homeostase, concomitante à incapacidade de seu reestabelecimento (KOVACS, 2019). Tais alterações podem causar o desenvolvimento de uma única ou múltiplas patologias/doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) como o diabetes *mellitus* tipo 2, dislipidemia e a doença renal crônica que por sua vez, causam morbimortalidade e demandam recursos públicos para a prevenção e principalmente o tratamento de estados mais graves (WANG; QIN, 2022).

As intervenções de cunho farmacológico, dietoterápico, habitual e educacional são medidas viáveis, úteis e eficazes na prevenção e tratamento de eventuais estados patológicos que comprometem de maneira multifatorial a fisiologia do hospedeiro. Todavia, vê-se a demanda pela necessidade de pesquisas sobre possíveis etiologias e campos de ação dessas condições, visando o estabelecimento de tratamentos alternativos eficazes que tenham baixo risco, custo e possam ser utilizados de maneira ampla visando a melhora do estado de saúde sem grandes desfechos negativos ou efeitos colaterais deletérios, como a modulação da microbiota intestinal do hospedeiro.

A microbiota intestinal é um ecossistema complexo, composto por aproximadamente 1000 espécies, com predominância para bactérias do filo *Firmicutes* (gram-negativas) e *Bacteroidetes* (gram-positivas). Contudo, os filos *Actinobacteria* (gram-positivas), *Proteobacteria* (gram-negativas), *Fusobacteria* (gram-negativas) e *Verrucomicrobia* (gram-negativas) também fazem parte da constituição da microbiota. Os dois primeiros filos representam 90% da composição centesimal de microrganismos hospedeiros (RINNINELLA *et al.*, 2019).

Mais de 200 espécies de microrganismos compõe o filo *Firmicutes*, das quais destaca-se as espécies *Lactobacillus* e *Bacillus* que apresentam potencial probiótico e são utilizados como suplementos (RINNINELLA *et al.*, 2019; YU *et al.*, 2019; RINGØ *et al.*, 2020).

Sugere-se que alguns gêneros e filos de microrganismos apresentam função anti-inflamatória (*Faecalibacterium*, *Eubacterium*, *Bifidobacterium*, *Roseburia*, *Lactobacillus* e *Akermansia*), pró-inflamatória (*Proteobacteria*, *Escherichia*, *Shigella* e *Collinsella*), e anti/pró-inflamatória (*Prevotella*, *Ruminococcus*, *Bacteroides* e *Blautia*). Esses gêneros na microbiota e seus efeitos são definidos mediante os padrões dietéticos do indivíduo, assim como o consumo de probióticos (ZAFAR; SAIER JR, 2021; WAGENAAR *et al.*, 2021).

Os microrganismos têm uma relação intrínseca com a modulação de diversas funções do sistema cardiovascular, imunológico e endócrino. No metabolismo de macronutrientes, esse potencial modulador se dá pela capacidade da microbiota sintetizar os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) como o acetato (C2:0), o propionato (C3:0) e o butirato (C4:0). Tais produtos são obtidos a partir da fermentação de fibras mais e menos solúveis e de compostos não digeríveis presentes na alimentação do hospedeiro (CAMPANIELLO *et al.*, 2023; LEE *et al.*, 2023).

A microbiota intestinal é um assunto amplamente estudado, de modo que a relação entre as alterações positivas ou negativas de sua composição e sua correlação com os desfechos clínicos patológicos permitiram a consolidação dos termos quanto a relação/ligação entre a microbiota intestinal e outros órgãos, sendo alguns deles: "eixo intestino-rim" (gut-kidney axis), "eixo intestino-pâncreas" (gut-pancreas axis) e "eixo intestino-adipócito/tecido adiposo" (gut-adipocyte axis)



(CHEN *et al.*, 2019; LUNDGREN; THAISS, 2020; SVEGLIATI-BARONI *et al.*, 2020; STAVROPOULOU *et al.*, 2021; BARTOCHOWSKI *et al.*, 2022; ZHANG *et al.*, 2022; GUO *et al.*, 2023).

Estudos relacionam as alterações na composição de filos e espécies e sua capacidade de modulação da fisiologia do hospedeiro como um possível fator de risco para o desenvolvimento de obesidade, do diabetes *mellitus* tipo 2, dislipidemia, doença renal crônica entre outras patologias e condições de saúde (LI *et al.*, 2019; JIA *et al.*, 2021; CAMPANIELLO *et al.*, 2023).

A microbiota é capaz de sintetizar compostos benéficos e fisiologicamente ativos, como ácidos graxos de cadeia curta, vitaminas, compostos anti-inflamatórios, analgésicos e antioxidante. Contudo, também pode sintetizar compostos prejudiciais como neurotoxinas, imunotoxinas e compostos cancerígenos, que podem gerar ou agravar as comorbidades já existentes. A microbiota modula tanto positivamente quanto negativamente o metabolismo e a fisiologia do hospedeiro, tendo um papel crucial na regulação e equilíbrio energético. Assim, alterações na microbiota intestinal induzidas por escolhas alimentares e hábitos não desejáveis pode causar distúrbios metabólicos, alterações fisiológicas e prejudicar a correta sinalização da fome/saciedade que levam a obesidade.

Evidências apontam que a relação de causalidade entre o desequilíbrio da microbiota intestinal e o surgimento da obesidade cresceu (GOMES; HOFFMANN; MOTA, 2018; JIM *et al.*, 2021). Assim, pode-se estabelecer um paralelo entre a modulação positiva da microbiota e a diminuição no surgimento e/ou melhora da saúde de indivíduos com quadros já existentes de obesidade.

Tem-se como estratégias promissoras para a modulação da microbiota o uso de probióticos e simbióticos (KHALESÍ *et al.*, 2019; ZHANG *et al.*, 2023). O termo probiótico é atribuído a manipulações ou alimentos contendo microrganismos, que administrados em quantidades adequadas são capazes de conferir benefícios ao hospedeiro e modular sua composição microbiológica (DAVANI-DAVARI; NEGAHDARIPOUR; GHASEMI, 2019).

Os gêneros mais conhecidos pelos efeitos probióticos são: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Oenococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium* e *Leuconostoc* (DAVANI-DAVARI; NEGAHDARIPOUR; GHASEMI, 2019; KRUK *et al.*, 2019; VARGAS; FABRICIO; AYUB, 2021), *Lactobacillus cereus*, *Propionibacterium* e leveduras do gênero *Saccharomyces* (BATISTA *et al.*, 2022).

Os simbióticos são manipulações ou alimentos que apresentam compostos prebióticos (moduladores do crescimento e desenvolvimento de microrganismos) e probióticos (microrganismos ativos capazes de serem incorporados pela microbiota), proporcionando não só o efeito trófico para a microbiota existente, mas também a modulação da mesma via introdução de novas ou maiores quantidades de cepas específicas (SWANSON *et al.*, 2020; PRAMANIK *et al.*, 2023).

Abrindo precedentes para a reflexão sobre a viabilidade, aplicabilidade e validação do uso de recursos probióticos e simbióticos, este artigo tem como objetivo descrever sobre o papel dos probióticos e simbióticos para tratar e prevenir a obesidade, destacando possíveis mecanismos entre o binômio microbiota-hospedeiro e seus efeitos na saúde de pessoas com obesidade ou risco de desenvolvê-la.

Metodologia

Pesquisa nas bases de dados

Realizou-se uma busca nas bases de dados *Pubmed/MEDLINE*, *ScienceDirect* e *SciELO* utilizando os termos de busca, isolados ou combinados, em português, inglês e espanhol: "probióticos", "simbióticos", "obesidade", "microbiota", "ácidos graxos de cadeia curta", e "fisiopatologia".

Critérios de elegibilidade

Como critérios de inclusão tem-se:

- 1- tipo do estudo com as pesquisa originais, estudos clínicos randomizados, ensaios clínicos controlados, revisões sistemáticas, narrativas e meta-análises;
- 2 - título e resumo. Trabalhos que tinham no mínimo dois termos utilizados nas buscas nas bases de dados em seus título e/ou resumo;
- 3 - temática central do trabalho, sendo analisados estudos que abordavam no mínimo uma das



quatro: obesidade o uso de probióticos e/ou simbióticos na modulação da fisiopatologia da obesidade e seus desfechos; alterações no microbioma de obesos; fisiopatologia e alterações em decorrência da obesidade; e mecanismos modificados pela obesidade.

4-idioma. Somente trabalhos em escritos em inglês, português e espanhol foram considerados aptos para o estudo.

Como critérios de exclusão tem-se:

- 1 - tipo do estudo como os relatos de casos individuais, editoriais e opiniões, resumos de conferências ou resumos que não contenham dados suficientes para análise;
- 2 - temática central. Trabalhos que não abordavam no mínimo uma das quatro foram excluídos;
- 3 - idioma. Trabalhos escritos em idiomas fora do critério de inclusão não foram utilizados.

Seleção e análise dos dados

Foram selecionados 91 artigos publicados nos últimos cinco anos, de janeiro de 2018 até setembro de 2023. Os 91 artigos selecionados foram analisados em relação as suas discussões, resultados, conclusões, metodologias e evidências apresentadas. Os dados considerados relevantes e pertinentes foram sintetizados e discutidos nesta revisão narrativa.

Resultados e discussão

Microbiota e obesidade

A microbiota intestinal tem uma ação regulatória no controle de peso, homeostase energética, e grau inflamatório. Os filos *Firmicutes* e *Bacteroidetes* são os predominantes na microbiota, e dentro deles existem espécies que proporcionam benefícios sistêmicos ao hospedeiro, como os *Lactobacillus*. Esses gêneros, assim como o *Actinobacteria* desempenham um papel importante na atividade metabólica intestinal e na capacidade de extração de calorías oriundas dos nutrientes dietéticos (KHAN *et al.*, 2016; KOLIADA *et al.*, 2017; CAMPANIELLO *et al.*, 2023).

Campaniello *et al.* (2023) compararam a microbiota entre 26 crianças acima do peso ou obesas e 27 crianças magras e verificaram que o grupo obeso tinha uma colonização maior por *Firmicutes* (gram-negativos) quando comparado ao de *Bacteroidetes* (gram-positivos). Acredita-se que a relação entre *Firmicutes* e *Bacteroidetes* tem uma relação direta com a ingestão calórica (JUMPERTZ *et al.*, 2011) e o peso dos indivíduos (LAU *et al.*, 2016), sendo que essa proporção altera de acordo com o percentual de perda de peso em indivíduos obesos (KHAN *et al.*, 2016).

Jumpertz *et al.* (2011) avaliaram o dinamismo desses filos em 21 homens adultos (9 obesos com IMC >30 kg/m² e 12 magros com IMC entre 18.5 e 25) com duas diferentes ingestões calóricas (2400 e 3400kcal/dia). Identificou-se que as alterações nos filos estavam relacionadas com a perda de peso como consequência de uma menor ingestão calórica e não necessariamente como resultado da redução do peso.

Estudos *in vivo* com modelos animais avaliaram a associação entre ratos com uma dieta hiper-calórica e hiperlipídica promotora de obesidade com a diminuição na população de *Bacteroidetes* e aumento do filo *Firmicutes*. Furet *et al.* (2010) postularam que o aumento na população de *Firmicutes* pode resultar em um aumento proporcional na capacidade da microbiota de fermentar carboidratos não digeríveis, causando uma maior extração de calorías, e consequentemente uma maior ingestão calórica total.

Análises metabogenômicas confirmaram que a microbiota em obesos é mais eficaz na extração de energia de compostos resistentes à digestão quando comparada com a microbiota de magros (KOLIADA *et al.*, 2017). A associação entre o IMC e a proporção *Bacteroidetes*, *Firmicutes* e *Actinobacteria* foi discutida por Koliada *et al.* (2017), que identificaram que a abundância de *Actinobacteria* foi similar entre o grupo de obesos e magros. O filo *Firmicutes* teve um aumento gradativo enquanto a população de *Bacteroidetes* diminuiu à medida que o IMC aumentou. Assim, a relação *Firmicutes*/



Bacteroides aumentou significativamente com o aumento do IMC entre os grupos.

Apesar da relação entre o IMC e a população de *Firmicutes* e *Bacteroides* ser observada, seus possíveis mecanismos na obesidade ainda não são bem elucidados, assim como os desfechos clínicos relacionados com a obesidade (MAGNE *et al.*, 2020; VINHA *et al.*, 2023).

A microbiota intestinal é capaz de influenciar um importante fator do metabolismo lipídico do hospedeiro derivado do intestino, o fator adiposo induzido pelo jejum (Fiaf), um inibidor plasmático da lipase lipoproteica cuja expressão gênica é normalmente suprimida seletivamente no epitélio intestinal apenas por microrganismos. Os camundongos sem microbiota (*Germ-free*) aumentaram a expressão intestinal de Fiaf, enquanto a colonização pela microbiota de um camundongo normal diminui a expressão e, em conjunto com uma dieta rica em lipídios (dieta ocidental) levou a maiores depósitos de triglicerídeos no tecido adiposo (ABENAVOLI *et al.*, 2019).

A microbiota pode modular o metabolismo, tornando-o mais adipogênico por meio da redução da atividade enzimática da proteína quinase ativada por AMP (AMPK), com a subsequente redução da fosforilação da acetil coa-carboxilase, que aumenta a síntese de malonil-coa, e inibe a enzima carnitina palmitoil transferase I, e resulta na diminuição da oxidação de ácidos graxos e aumento na sua síntese (BÄCKHED *et al.*, 2007; ABENAVOLI *et al.*, 2019).

A relação entre a ausência ou a presença de microbiota e desfechos na composição corporal foi avaliada por Clarke *et al.* (2012), que compararam o percentual de gordura total, gordura epididimal e a taxa metabólica entre três grupos de ratos. Os animais do grupo 1 – com microbiota convencional (CONV-R) tinham 42% mais gordura total, 47% mais gordura epididimal e 29% menos consumo de ração quando comparados ao grupo 3 – dos ratos sem microbiota (GF), já o grupo 2 – ratos inicialmente sem microbiota, mas posteriormente colonizados pela microbiota do grupo 1 (CONV-D) tinha 57% mais gordura e 61% mais gordura epididimal, além disso, o consumo de ração do grupo 1 foi 27% menor que esse grupo quando comparado com o consumo do grupo 3 – dos ratos sem microbiota (GF). O gasto calórico (VO₂) do grupo 3 (GF) foi 27% inferior aos demais, sendo assim, a hipótese relacionando um maior gasto calórico e sua correlação com o não ganho de peso do grupo foi descartada pelos pesquisadores. Sequências de 16S rRNA indicaram que, assim como em humanos, as bactérias dos filos *Bacteroidetes* e *Firmicutes* foram as predominantes nos grupos CONV-R e CONV-D. Após a colonização do grupo *Germ-free* (GF), houve um aumento 2.3x no conteúdo de triglicerídeos hepáticos e RNAm codificadores de duas enzimas: 1- acetil-coa carboxilase e 2- ácido graxo sintase que são importantes para a ativação da via lipogênica e utilização de carboidratos como substrato para a síntese de ácidos graxos. Houve a inibição do fator adiposo induzido por jejum (Fiaf) no epitélio intestinal, que resultou no aumento da lipase lipoproteica e da proteína ligadora responsiva ao carboidrato (ChREBP). Esta última enzima regula e ativa as vias das pentoses fosfato e lipogênica hepática (CLARKE *et al.*, 2012; LIZUKA *et al.*, 2020; EROGLU *et al.*, 2023).

O aumento de tecido adiposo em ratos com a microbiota alterada pode ser resultado do aumento de capacidade absorviva dietética em conjunto com a maior síntese de RNAm e expressão dessas enzimas, somados ao fato que a presença de microbiota aumenta a digestão e absorção intestinal de monossacarídeos (ABENAVOLI *et al.*, 2019), juntamente com o fato que o metabolismo hepático contém duas formas de resposta ao aumento de aporte de nutrientes como o aumento da ineficácia metabólica por meio de ciclos fúteis e síntese de lipídios e exportação para os tecidos periféricos. Tal fato sugere uma relação da microbiota como um possível fator estimulante da lipogênese, pois a microbiota tem um papel importante na absorção de nutrientes e metabolismo glicídico, assim como no armazenamento dos mesmos no tecido adiposo em forma de triglicérides (SCHOELER, CAESAR, 2019; IIZUKA *et al.*, 2020; WANG *et al.*, 2021; WU *et al.*, 2022).

A microbiota é capaz de proporcionar em obesos a endotoxemia induzida por metabólitos glicolipídicos (lipopolissacarídeos - LPS) presentes nas membranas celulares de bactérias gram-negativas da microbiota (VINHA *et al.*, 2023). Em cenários de maior permeabilidade intestinal, como a obesidade, os LPS são passíveis de translocação do lúmen intestinal para o plasma sanguíneo, desencadeando respostas imunológicas e inflamatórias através da sua ligação com o receptor tipo 4 (TLR4), que resulta na ativação do fator de transcrição nuclear kappa β (NF-κβ), proteína de



ligação X-box 1 (XBPI) e produção de quimiocinas e citocinas pro-inflamatórias (Interleucina 1- IL-1, interleucina 6- IL-6, e fator de necrose alfa (TNF-α) (ROGERO; CALTER, 2018; BAHADUR *et al.*, 2019; ECTON *et al.*, 2023; VINHA *et al.*, 2023) proporcionando o aumento no estado inflamatório sistêmico desses indivíduos e posteriores perdas de função intestinal marcada pela maior permeabilidade da mesma.

O aumento nos níveis séricos de LPS, e consequentemente de NF-κβ, XBPI e TNF-α são capazes de inibir a expressão do receptor de ácidos graxos livre 2 FFA2/GPR43. Tal modulação resulta em desfechos metabólicos negativos, uma vez que os agonistas desse receptor são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) sintetizados pela microbiota, que exercem benefícios sistêmicos quando ligados no sítio ativo (ANG; DING, 2016). Assim, a melhora da microbiota intestinal (marcada pela diminuição de bactérias gram-negativas), bem como a permeabilidade e integridade intestinal e consequentes diminuições nos níveis de LPS podem ser alvos promissores (SZULIŃSKA *et al.*, 2018a; SZULIŃSKA *et al.*, 2018b) para modular os efeitos negativos causados pela obesidade. Acredita-se que a modulação da microbiota pode um alvo para a manutenção e perda de peso a longo prazo, uma vez que, dietas que contém probióticos são moduladoras das espécies e quantidades da microbiota e promovem melhoras na integridade intestinal (RIVERA-PIZA *et al.*, 2020; LIU *et al.*, 2022; TÖRÖS *et al.*, 2023).

Em ratos, o uso de prebióticos aumentaram a perda fecal de energia, e promoveram uma diminuição do peso mesmo sem a realização de um déficit calórico. Houve uma resposta enteroendócrina pelo eixo microbiota-pâncreas-adipócito, que resultou no aumento pós-prandial do peptídeo similar ao glucagon 1 (GLP-1) e seu gene precursor (PARNELL; REIMER, 2012), que podem auxiliar na sinalização de saciedade (CORBIN *et al.*, 2023).

O uso de probióticos e simbióticos podem promover alterações antropométricas, bioquímicas, estruturais e imunológicas favoráveis aos indivíduos que os consomem, pelo estabelecimento de uma microbiota transitória que pode influenciar significativamente na expressão gênica e no metabolismo, configurando benefícios locais e sistêmicos ao hospedeiro (KHALESÍ *et al.*, 2019; WIEËRS *et al.*, 2020; WANG *et al.*, 2022; ZHANG *et al.*, 2023).

Uso de probióticos e simbióticos na obesidade: estudos clínicos e seus desfechos

Crovesy, El-bacha e Rosado (2021) conduziram um ensaio clínico duplo-cego, randomizado, controlado e paralelo com mulheres obesas por 8 semanas submetidas às intervenções com probiótico (1x 10⁹ UFC *Bifidobacterium lactis* UBBLa-70 + 5g de maltodextrina) e simbiótico (1x 10⁹ UFC *Bifidobacterium lactis* UBBLa-70 + 5g de frutooligossacarídeos, FOS) em conjunto com uma dieta de déficit calórico. A dieta de déficit calórico em conjunto com a administração de probióticos foi capaz de diminuir metabólitos associados com o perfil lipídico [com destaque para o LDL, VLDL, Lipídios (CH₂)n e HC=CH], já o grupo com a intervenção com o simbiótico teve uma maior alteração [LDL, Lipídios (CH₂)n, HC=CH e glicemia] em conjunto com alterações no peso total e peso em gordura. O grupo também destacou que a dieta de déficit calórico mudou o perfil metabólico das mulheres obesas.

Sergeev *et al.* (2020) realizaram um estudo randomizado controlado por placebo avaliando o uso de um simbiótico (15 × 10⁹ CFU das cepas: *Lactobacillus acidophilus* DDS-1, *Bifidobacterium lactis* UABla-12, *Bifidobacterium longum* UABI-14 e *Bifidobacterium bifidum* UABb-10 em conjunto com 2,75g de trans-galactooligossacarídeo, GOS) em indivíduos obesos em conjunto com uma dieta de déficit calórico por 13 semanas. Somente a suplementação simbiótica de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium* alterou a composição da microbiota dos indivíduos, sem alterações significativas nos parâmetros antropométricos. Todavia, a alteração na microbiota tem o potencial de promover alterações microbiológicas induzidas por uma dieta alta em proteína e propiciar benefícios ao hospedeiro.

Krumbeck *et al.* (2018) conduziram um estudo randomizado, duplo-cego, controlado por placebo com indivíduos com o IMC de 30-40kg/m² por 3 semanas, com a intervenção feita com o probiótico (1 × 10⁹ UFC de *Bifidobacterium adolescentis* iVS-1® e *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* BB-12) e



simbiótico (5g de galactooligosacarídeo, GOS + 1×10^9 *Bifidobacterium adolescentis* iVS-1® e *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* BB-12). Ambas as cepas probióticas isoladas e o prebiótico (GOS) melhoraram os marcadores de permeabilidade intestinal, todavia não foram observadas diminuições em marcadores de endotoxemia.

Kanazawa *et al.* (2021) realizaram um estudo randomizado controlado em indivíduos obesos com diabetes mellitus tipo 2 por 24 semanas, para investigar se o uso do simbiótico (3×10^8 *Lactobacillus paracasei* YIT 9029 cepa Shirota: LcS + 3×10^8 *Bifidobacterium breve* YIT 12272 (BbrY) + 7,5g de galactooligosacarídeo, GOS) nos níveis de interleucina 6 (IL-6), microbiota intestinal nas fezes e no sangue, ácidos orgânicos fecais, proteína C reativa de alta sensibilidade (PCR), proteína de ligação a lipopolissacarídeos (LPS) e glicemia. A intervenção foi incapaz de alterar os marcadores inflamatórios, mas melhorou parcialmente a composição da microbiota, aumentando a contagem de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, e as concentrações de ácidos orgânicos acético e butírico fecais dos pacientes.

Hibberd *et al.* (2018) realizaram um estudo clínico duplo-cego, randomizado, paralelo e controlado por placebo, visando investigar o efeito de intervenções realizadas com probiótico, prebiótico ou simbiótico por 26 semanas na massa gorda corporal e marcadores relacionados à obesidade em indivíduos obesos. Os indivíduos foram divididos em 4 grupos: (1) – placebo (12 g/dia de celulose microcristalina); (2) – intervenção prebiótica (12 g/dia de polidextrose refinada Litesse® Ultra™ (LU)); (3) – intervenção probiótica (1×10^{10} UFC/dia de *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* 420™ (B420) em 12g de celulose microcristalina); e (4) – intervenção simbiótica (polidextrose refinada Litesse® Ultra™ + 1×10^{10} UFC/dia de *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* 420 em 12g de celulose microcristalina). O grupo (3) de intervenção probiótica gerou um aumento na população dos gêneros: *Lactobacillus* e *Akkermansia* na microbiota do hospedeiro; O grupo (4) de intervenção simbiótica gerou um aumento aumentou na população dos gêneros *Akkermansia*, *Christensenellaceae* e *Methanobrevibacter*, enquanto reduziu a quantidade do gênero *Paraprevotella*. O gênero *Christensenellaceae* aumentou consistentemente nos grupos (2) de intervenção prebiótica e (4) de intervenção simbiótica. Durante os 6 meses de intervenção houve alterações no grupo (4) na relação cintura-quadril, ingestão energética (comparada com a inicial do estudo), massa de gordura corporal e área de cintura acompanhada da redução dos ácidos biliares plasmáticos. Ao fim, o consumo de *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* 420™ (B420) em conjunto com polidextrose refinada Litesse® Ultra™ (intervenção simbiótica) resultou em alterações da microbiota intestinal e metabolismo do grupo, além de potencialmente melhorar a função da barreira intestinal e dos marcadores relacionados com a obesidade.

Othman *et al.* (2023) realizaram um estudo clínico em pacientes obesos por 4 semanas para averiguar o efeito de duas intervenções, (1) intervenção prebiótica (2 feijões/dia); e (2) intervenção probiótica (10×10^9 UFC totais de *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactococcus lactis* e *Streptococcus thermophilus*) na perda de peso, perfil psicológico e parâmetro metabólicos comparados com um grupo controle de intervenção com déficit calórico. O grupo (1) de intervenção prebiótica e (2) de intervenção probiótica foram capazes de: aumentar a força muscular; melhora dos parâmetros metabólicos relacionados com o metabolismo glicídico, sendo a diminuição da insulinemia e HOMA-IR para o grupo (1) e glicemia em jejum para o grupo (2); diminuição da ingestão calórica total; redução do ácido úrico no grupo (2), assim a prescrição de pré e probióticos e mudanças de hábitos são interessantes no manejo da obesidade, especialmente quando associada à sarcopenia e seus parâmetros metabólicos e psiquiátricos.

Rahayu *et al.* (2021) realizaram um estudo randomizado, controlado por placebo e duplo-cego por 90 dias, verificando os efeitos da intervenção probiótica com 2×10^9 UFC/dia de *Lactobacillus plantarum* Dad-13 em adultos obesos por 90 dias nos parâmetros: altura, peso, perfil lipídico (colesterol total, triglicerídeos, HDL, LDL e a proporção LDL/HDL), ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico e butírico) e pH fecal. A intervenção probiótica resultou em diminuições peso e IMC, assim como alterações na microbiota marcadas pelo aumento do gênero *Bacteroidetes* e diminuição do *Firmicutes*, entretanto nenhuma outra alteração significativa foi notada nos parâmetros avaliados.

Kim *et al.* (2018) conduziram um ensaio randomizado, duplo-cego e controlado por placebo, por 12



semanas, com indivíduos com o IMC entre 25-35 kg/m², de 20-75 anos, avaliando os efeitos da intervenção probiótica de *Lactobacillus gasseri* BNR17 com dosagens variadas (baixa dosagem= 1×10^9 a alta dosagem= 1×10^{10} UFC/dia) por 12 semanas nos parâmetros: peso, IMC, circunferências da cintura e quadril, composição corporal, relação cintura-quadril, áreas de tecido adiposo abdominal, massa gorda corporal, tecido adiposo visceral, massa corporal magra e parâmetros bioquímicos (glicemia e insulina em jejum, colesterol total, HDL, LDL, triglicerídeos, hemoglobina glicada, leptina, TNF- α , proteína C reativa, adiponectina, proteína quimioatraente de monócitos-1 e HOMA-IR). O tecido adiposo visceral diminuiu significativamente no grupo de intervenção com alta dosagem (1×10^{10} UFC/dia) de *Lactobacillus gasseri* BNR17, a circunferência da cintura diminuiu significativamente em ambos os protocolos de dosagem, sendo maior para o grupo de maior dose e não diminuiu no grupo placebo. Os parâmetros bioquímicos não foram significativamente diferentes entre os grupos.

Lim *et al.* (2020) conduziram um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, controlado por placebo por 12 semanas, envolvendo adultos obesos verificando os efeitos da suplementação de 5×10^9 UFC/dia de *Lactobacillus sakei* CJLS03 por 12 semanas nos parâmetros antropométricos: IMC, peso, circunferência da cintura e massa muscular e metabólicos como a pressão arterial sistólica e diastólica, glicemia em jejum, hemoglobina glicada, insulina em jejum, HOMA-IR, glucagon, ácido úrico, proteína plasmática, albumina, bilirrubina total, colesterol total, triglicerídeos, HDL-C, LDL-C, Apolipoproteína A1 e B1, ácidos graxos livres, TGO, TGO, fosfatase alcalina, creatinina, cálcio, fósforo e nível de ureia nitrogenada no sangue. A intervenção probiótica gerou uma pequena diminuição de 0,2kg de massa gorda, quando comparada ao placebo que ganhou 0,6kg e diminuição da circunferência de cintura em 0,8cm, mas não houve mudanças significativas nos outros parâmetros avaliados.

Hadi *et al.* (2019) realizaram um estudo randomizado, duplo-cego, controlado por placebo, por 8 semanas, avaliando o efeito da intervenção simbiótica por 8 semanas contendo: 2×10^9 UFC de *Lactobacillus casei* e *Bifidobacterium bifidum* + 0,8g de inulina, avaliando alterações nos parâmetros antropométricos: altura, peso, IMC e circunferência de cintura e metabólicos: nível de colesterol total, triglicerídeos, colesterol de lipoproteína de baixa densidade (LDL-C), colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL-C), glicemia, insulina, peso corporal, índice de massa corporal, circunferência da cintura, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, estresse, ansiedade e depressão. A intervenção diminuiu de forma significativa o peso corporal, os triglicerídeos, LDL-C, estresse, ansiedade e depressão, contudo os outros parâmetros não sofreram alterações.

Revisões sistemáticas realizadas por Sáez-lara *et al.* (2016); Abenavoli *et al.* (2019); López-morero *et al.* (2020); Álvarez-arrano e Martín-peláez (2021) avaliaram estudos clínicos realizados com indivíduos obesos e/ou com sobrepeso, com ou sem patologias/condições de saúde agregadas de ambos os sexos e idades e evidenciaram que as intervenções probióticas (mono ou multiespécies, vivos ou mortos por calor/liofilizados) e protocolos (UFC, tempo e posologia) tiveram desfechos positivos na modulação de parâmetros metabólicos, fisiomorfológicos e/ou metabólicos conforme resumido no Quadro 1.



Quadro 1 - Sumarização das populações, desfechos e protocolos com probióticos.

População	(N)	Desfecho	Probiótico(s)	Protocolo
Crianças obesas com EHNA	44	↓IMC ↓TAG e ALT ↓GLP-1	Mix VSL#3: <i>Streptococcus thermophilus</i> DSM24731, <i>Bifidobacterium breve</i> DSM24732, <i>Bifidobacterium longum</i> DSM24736, <i>Bifidobacterium infantis</i> DSM24737, <i>Lactobacillus acidophilus</i> DSM24735, <i>Lactobacillus plantarum</i> DSM24730, <i>Lactobacillus paracasei</i> DSM24733 e <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i> DSM24734.	9×10 ¹⁴ UFC/dia, 16 semanas.
	64	↓IMC e ALTURA. ↓CC ↓ALT e AST ↓Colesterol, LDL e TAG	<i>Lactobacillus acidophilus</i> ATCC B3208, <i>Lactobacillus rhamnosus</i> DSMZ21690, <i>Bifidobacterium lactis</i> DSMZ 32,296, <i>Bifidobacterium bifidum</i> ATCC SD6576	3×10 ⁹ UFC, 6×10 ⁹ UFC, 2×10 ⁹ UFC, 2×10 ⁹ UFC/dia, 12 semanas.
Adultos com sobrepeso	87	↓IMC e PESO	<i>Lactobacillus gasseri</i> SBT2055	1×10 ¹¹ UFC/dia, 12 semanas.
	156	↓INS e ↑m HOMA-IR	<i>Lactobacillus acidophilus</i> La5, <i>Bifidobacterium lactis</i> Bb12	3×10 ⁹ UFC/dia, 6 semanas.
Adultos obesos saudáveis	60	↓LIP, GLI, INS e ↑m HOMA-IR	<i>Bifidobacterium subtilis</i> R0179, <i>Lactobacillus plantarum</i> HA119, <i>Bifidobacterium lactis</i> B94	2,5×10 ⁹ , 5×10 ⁹ e 5×10 ⁹ UFC/dia, 6 semanas.
Adultos com sobrepeso saudáveis ou obesos	25	↓PESO, IMC, CC, %GC, LIP, GLICEMIA, HbA1C, INS e PCR	<i>Bifidobacterium lactis</i> 420	1×10 ¹⁰ UFC/dia, 24 semanas.
Indivíduos obesos ou com sobrepeso	25	↓PESO, IMC, CC, IL-6 e PCR		1×10 ¹⁰ UFC/dia, 24 semanas.
	40	↓LIP, GLI, HbA1C e PCR	<i>Bifidobacterium breve</i> B3	1×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
Adultos pré-obesos saudáveis	80	↓GT	<i>Bifidobacterium breve</i> B3	1×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	40	↓GT		1×10 ¹⁰ UFC/dia, 24 semanas.
Adultos com sobrepeso saudáveis	21	↓IMC, CC, %GC, LIP, GLI, HbA1C, INS, LEP e ADI ↑m HOMA-IR,	<i>Pediococcus pentosaceus</i> LP28	1×10 ¹¹ UFC/dia, 24 semanas.
	125	↓PESO das mulheres ↔ PESO dos homens ↓LEP das mulheres. ↔ Colesterol	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> CGMCC1.3724	2,7×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas. + 5,4×10 ¹⁰ UFC/dia, 24 semanas.



Quadro 1 - Sumarização das populações, desfechos e protocolos com probióticos (cont.).

Adultos obesos	62	↓IMC e CC	<i>Pediococcus pentosaceus</i> LP28	1×10 ¹¹ UFC/dia, 12 semanas.
	60	↓TA e CC com a intervenção de maior dosagem	<i>Lactobacillus gasseri</i> BNR17	Menor dose: 1×10 ⁹ UFC/dia, 12 semanas. Maior dose: 1×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	126	↓IMC e CC	<i>Bifidobacterium lactis</i> CECT 8145 viva ou sua forma liofilizada	1×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	120	↓ALTURA, CC e TA	<i>Lactobacillus curvatus</i> HY7601 e <i>Lactobacillus plantarum</i> KY1032	5×10 ⁹ UFC/dia de cada cepa, 12 semanas.
	40	↓IMC e PA	<i>Lactobacillus plantarum</i> KY1032	1,5×10 ¹¹ UFC/dia, 3 semanas.
	60	↓IMC, PESO e CC	<i>Lactobacillus curvatus</i> HY7601, <i>Lactobacillus plantarum</i> KY1032	2,5×10 ⁹ UFC/dia, 12 semanas.
	210	↓GVA ↓IMC	<i>Lactobacillus gasseri</i> SBT2055	1,6×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	225	↔GT ↓CC	<i>Bifidobacterium animalis ssp. lactis</i> 420	1×10 ¹⁰ UFC/dia, 26 semanas.
	21	LP28 liofilizada: ↓CC, IMC, %GC e GT	<i>Pediococcus pentosaceus</i> LP28 (vivo ou sua forma liofilizada)	1×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	110	↓CC, IMC e RCQ	Lab4P: <i>Lactobacillus acidophilus</i> CUL60 (NCIMB 30157), <i>Lactobacillus acidophilus</i> CUL21 (NCIMB 30156), <i>Lactobacillus plantarum</i> CUL66 (NCIMB 30280), <i>Bifidobacterium bifidum</i> CUL20 (NCIMB 30153), <i>Bifidobacterium animalis ssp. Lactis</i> CUL34 (NCIMB 30172)	5×10 ¹⁰ UFC/dia, 24 semanas.
35	↓CC, IMC e RCQ		5×10 ¹⁰ UFC/dia, 36 semanas.	
Crianças obesas insulino-resistentes	48	↑PL ↓IMC e MI	<i>Bifidobacterium pseudocatenulatum</i> CECT 7765	1×10 ⁹⁻¹⁰ UFC/dia, 13 semanas.
Indivíduos com sobrepeso	120	↓IMC ↓GT ↓LDL	<i>Lactobacillus curvatus</i> HY7601, <i>Lactobacillus plantarum</i> KY103	1×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	39	↓PESO, IMC, %GC e AA	<i>Lactobacillus curvatus</i> HY7601, <i>Lactobacillus plantarum</i> KY1032	
	137	↓AGV	<i>Bifidobacterium lactis</i> GCL2505	8×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	75	↔IMC, %GC e LEP	<i>Lactobacillus acidophilus</i> La5, <i>Bifidobacterium lactis</i> Bb12, <i>Lactobacillus casei</i> DNOO1	1×10 ⁸ UFC/dia, 8 semanas.
	87	↓IMC e AVA ↑ADI		1×10 ⁸ UFC/dia, 12 semanas.
Indivíduos com elevada área visceral abdominal	210	-IMC, AVA e CA	<i>Lactobacillus gasseri</i> SBT2055	1,5×10 ¹¹ UFC/dia, 12 semanas.



Quadro 1 - Sumarização das populações, desfechos e protocolos com probióticos (cont.).

Indivíduos obesos	120	↓IMC ↓GT ↓LDL	<i>Lactobacillus curvatus</i> HY7601, <i>Lactobacillus plantarum</i> KY1032	1×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	98	↓LDL	<i>Lactobacillus casei cepa Shirota</i>	1×10 ¹¹ UFC/dia, 8 semanas.
	55	↓GT	<i>Bifidobacterium breve</i> B-3	5×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	62	↓IMC ↓CQ	<i>Lactobacillus gasseri</i> BNR17	6×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	40	↓IMC	<i>Lactobacillus reuteri</i> JBD301	1×10 ⁹ UFC/dia, 12 semanas.
	89	↓LDL	<i>Lactobacillus acidophilus</i> La5, <i>Bifidobacterium lactis</i> Bb12	4×10 ⁹ UFC/dia, 12 semanas.
	14	↓PESO, IMC, CC, LIP, GLI e PA	<i>Bifidobacterium adolescentis</i> IVS1, <i>Bifidobacterium lactis</i> Bb12	1×10 ⁹ UFC/dia, 3 semanas.
Adultos obesos (20-70 anos)	21	↓IMC e CC	<i>Pediococcus pentosaceus</i> LP28 Liofilizada	1×10 ¹¹ UFC/dia, 12 semanas.
Adultos com obesidade abdominal	86 (42 int. I e 44 do int. II)	↓IMC, CC e RCQ	<i>Bifidobacterium lactis</i> CECT 8145 (int. I) ou sua forma liofilizada (int. II)	1×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
Adultos com síndrome metabólica	51	↓IMC ↓Colesterol, LDL e TAG	<i>Bifidobacterium lactis</i> HNO19	2,7×10 ¹⁰ UFC/dia, 6 semanas.
	60	↓IMC	<i>Lactobacillus casei</i> Shirota	2×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	28	↔IMC e GLI		1,95×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
	28	↔IMC, CC e TAG		
	28	↔IMC, CC, TAG e GLI		
24	↓Colesterol ↓GLI ↔INS ↔HDL e LDL	<i>Lactobacillus plantarum</i> Lp 115	1×10 ⁹ UFC/dia, 12 semanas.	
Obesos com síndrome metabólica	40	↓IMC ↓Colesterol ↓LDL e TAG	<i>Lactobacillus plantarum</i> TENSIA	7,5×10 ¹² UFC/dia, 3 semanas.
Adolescentes obesos com síndrome metabólica	100	↔MA ↔Colesterol, LDL e HLD	<i>Lactobacillus salivarius</i> Ls33	1×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
Mulheres obesas	43	↓AGPP ↔IMC e altura ↓CC	<i>Lactobacillus acidophilus</i> LA-14, <i>Lactobacillus casei</i> LC-11, <i>Lactococcus lactis</i> LL-23, <i>Bifidobacterium bifidum</i> BB-06, <i>Bifidobacterium lactis</i> BL-4	2×10 ¹⁰ UFC/dia, 8 semanas.
	18	↓LIP, GLI, INS, LPS, IL-6, TNF-α, PCR ↑m HOMA-IR	<i>Lactobacillus paracasei</i> F19	9,4×10 ¹⁰ UFC/dia, 6 semanas.
	23	↓%CG	<i>Bifidobacterium bifidum</i> W23, <i>Bifidobacterium lactis</i> W22, <i>Lactobacillus acidophilus</i> W37, <i>Lactobacillus brevis</i> W63, <i>Lactobacillus casei</i> W56, <i>Lactobacillus salivarius</i> W24, <i>Lactococcus lactis</i> W19, <i>Lactococcus lactis</i> 58	1×10 ¹⁰ UFC/dia, 12 semanas.
23	↓PESO, IMC, CC, %CG, LIP, GLI, INS, PA, IL-6, TNF-α, ↑m HOMA-IR			



Mulheres obesas pós-menopausa	54 (27 int. I e 27 int. II)	↓PESO, IMC e GT (int. I e II) ↑m LIP (int. I)	<i>Bifidobacterium bifidum</i> W23, <i>Bifidobacterium lactis</i> W51, <i>Bifidobacterium lactis</i> W52, <i>Lactobacillus acidophilus</i> W37, <i>Lactobacillus brevis</i> W63, <i>Lactobacillus casei</i> W56, <i>Lactobacillus salivarius</i> W24, <i>Lactococcus lactis</i> W19 e <i>Lactococcus lactis</i> W58.	(int. I) Menor dose: 2,5×10 ⁹ UFC/dia, por 12 semanas; (int. II) Maior dose: 1×10 ¹⁰ UFC/dia, por 12 semanas.
-------------------------------	-----------------------------	--	--	--

Legenda: (↓) diminuição; (↑) aumento; (↔) diminuição e aumento; (↑m) melhora do parâmetro; (UFC/dia) unidade formadora de colônia por dia; (int. I) intervenção 1; (int. II) intervenção 2; (TAG) triglicerídeos, (ALT) alanina aminotransferase; (AST) aspartato aminotransferase; (LDL) lipoproteína de baixa densidade; (HDL) lipoproteína de alta densidade; (LIP) lipídios plasmáticos; (GLI) glicemia; (IL-6) interleucina 6; (HOMA-IR) avaliação do modelo homeostático - resistência à insulina; (GLP-1) peptídeo similar ao glucagon 1; (HBAIC) hemoglobina glicada; (INS) insulina basal; (ADI) adiponectina; (LEP) leptina; (PCR) proteína c reativa; (AGPP) ácidos graxos poli-insaturados plasmáticos; (LPS) lipopolissacarídeos; (TNF-α) fator de necrose tumoral alfa; (MA) medidas antropométricas; (IMC) índice de massa corpórea; (CQ) circunferência do quadril; (CC) circunferência de cintura; (GT) gordura total; (%GC) percentual de gordura corporal; (TA) tecido adiposo total; (PA) pressão arterial; (GVA) gordura visceral abdominal; (AGV) área de gordura visceral; (RCQ) relação cintura/quadril; (PL) perfil lipídico; (MI) marcadores inflamatórios; (AA) adiposidade abdominal; (AVA) área visceral abdominal; (CA) circunferência abdominal; e (CQ) circunferência do quadril.

Fonte: Autores (2023).

Com base nas informações sumarizadas no quadro 1, tem-se que dos 52 (100%) casos tabulados, 23 (44,23%) evidenciaram alterações somente em parâmetros antropométricos relacionados com a obesidade e excesso de adiposidade, 23 (44,23%) em parâmetros antropométricos + bioquímicos e 6 (11,54%) somente em parâmetros bioquímicos. Do total de 3619 (100%) participantes dos estudos, 2007 (55,46%) tiveram somente alterações em parâmetros antropométricos, 1144 (31,61%) em parâmetros antropométricos e bioquímicos, e 468 (12,93%) somente nos parâmetros bioquímicos.

Apesar da diversidade das espécies, gêneros, subespécies, dosagens e duração total, é possível observar e ordenar os probióticos utilizados de maneira decrescente por ordem numérica de aparição nos protocolos (n^{AP}) sendo a mesma: *Bifidobacterium lactis* (n^{AP}=18), *Lactobacillus acidophilus* (n^{AP}=13), *Lactobacillus plantarum* (n^{AP}=11), *Bifidobacterium bifidum* (n^{AP}=7), *Lactococcus lactis* (n^{AP}=8), *Lactobacillus casei* (n^{AP}=9), *Lactobacillus gasseri* (n^{AP}=6), *Bifidobacterium breve* (n^{AP}=4), *Lactobacillus curvatus* (n^{AP}=5), *Lactobacillus salivarius* (n^{AP}=4), *Pediococcus pentosaceus* (n^{AP}=4), *Lactobacillus brevis* (n^{AP}=3), *Lactobacillus paracasei* (n^{AP}=2), *Lactobacillus rhamnosus* (n^{AP}=2), *Streptococcus thermophilus* (n^{AP}=1), *Bifidobacterium infantis* (n^{AP}=1), *Bifidobacterium subtilis* (n^{AP}=1), *Bifidobacterium pseudocatenulatum* (n^{AP}=1), *Bifidobacterium adolescentis* (n^{AP}=1), *Lactobacillus reuteri* (n^{AP}=1), *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (n^{AP}=1) e *Bifidobacterium longum* (n^{AP}=1).

O Gráfico 1 relaciona o número de aparição em protocolos (n^{AP}), e seus desfechos observados nas intervenções com mono ou multiespécies.

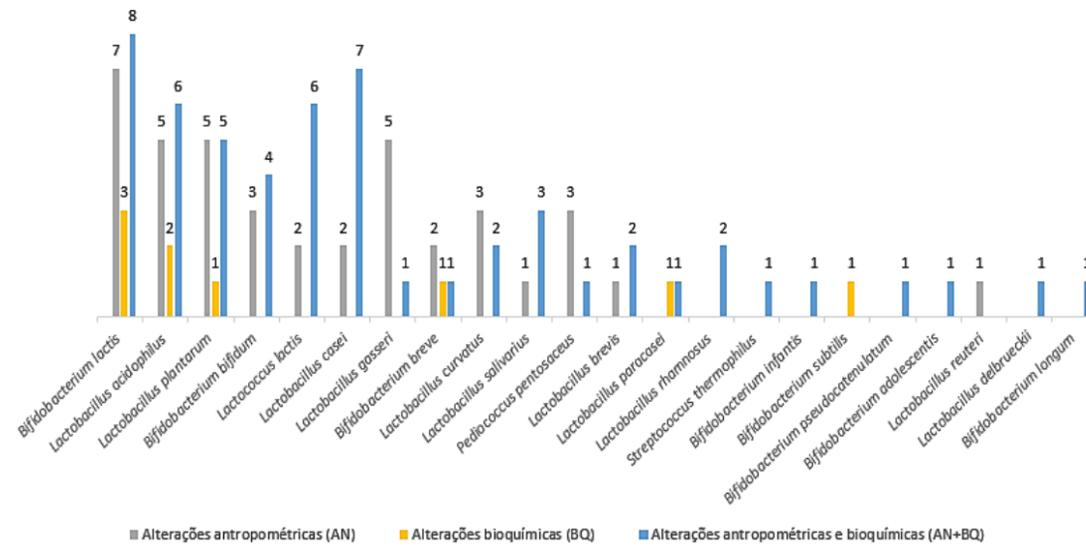
Uma meta-análise realizada por Pontes *et al.* (2021) avaliando os efeitos dos probióticos na adiposidade corporal e marcadores de risco cardiovascular em indivíduos com sobrepeso e obesidade em 26 (100%) estudos clínicos randomizados e controlados (n=1720) concluiu que 17 estudos (65,38% n=1215) reportaram mudanças no peso; 17 estudos (65,38%, n=1224) demonstraram diminuições no IMC; 13 estudos (50,00%, n=926) apresentaram redução na circunferência de cintura (CC); e 5 estudos (19,23%, n=395) relataram diminuição na relação cintura/quadril. As alterações no percentual de gordura foram relatadas em 13 (50,00%, n=705), enquanto a massa gorda total em 8 estudos (30,77% n=460), a diminuição da gordura visceral e subcutânea abdominal em 4 (15,38%, n=350), 5 (19,23%, n=445) e 4 (n = 350) estudos, respectivamente.

Assim, os dados coletados e analisados nessa revisão narrativa demonstram que a intervenção probiótica provoca alterações na relação cintura/quadril, e proporciona a diminuição na massa total de gordura. A análise de subgrupos realizada indicou que houve uma diminuição significativa no peso e circunferência de cintura observada na intervenção probiótica veiculada por laticínios,



cápsulas ou pó, entretanto as alterações significativas no IMC e massa gorda total somente foram observadas em estudos com intervenções veiculadas por meios não-lácteos. Diminuições significativas no peso total, IMC e CC foram obtidas em intervenções mono ou multiespécies, enquanto as diminuições na massa gorda total foram significantes em intervenções monoespécie.

Gráfico 1 - Relação entre os probióticos e os desfechos observados.



Fonte: Autores (2023).

Somente nas intervenções com doses de no mínimo 1×10^{10} UFC/dia por 8 semanas resultaram em diminuições em todos os parâmetros de adiposidade e os efeitos da intervenção no peso total e CC são diferentes de acordo com a presença ou ausência de intervenção dietética. Em estudos sem intervenções dietéticas ocorreram somente diminuições no peso total, diminuições no IMC somente ocorreram em estudos com intervenções dietéticas, e diminuições na massa gorda total e CC ocorreram de maneira significativa com ou sem intervenções dietéticas.

Possíveis mecanismos que relacionam a microbiota com a obesidade

Os mecanismos relacionados com as alterações na microbiota com a patogênese da obesidade ainda não são completamente elucidados. Todavia, sugere-se uma disfunção metabólica envolvendo a homeostase energética, síntese e armazenamento de ácidos graxos, sinalização da fome, assim como uma inflamação crônica de baixo grau, sistema imunológico e permeabilidade intestinal (PONTES *et al.*, 2021; CHENG *et al.*, 2022).

Evidências apontam que a microbiota pode induzir a adiposidade pelo estímulo direto da lipogênese hepática e o acúmulo de triglicerídeos nos adipócitos através da proteína ligadora responsiva ao carboidrato (ChREBP) e da proteína 1 de ligação ao elemento de resposta a esterol (SREBP1), da acetil-coa carboxilase, da ácido graxo sintase e a supressão no fator adipocitário induzido pelo jejum (Fiaf) e proteína quinase ativada por AMP (AMPK) e ativação da lipase lipoproteica, diminuindo a β -oxidação dos ácidos graxos e favorecendo de maneira multifatorial, o armazenamento de triglicérides sintetizados no fígado em adipócitos localizados no tecido adiposo (CLARKE *et al.*, 2012; KHAN *et al.*, 2016; LIZUKA *et al.*, 2020; PONTES *et al.*, 2021; EROGLU *et al.*, 2023).

Análises genéticas concluíram que a microbiota de indivíduos obesos apresenta uma maior quantidade de genes catabólicos, reforçando a hipótese que a mesma tem uma maior capacidade de extrair calorías dos polissacarídeos não digeríveis pelo trato gastrointestinal do hospedeiro, aumentando



a produção dos ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato), sendo que tal fato pode ser confirmado pelas diferenças quantitativas desses ácidos graxos nas fezes e no plasma de indivíduos obesos e não obesos (WICIŃSKI *et al.*, 2020; BRETON; GALMICHE; DÉCHELOTTE; 2022).

Os AGCC apresentam efeitos moduladores metabólicos sistêmicos, como atividades anti-inflamatórias, imunorreguladoras, antiobesidade, antidiabetes, anticancerígenas, protetoras cardiovasculares, hepatoprotetoras e neuroprotetoras (XIONG *et al.*, 2022). Contudo, para exercerem grande parte dos benefícios é importante que tais compostos estejam presentes no plasma sanguíneo. Para que isso ocorra é importante a presença nos enterócitos dos transportadores intestinais de monocarboxilato 1 não acoplado ao sódio e acoplado ao sódio (MCT1 e SMCT1), para que possam ser absorvidos do lúmen intestinal ao plasma sanguíneo e terem efeito sistêmico, fato este que pode ser prejudicado pela inflamação local intestinal comum em obesos (BORTHAKUR *et al.*, 2010; KHAKOO *et al.*, 2022).

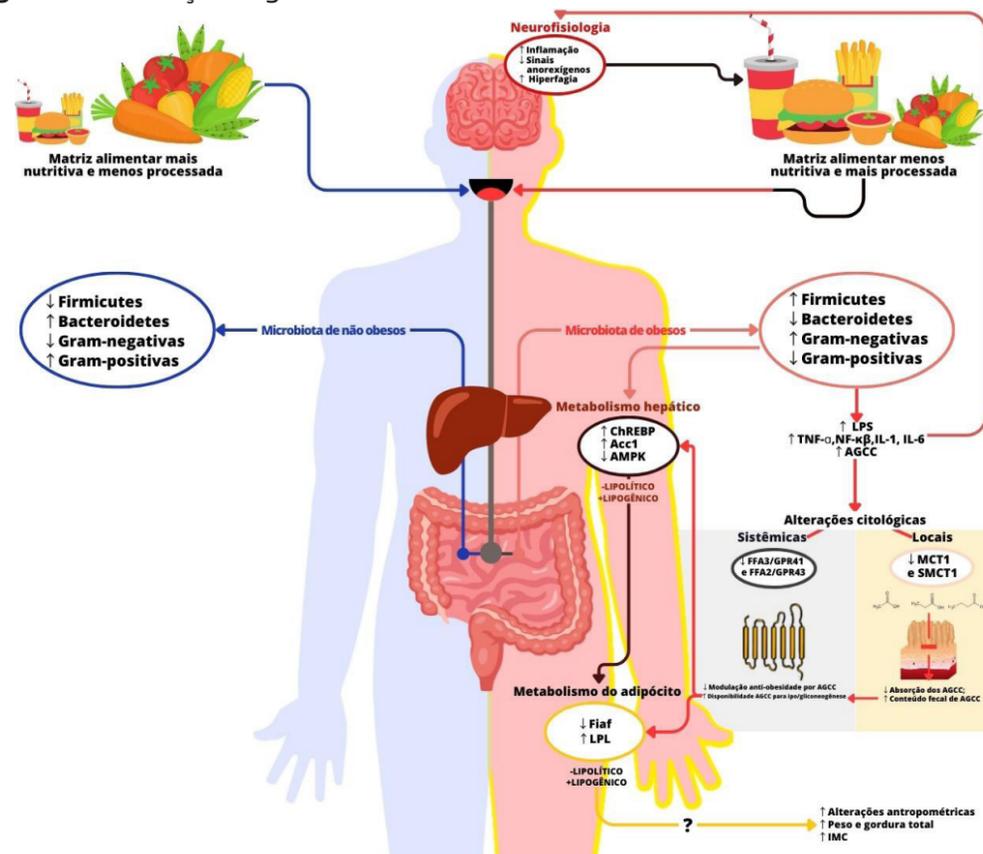
Venegas *et al.* (2019) verificaram os efeitos da inflamação local a nível intestinal e concluíram que o estado inflamatório influencia diretamente na expressão desses receptores nos tecidos. Quando presentes no plasma em concentrações adequadas, os AGCC são agonistas dos receptores de ácidos graxos livres no tecido intestinal, muscular, hepático, pancreático e adiposo branco.

Em indivíduos não obesos, a ligação dos AGCC nestes receptores apresenta efeitos positivos na modulação da homeostase energética e metabólica. Contudo, infere-se que em obesos, a expressão dos transportadores intestinais de AGCC e a capacidade de ligação dos AGCC aos receptores de ácidos graxos livres e consequentes modulações metabólicas podem estar atenuadas/diminuídas pela maior translocação de LPS e a inflamação crônica de baixo grau. Tal fato promove a inibição das atividades antilipogênicas resultantes de ligação dos AGCC nos receptores FFA3 e FFA2, que aumentam a atividade lipogênica hepática nesses indivíduos (KIM; YAO; JU *et al.*, 2019; BRETON; GALMICHE; DÉCHELOTTE, 2022).

Os mecanismos discutidos sugerem que em obeso há a união dos quatro fatores: 1 – maior capacidade de extração calórica via produção aumentada de AGCC; 2 – capacidade prejudicada de absorção dos AGCC pela menor densidade de transportadores intestinais MCT1 e SMCT1; 3 – menor capacidade de agonismo dos AGCC plasmáticos nos receptores de ácidos graxos livres FFA3/GPR41 e FFA2/GPR43; e 4 – aumento da neuroinflamação e decorrente diminuição da sinalização anorexígenos que gera a hiperfagia, conforme demonstrado na Figura 1.

Tais fatores podem resultar em alterações significativas na ingestão dietética, assim como na homeostase energética e metabólica, uma vez que os AGCC plasmáticos ligados aos receptores exercem efeitos reguladores da expressão gênica, proporcionando adaptações celulares e metabólicas antiobesidade, anti-inflamatórias e antilipogênese. Contudo, quando o binômio ligante-receptor é prejudicado, os AGCC podem ser substrato para a lipogênese e gliconeogênese hepática, sendo estocados como ácidos graxos no fígado e nos tecidos adiposos (WICIŃSKI *et al.*, 2020; GANESAN; SUK, 2022; GANESAN *et al.*, 2022).

Figura 1 - Mudanças sugeridas na microbiota em indivíduos obesos e seus desfechos.



Fonte: Autores (2023).

Legenda: (↓) diminuição; (↑) aumento; (LPS) lipopolissacarídeos; (TNF- α) fator de necrose tumoral alfa; (NF- κ β) fator nuclear kappa β ; (IL-1) interleucina 1; (IL-6) interleucina 6; (AGCC) ácidos graxos de cadeia curta; (FFA3/GPR41) receptor de ácidos graxos livres 3; (FFA2/GPR43) receptor de ácidos graxos livres 2; (MCT1) transportador intestinal de monocarboxilato 1 não acoplado ao sódio; (SMCT1) transportador intestinal de monocarboxilato 1 acoplado ao sódio; (ChREBP) proteína ligadora responsiva ao carboidrato; (Accl) acetil-CoA carboxilase 1; (AMPK) proteína quinase ativada por AMP; (Fiaf) fator adiposo induzido por jejum; (LPL) lipase lipoproteica; (IMC) índice de massa corporal.

Probióticos como coadjuvantes para o tratamento da obesidade

Como demonstrado no quadro 1, sugere-se que a intervenção probiótica pode modificar a composição corporal, os parâmetros antropométricos e bioquímicos, para proporcionar possíveis melhorias na saúde de indivíduos com obesidade, mesmo na ausência de intervenção dietética.

O uso de probióticos e seus efeitos reguladores ascendentes nos receptores FFA3/GPR41 e FFA2/GPR43 já foi identificado (WANG *et al.*, 2019; WANG *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2022), destacando esses efeitos com o uso de *Lactobacillus* e *Bifidobacterias*. O uso de *Lactobacillus plantarum* tem efeitos do fator de necrose alfa (TNF- α) e diminui a inflamação induzida pelo fator de transcrição nuclear kappa β (NF- κ β) impedindo seus efeitos inibitórios da expressão gênica dos transportadores de monocarboxilato 1 (MCT1) em modelos de células epiteliais intestinais de ratos (IEC)-6 e intestinais humanas (Caco-2) em modelos com o intestino irritável e cronicamente inflamado (BORTHAKUR *et al.*, 2010).

Kumar *et al.* (2015) verificaram que o tratamento com *Lactobacillus acidophilus* aumentou

significativamente a densidade de MCT1 em células Caco-2, assim como a absorção de butirato. Existe uma relação positiva entre a administração de probióticos e a diminuição na inflamação intestinal, endotoxemia e melhora na integridade intestinal tanto em modelos animais, *in vitro* e em humanos com a presença ou ausência de patologias (BALLINI *et al.*, 2019; BJARNASON; SISSION; HAYEE, 2019; TAN *et al.*, 2021; KANG *et al.*, 2022; ZHANG *et al.*, 2022).

A intervenção com probióticos tem efeito positivo na modulação da obesidade (TOMÉ-CASTRO *et al.*, 2021), partindo da modulação da inflamação intestinal por meio do estabelecimento da microbiota transitória, podendo ser um tratamento coadjuvante acompanhada de hábitos alimentares e não alimentares favoráveis.

Conclusão

A melhora no estado de inflamação local a nível intestinal e a recuperação da integridade dos enterócitos tem um papel importante na modulação positiva da microbiota de obesos. A manutenção de uma microbiota saudável desempenha um papel fundamental na promoção da saúde, longevidade e composição corporal, sendo que tal fato pode ser alcançado por meio de hábitos alimentares que enfatizam o consumo adequado de prebióticos presentes nas fibras mais solúveis e menos solúveis encontradas em uma variedade de alimentos, incluindo hortaliças, frutas, leguminosas, cereais integrais, nozes e castanhas.

Os resultados discutidos neste trabalho oferecem uma perspectiva promissora para o uso das espécies probióticas como *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis* e *Bifidobacterium bifidum* nas doses adequadas mínimas de 1×10^{10} UFC/dia, e duração de 8-12 semanas que promovem melhora dos parâmetros antropométricos e bioquímicos alterados pela obesidade isolada ou em conjunto com outras patologias.

Assim, estudos futuros nessa área são essenciais para explorar as interações entre diferentes espécies da microbiota e alterações fisiológicas e metabólicas induzidas pelas mesmas, para identificar novas cepas de probióticos com benefícios específicos e desenvolver estratégias de intervenção probióticas e simbióticas personalizadas para otimizar a saúde por meio da modulação da microbiota intestinal.

Referências

- ABENAVOLI, L. *et al.* Gut microbiota and obesity: a role for probiotics. **Nutrients**, v. 11, n. 11, p. 2690, 2019.
- AFSHIN, A. *et al.* Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. **The New England Journal of Medicine**, v. 377, n. 1, p. 13-27, 2017.
- ÁLVAREZ-ARRAÑO, V.; MARTÍN-PELÁEZ, S. Effects of probiotics and synbiotics on weight loss in subjects with overweight or obesity: a systematic review. **Nutrients**, v. 13, n. 10, p. 3627, 2021.
- ANG, Z.; DING, J. L. GPR41 and GPR43 in obesity and inflammation – protective or causative? **Frontiers in Immunology**, v. 7, 2016.
- BÄCKHED, F. *et al.* Mechanisms underlying the resistance to diet-induced obesity in germ-free mice. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 3, p. 979-984, 2007.
- BAHADUR, T. *et al.* Toll like receptors (TLRs) in response to human gut microbiota of Indian obese and lean individuals. **Journal of Family Medicine and Primary Care**, v. 8, n. 5, p. 1567-1570, 2019.
- BALLINI, A. *et al.* Probiotics efficacy on oxidative stress values in inflammatory bowel disease: a randomized double-blinded placebo-controlled pilot study. **Endocrine, Metabolic & Immune Disorders Drug Targets**, v. 19, n. 3, p. 373-381, 2019.



BARTOCHOWSKI, P. *et al.* Gut-kidney axis investigations in animal models of chronic kidney disease. **Toxins**, v. 14, n. 9, p. 626, 2022.

BATISTA, P. *et al.* Kombucha: perceptions and future prospects. **Foods**, v. 11, n. 13, p. 1977, 2022.

BENDOR, C. D. *et al.* Cardiovascular morbidity, diabetes and cancer risk among children and adolescents with severe obesity. **Cardiovascular Diabetology**, v. 19, n. 1, p. 79, 2020.

BJARNASON, I.; SISSION, G.; HAYEE, B. A randomised, double-blind, placebo-controlled trial of a multi-strain probiotic in patients with asymptomatic ulcerative colitis and Crohn's disease. **Inflammopharmacology**, v. 27, n. 3, p. 465-473, 2019.

BORTHAKUR, A. *et al.* The probiotic *Lactobacillus plantarum* counteracts TNF- α -induced downregulation of SMCT1 expression and function. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 299, n. 4, p. 928-934, 2010.

BRETON, J.; GALMICHE, M.; DÉCHELOTTE, P. Dysbiotic gut bacteria in obesity: an overview of the metabolic mechanisms and therapeutic perspectives of next-generation probiotics. **Microorganisms**, v. 10, n. 2, p. 452, 2022.

CAMPANIELLO, D. *et al.* A narrative review on the use of probiotics in several diseases. Evidence and perspectives. **Frontiers in Nutrition**, v. 10, p. 1209238, 2023.

CHEN, Y.-Y. *et al.* Microbiome-metabolome reveals the contribution of gut-kidney axis on kidney disease. **Journal of Translational Medicine**, v. 17, n. 1, p. 5, 2019.

CHENG, Z. *et al.* The critical role of gut microbiota in obesity. **Frontiers in Endocrinology**, v. 13, p. 1025706, 2022.

CLARKE, S. F. *et al.* The gut microbiota and its relationship to diet and obesity: new insights. **Gut Microbes**, v. 3, n. 3, p. 186-202, 2012.

CORBIN, K. D. *et al.* Host-diet-gut microbiome interactions influence human energy balance: a randomized clinical trial. **Nature Communications**, v. 14, n. 1, p. 3161, 2023.

CROVESY, L.; EL-BACHA, T.; ROSADO, E. L. Modulation of the gut microbiota by probiotics and synbiotics is associated with changes in serum metabolite profile related to a decrease in inflammation and overall benefits to metabolic health: a double-blind randomized controlled clinical trial in women with obesity. **Food & Function**, v. 12, n. 5, p. 2161-2170, 2021.

DAVANI-DAVARI, D. *et al.* Prebiotics: definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. **Foods**, v. 8, n. 3, p. 92, 2019.

ECTON, K. E. *et al.* Toll-like receptor 4 deletion partially protects mice from high fat diet-induced arterial stiffness despite perturbation to the gut microbiota. **Frontiers in Microbiomes**, v. 2, 2023.

EROGLU, N. *et al.* Role of ChREBP and SREBP-1c in gestational diabetes: two key players in glucose and lipid metabolism. **International Journal of Diabetes in Developing Countries**, v. 43, n. 4, p. 587-591, 2023.

FURET, J.-P. *et al.* Differential adaptation of human gut microbiota to bariatric surgery-induced weight loss: links with metabolic and low-grade inflammation markers. **Diabetes**, v. 59, n. 12, p. 3049-3057, 2010.

GANESAN, R. *et al.* Recent trends of microbiota-based microbial metabolites metabolism in liver disease. **Frontiers in Medicine**, v. 9, p. 841281, 2022.



GANESAN, R.; SUK, K. T. Therapeutic potential of human microbiome-based short-chain fatty acids and bile acids in liver disease. **Livers**, v. 2, n. 3, p. 139-145, 2022.

GOMES, A. C.; HOFFMANN, C.; MOTA, J. F. The human gut microbiota: Metabolism and perspective in obesity. **Gut Microbes**, v. 9, n. 4, p. 308-325, 2018.

GUO, Y. *et al.* The gut-organ-axis concept: advances the application of gut-on-chip technology. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 4, p. 4089, 2023.

HADI, A. *et al.* Clinical and psychological responses to synbiotic supplementation in obese or overweight adults: A randomized clinical trial. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 47, p. 102216, 2019.

HIBBERD, A. A. *et al.* Probiotic or symbiotic alters the gut microbiota and metabolism in a randomized controlled trial of weight management in overweight adults. **Beneficial Microbes**, v. 10, n. 2, p. 121-135, 2019.

IIZUKA, K.; TAKAO, K.; YABE, D. ChREBP-mediated regulation of lipid metabolism: involvement of the gut microbiota, liver, and adipose tissue. **Frontiers in Endocrinology**, v. 11, 2020.

JIA, X. *et al.* Impact of gut microbiota and microbiota-related metabolites on hyperlipidemia. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 11, p. 634780, 2021.

JIN, J. *et al.* Distinctive gut microbiota in patients with overweight and obesity with dyslipidemia and its responses to long-term orlistat and ezetimibe intervention: a randomized controlled open-label trial. **Frontiers in Pharmacology**, v. 12, p. 732541, 2021.

JUMPERTZ, R. *et al.* Energy-balance studies reveal associations between gut microbes, caloric load, and nutrient absorption in humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 94, n. 1, p. 58-65, 2011.

KANAZAWA, A. *et al.* Effects of synbiotic supplementation on chronic inflammation and the gut microbiota in obese patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled study. **Nutrients**, v. 13, n. 2, 2021.

KANG, Y. *et al.* *Lactobacillus acidophilus* ameliorates obesity in mice through modulation of gut microbiota dysbiosis and intestinal permeability. **Pharmacological Research**, v. 175, p. 106020, 2022.

KHAKOO, N. S. *et al.* Impact of obesity on inflammatory bowel disease. **Current Gastroenterology Reports**, v. 24, n. 1, p. 26-36, 2022.

KHALESI, S. *et al.* A review of probiotic supplementation in healthy adults: helpful or hype? **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 1, p. 24-37, 2019.

KHAN, M. J. *et al.* Role of gut microbiota in the aetiology of obesity: proposed mechanisms and review of the literature. **Journal of Obesity**, v. 2016, p. 7353642, 2016.

KIM, J. *et al.* *Lactobacillus gasseri* BNR17 supplementation reduces the visceral fat accumulation and waist circumference in obese adults: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **Journal of Medicinal Food**, v. 21, n. 5, p. 454-461, 2018.

KIM, K. N.; YAO, Y.; JU, S. Y. Short chain fatty acids and fecal microbiota abundance in humans with obesity: a systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, v. 11, n. 10, p. 2512, 2019.



KOLIADA, A. *et al.* Association between body mass index and Firmicutes/Bacteroidetes ratio in an adult Ukrainian population. **BMC Microbiology**, v. 17, n. 1, p. 120, 2017.

KOVACS, G. G. Are comorbidities compatible with a molecular pathological classification of neurodegenerative diseases? **Current Opinion in Neurology**, v. 32, n. 2, p. 279-291, 2019.

KRUK, M. *et al.* Application of the "SCOBY" and Kombucha tea for the production of fermented milk drinks. **Microorganisms**, v. 9, n. 1, p. 123, 2021.

KRUMBECK, J. A. *et al.* Probiotic Bifidobacterium strains and galactooligosaccharides improve intestinal barrier function in obese adults but show no synergism when used together as synbiotics. **Microbiome**, v. 6, n. 1, p. 121, 2018.

KUMAR, A. *et al.* *Lactobacillus acidophilus* counteracts enteropathogenic *E. coli*-induced inhibition of butyrate uptake in intestinal epithelial cells. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 309, n. 7, p. 602-607, 2015.

LAU, E. *et al.* The role of I-FABP as a biomarker of intestinal barrier dysfunction driven by gut microbiota changes in obesity. **Nutrition & Metabolism**, v. 13, n. 1, p. 31, 2016.

LEE, Y. R. *et al.* Prebiotic and anti-adipogenic effects of radish green polysaccharide. **Microorganisms**, v. 11, n. 7, p. 1862, 2023.

LI, F. *et al.* Alterations to the gut microbiota and their correlation with inflammatory factors in chronic kidney disease. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 12, n. 9, p. 206, 2019.

LIM, S. *et al.* Effect of *Lactobacillus sakei*, a probiotic derived from kimchi, on body fat in Koreans with obesity: a randomized controlled study. **Endocrinology and Metabolism**, v. 35, n. 2, p. 425-434, 2020.

LIU, B.-N. *et al.* Gut microbiota in obesity. **World Journal of Gastroenterology**, v. 27, n. 25, p. 3837-3850, 2021.

LIU, Y.; WANG, J.; WU, C. Modulation of gut microbiota and immune system by probiotics, pre-biotics, and post-biotics. **Frontiers in Nutrition**, v. 3, n. 8, p. 634897, 2022.

IIZUKA, K.; TAKAO, K.; YABE, D. ChREBP-mediated regulation of lipid metabolism: involvement of the gut microbiota, liver, and adipose tissue. **Frontiers in Endocrinology**, v. 11, p. 587189, 2020.

LÓPEZ-MORENO, A. *et al.* Probiotic strains and intervention total doses for modulating obesity-related microbiota dysbiosis: a systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, v. 12, n. 7, p. 1921, 2020.

LUNDGREN, P.; THAISS, C. A. The microbiome-adipose tissue axis in systemic metabolism. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 318, n. 4, p. 717-724, 2020.

MAGNE, F. *et al.* The Firmicutes/Bacteroidetes ratio: a relevant marker of gut dysbiosis in obese patients? **Nutrients**, v. 12, n. 5, p. 1474, 2020.

OTHMAN, R. B. *et al.* A clinical trial about effects of prebiotic and probiotic supplementation on weight loss, psychological profile and metabolic parameters in obese subjects. **Endocrinology, Diabetes & Metabolism**, v. 6, n. 2, p. e402, 2023.

PARNELL, J.; REIMER, R. Prebiotic fiber modulation of the gut microbiota improves risk factors for obesity and the metabolic syndrome. **Gut Microbes**, v. 3, n. 1, p. 29-34, 2012.

PONTES, K. S. DA S. *et al.* Effects of probiotics on body adiposity and cardiovascular risk markers



in individuals with overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Clinical Nutrition**, v. 40, n. 8, p. 4915-4931, 2021.

PRAMANIK, S. *et al.* A systematic review on selection characterization and implementation of probiotics in human health. **Food Science and Biotechnology**, v. 32, n. 4, p. 423-440, 2023.

RAHAYU, E. S. *et al.* Effect of probiotic *Lactobacillus plantarum* Dad-13 powder consumption on the gut microbiota and intestinal health of overweight adults. **World Journal of Gastroenterology**, v. 27, n. 1, p. 107-128, 2021.

RINGØ, E. *et al.* Probiotics, lactic acid bacteria and bacilli: interesting supplementation for aquaculture. **Journal of Applied Microbiology**, v. 129, n. 1, p. 116-136, 2020.

RINNINELLA, E. *et al.* What is the healthy gut microbiota composition? a changing ecosystem across age, environment, diet, and diseases. **Microorganisms**, v. 7, n. 1, p. 14, 2019.

RIVERA-PIZA, A.; LEE, S.-J. Effects of dietary fibers and prebiotics in adiposity regulation via modulation of gut microbiota. **Applied Biological Chemistry**, v. 63, n. 1, p. 2, 2020.

ROGERO, M. M.; CALDER, P. C. Obesity, inflammation, Toll-Like Receptor 4 and fatty acids. **Nutrients**, v. 10, n. 4, p. 432, 2018.

SÁEZ-LARA, M. J. *et al.* Effects of probiotics and synbiotics on obesity, insulin resistance syndrome, type 2 diabetes and non-alcoholic fatty liver disease: a review of human clinical trials. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, n. 6, p. 928, 2016.

SCHOELER, M.; CAESAR, R. Dietary lipids, gut microbiota and lipid metabolism. **Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders**, v. 20, n. 4, p. 461-472, 2019.

SERGEEV, I. N. *et al.* Effects of synbiotic supplement on human gut microbiota, body composition and weight loss in obesity. **Nutrients**, v. 12, n. 1, p. 222, 2020.

STAVROPOULOU, E. *et al.* Focus on the gut-kidney axis in health and disease. **Frontiers in Medicine**, v. 7, p. 620102, 2021.

SVEGLIATI-BARONI, G. *et al.* Gut-pancreas-liver axis as a target for treatment of NAFLD/NASH. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 16, p. 5820, 2020.

SWANSON, K. S. *et al.* The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 17, n. 11, p. 687-701, 2020.

SZULIŃSKA, M. *et al.* Dose-dependent effects of multispecies probiotic supplementation on the Lipopolysaccharide (LPS) level and cardiometabolic profile in obese postmenopausal women: a 12-week randomized clinical trial. **Nutrients**, v. 10, n. 6, p. 773, 2018a.

SZULIŃSKA, M. *et al.* Multispecies probiotic supplementation favorably affects vascular function and reduces arterial stiffness in obese postmenopausal women-a 12-week placebo-controlled and randomized clinical study. **Nutrients**, v. 10, n. 11, p. 1672, 2018b.

TAN, A. H. *et al.* Probiotics for constipation in parkinson disease. **Neurology**, v. 96, n. 5, p. e772-e782, 2021.

TOMÉ-CASTRO, X. M. *et al.* Probiotics as a therapeutic strategy in obesity and overweight: a systematic review. **Beneficial microbes**, v. 12, n. 1, p. 5-15, 2021.



- TÖRÖS, G. *et al.* Modulation of the gut microbiota with prebiotics and antimicrobial agents from *Pleurotus ostreatus* mushroom. **Foods**, v. 12, n. 10, p. 2010, 2023.
- VARGAS, B. K.; FABRICIO, M. F.; ZÁCHIA AYUB, M. A. Health effects and probiotic and prebiotic potential of Kombucha: A bibliometric and systematic review. **Food Bioscience**, v. 44, p. 101332, 2021.
- VENEGAS, D. P. *et al.* Short Chain Fatty Acids (SCFAs)-mediated gut epithelial and immune regulation and its relevance for inflammatory bowel diseases. **Frontiers in Immunology**, v. 11, n. 10, p. 277, 2019.
- VINHA, L. I. L.; ALMEIDA, M. E. F.; BARAKAT, B.; SANTANA, B. F.; RIBEIRO, M. G. C.; PARUSSOLO, G. S. Disbiose intestinal em obesos: Uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 4, p. e9712440980, 2023.
- WAGENAAR, C. A. *et al.* The effect of dietary interventions on chronic inflammatory diseases in relation to the microbiome: a systematic review. **Nutrients**, v. 13, n. 9, p. 3208, 2021.
- WANG, J. *et al.* Modulatory effect of *Lactobacillus acidophilus* KLDS 1.0738 on intestinal short-chain fatty acids metabolism and GPR41/43 expression in β -lactoglobulin-sensitized mice. **Microbiology and Immunology**, v. 63, n. 8, p. 303-315, 2019.
- WANG, S.; QIN, L. Homeostatic medicine: a strategy for exploring health and disease. **Current Medicine**, v. 1, n. 1, p. 16, 2022.
- WANG, X.; ZHANG, P.; ZHANG, X. Probiotics regulate gut microbiota: an effective method to improve immunity. **Molecules**, v. 26, n. 19, p. 6076, 2021.
- WANG, Y. *et al.* Composite probiotics alleviate type 2 diabetes by regulating intestinal microbiota and inducing GLP-1 secretion in db/db mice. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 125, p. 109914, 2020.
- WICIŃSKI, M. *et al.* Probiotics for the treatment of overweight and obesity in humans-a review of clinical trials. **Microorganisms**, v. 8, n. 8, p. 1148, 2020.
- WIEËRS, G. *et al.* How probiotics affect the microbiota. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 9, p. 454, 2020.
- WU, D. *et al.* Cross-talk between gut microbiota and adipose tissues in obesity and related metabolic diseases. **Frontiers in Endocrinology**, v. 13, p. 908868, 2022.
- XIONG, R.-G. *et al.* Health benefits and side effects of short-chain fatty acids. **Foods**, v. 11, n. 18, p. 2863, 2022.
- YU, T. *et al.* New crosstalk between probiotics *Lactobacillus plantarum* and *Bacillus subtilis*. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 13151, 2019.
- ZAFAR, H.; SAIER, M. H. Gut Bacteroides species in health and disease. **Gut Microbes**, v. 13, n. 1, p. 1848158, 2021.
- ZHANG, D. *et al.* Short-chain fatty acids in diseases. **Cell Communication and Signaling**, v. 21, n. 1, p. 212, 2023.
- ZHANG, Z. *et al.* Intestinal homeostasis and inflammation: Gut microbiota at the crossroads of pancreas-intestinal barrier axis. **European Journal of Immunology**, v. 52, n. 7, p. 1035-1046, 2022.



Análise do desempenho de um motor via ciclo Otto: teoria e proposta experimental para o ensino de ciências

André Luiz Alves*; Antônio Carlos Barboza Zancanella**

* Universidade Federal do Espírito Santo, UFES. Departamento de Ciências Naturais, DCN.

** Instituto Federal do Espírito Santo (IFES/ Campus São Mateus). Coordenadoria do Curso de Engenharia Mecânica.

*Autor para correspondência e-mail: andre.alves@ufes.br

Palavras-chave

Multidisciplinaridade
Ciclo Otto
Instrumentação
para o Ensino
Desempenho de
um motor

Keywords

Multidisciplinary
Otto Cycle
Instrumentation for
Teaching
Engine performance

Resumo: Este trabalho tem como foco avaliar grandezas físicas associadas ao desempenho de um motor de bancada via ciclo Otto, alimentado com gasolina proveniente de quatro postos de abastecimento. É um trabalho com característica multidisciplinar envolvendo física, engenharias, questões econômicas e ambientais. O estudante, ao utilizar esse sistema, tem acesso a instrumentos de medição que possibilitam obter parâmetros físicos associados ao desempenho de um motor. O sistema é constituído de um motor da marca Renault com volume da câmara de combustão de 1,6 litros. Registrou-se o consumo de combustível, temperatura, vibração e o teor de álcool em cada gasolina utilizada. Os resultados mostraram que o consumo de combustível foi maior em gasolinas com maior teor de álcool. Observou-se uma variação máxima de 5°C no regime de funcionamento do motor. Conclui-se que o consumo é afetado pelo teor de álcool de cada gasolina e a vibração proveniente do motor se altera conforme o teor de álcool.

Performance analysis of an Otto cycle engine: theory and experimental proposal for science teaching

Abstract: The present work focuses on evaluating physical quantities associated with the performance of an Otto cycle engine, fueled with gasoline from four gas stations. It is a multidisciplinary work involving physics, engineering, economic and environmental issues. The same observes that the knowledge acquired during graduation can be applied in other areas, making physics more practical and closer to their daily lives. The system consists of a Renault engine and has a combustion chamber volume of 1.6 liters. Fuel consumption, temperature, vibration and alcohol content were recorded. The results showed that fuel consumption was higher in gasolines with higher alcohol content. A maximum variation of 5°C was observed in the engine operating regime. It is concluded that consumption is affected by the alcohol content of each gasoline and the vibration from the engine changes according to the alcohol content.

Recebido em: 10/09/2023

Aprovação final em: 10/12/2023

Introdução

Este trabalho trata sobre fatores que influenciam no desempenho de automóveis associados ao uso de combustível. Aqui demonstra-se como diferentes combustíveis com diferentes teores de álcool, provenientes de diferentes postos, podem afetar o funcionamento de um motor, no que diz respeito ao consumo médio, às vibrações e ao aquecimento. É um tema que trata sobre ciência e a vida cotidiana de uma população, fatores econômicos e ambientais.

Um indivíduo, em sua formação, deve ter a consciência de que ao escolher um produto, este lhe trará o melhor custo benefício possível e que o cuidado com ele não o levará a endividamentos. Em matéria do site do jornal "Hoje em Dia" e repercutido pelo site da "AEF Brasil", 25% da população com nome sujo tem entre 18 e 30 anos (SILVA, 2020), reflexo da falta de se conscientizar os estudantes em educação financeira. Especificamente neste trabalho conscientiza-se o estudante de que abastecer um veículo em qualquer posto de abastecimento, devido a ofertas generosas, não é adequado, visto que o combustível pode vir com adulterações, podendo prejudicar o funcionamento de seu veículo, ocasionando em danos e elevados custos com manutenção.

Portanto, é papel da escola e das universidades contribuir para a formação de cidadãos autônomos, competentes e solidários. Torna-se necessário a conscientização da educação financeira, interagindo com outras áreas de forma interdisciplinar. Neste trabalho essa interação ocorreu com a física e com uma área do ensino técnico em mecânica. O estudante, utilizando-se de instrumentos de medições, conseguiu avaliar como gasolinas de diferentes postos podem afetar no desempenho de um motor de combustão interna, via ciclo Otto. Além de aprender técnicas específicas associadas ao desempenho de um motor o mesmo adquiriu conhecimentos mais aprofundados sobre o funcionamento de um motor a combustão interna, regido pelo ciclo Otto real, que não são abordados em livros de física básica.

Adicionalmente, relacionado às questões ambientais, vive-se hoje um cenário no qual é necessário o uso de energias renováveis e minimização do uso de combustíveis derivados do petróleo (CARVALHO, 2016). Novas tecnologias vêm melhorando o desempenho dos veículos automotores, no entanto, atenta-se para o fato que além de reduzir os níveis de poluentes deve-se promover meios de utilizar o mínimo possível de combustível. Não basta apenas melhorar a eficiência dos motores a combustão, deve-se também melhorar o desempenho dos combustíveis comercializados, para que os mesmos ofereçam uma maior autonomia e menor quantidade de poluentes ambientais (CARVALHO, 2016). Levando em consideração este cenário, analisar a qualidade das gasolinas comercializadas é de grande importância para os estudantes e para sociedade, pois impactará diretamente na longevidade do motor do veículo e no custo do transporte. (COUTO et al., 2019). Este trabalho foi desenvolvido por um estudante finalista do curso de Licenciatura em Física e possui características experimentais e de multidisciplinaridade. O trabalho, de cunho experimental, foi desenvolvido em colaboração com o IFES, Campus São Mateus, ES.

Um motor a combustão interna é uma máquina térmica que transforma calor de uma reação química em trabalho mecânico. Existem dois ciclos termodinâmicos utilizados em motores: ciclos Otto e Diesel. No ciclo Otto, necessita-se de centelha para iniciar o processo de queima de combustível. No ciclo Diesel, devido à alta compressão da mistura ar-combustível, não é necessária centelha (MEDEIROS, 2018). O foco deste estudo está no desempenho dos motores Otto, de modo que não será abordado o ciclo Diesel.

Em 1876 Nikolaus Otto desenvolveu o primeiro motor a combustão interna, que operava em uma sequência de quatro etapas. No entanto, Otto não utilizou este motor em automóveis, deixando esta tarefa a cargo de Gottlieb Daimler e Carl Benz realizassem os primeiros protótipos (ALBALADEJO, 2013). O ciclo teórico que modela o funcionamento do motor a gasolina e álcool é o ciclo padrão a ar Otto. Neste ciclo considera-se que o fluido de trabalho é apenas o ar. O diagrama Pressão – Volume (PV) está ilustrado na Figura 1.

Inicialmente o ar é comprimido dentro da câmara de combustão, em um processo modelado com adiabático (1 para 2). Essa etapa ocorre rapidamente, de modo que não há tempo para troca de calor. Quanto atinge-se o volume mínimo, denominado de Ponto Morto Superior (PMS), a centelha é pro-



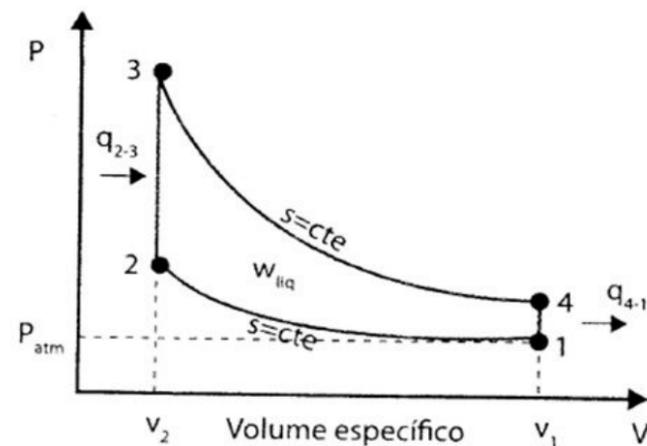
duzida por uma vela que queima o combustível mantendo o volume específico constante (2 para 3). Nesta etapa ocorre um aumento da energia interna do sistema elevando a temperatura e pressão. Devido ao aumento de pressão dentro da câmara de combustão o pistão utilizado no motor move-se rapidamente em uma expansão adiabática (3 para 4) até o Ponto Morto Inferior (PMI), de volume V_4 . Por fim os gases provenientes da queima do combustível são expelidos para atmosfera e uma nova mistura de ar-combustível é injetada na câmara de combustão (4 para 1). Essa etapa final é modelada como um processo de rejeição de calor a volume constante (VAN WYLEN et al., p.274, 2006).

Considerando que o calor específico do ar permanece constante durante o processo, a eficiência (η) do ciclo Otto é função apenas da taxa de compressão do motor, dado pela equação:

$$\eta_v = 1 - \frac{1}{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k-1}} \quad (1)$$

nos quais: V_1 é o volume específico no ponto 1 (PMI), em m^3/kg ; V_2 é o volume específico no ponto 2 (PMS), em m^3/kg ; k é o quociente entre o calor específico a pressão constante e o calor específico a volume constante para o ar.

Figura 1 - Ciclo teórico de Otto de um motor a combustão.



Fonte: Van Wylen (2006, p.274).

Deve-se atentar para o fato de uma das formas de aumentar o rendimento de um motor a combustão é alterar a chamada taxa de compressão. No entanto, o combustível deve resistir a esse aumento de compressão sem detonar antes da centelha ser produzida (VAN WYLEN et al., p.274, 2006). Com o objetivo de permitir maiores compressões, adiciona-se álcool à gasolina, aumentando assim a eficiência térmica do motor (CARVALHO, 2016).

O ciclo Otto apresentado na Figura 1 é um modelo idealizado, não correspondendo exatamente ao que ocorre na realidade. Primeiramente um ponto importante a ser observado é que, os calores específicos dos gases aumentam com a temperatura, estando diretamente relacionada com a taxa de compressão. A temperatura pode chegar até $800^\circ C$ no motor a diesel e no motor a gasolina chega a $450^\circ C$ (MEDEIROS et al., 2018). Outros fatores a serem considerados são: (i) quanto maior a compressão maior a temperatura dos gases da combustão, (ii) a queima do combustível pode ser incompleta, (iii) as válvulas de admissão e exaustão do motor consomem trabalho, (iv) para admitir e exaurir os gases existe uma transferência de calor entre as paredes do cilindro (VAN WYLEN et al.,

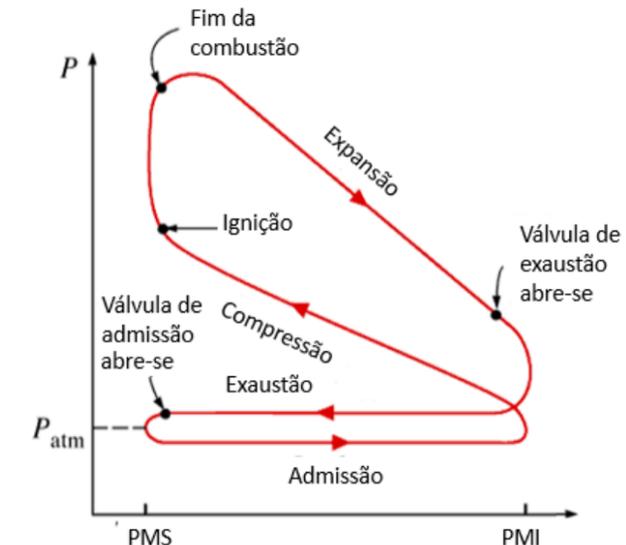


p. 276, 2006).

O ciclo real de combustão Otto está ilustrado na Figura 2. O ciclo inicia-se com a abertura da válvula de admissão. Nesta etapa, o ar e o combustível pulverizado são succionados para câmara de combustão, a uma pressão ligeiramente inferior à atmosférica. A sucção se dá pelo aumento no volume da câmara de combustão desde o volume no PMS, até o volume no PMI. A partir daí, inicia-se então a etapa de compressão da mistura. Neste momento ocorre um aumento da pressão interna do motor. Pouco antes do pistão atingir o curso máximo no PMS, é produzido a centelha pelas velas, momento no qual a queima da mistura é iniciada. Então, a um volume aproximadamente constante, ocorre o processo de combustão, durando cerca de 10 ms (ANDRADE, 2007).

Após o fim da combustão inicia-se a expansão, etapa onde o combustível move o pistão gerando trabalho útil. Pouco antes do fim da expansão, a válvula de exaustão se abre, e neste momento inicia-se o processo de exaustão dos produtos finais da combustão. No processo de exaustão, a câmara inicia-se cheia no PMI e termina vazia no PMS. Ao fim da etapa de exaustão começa novamente a etapa de admissão. No ciclo real tanto a admissão quanto a compressão não são processos adiabáticos, pois ocorre troca de calor com as paredes da câmara de combustão. Gasta-se energia na etapa de admissão e exaustão, o que não é levado em conta no ciclo teórico (ANDRADE, 2007).

Figura 2 - Ciclo Otto real.



Fonte: Andrade (2007).

No motor de combustão via ciclo Otto, o funcionamento é baseado na transformação do movimento linear do pistão em movimento rotacional no virabrequim (Figura 3). O virabrequim é um eixo excêntrico que conectado a biela ao pistão movendo-se em rotação de acordo com a quantidade de combustível queimado. As válvulas são responsáveis por admitirem ar e combustível para dentro da câmara de combustão e exaurir aos produtos finais, direcionando esses gases para o sistema de escapamento do veículo.

Os motores a combustão de veículos normalmente operam em quatro etapas distintas (Figura 4), que são finalizadas em dois giros do virabrequim, correspondente a 720° de rotação, sendo que cada etapa gira em 180° . Na primeira etapa ocorre a admissão da mistura ar-combustível e na segunda etapa ocorre a compressão da mistura, modelado no ciclo teórico como sendo uma compressão adiabática devido a rapidez do processo. Na terceira etapa, quando o pistão chega ao PMS, a centelha é gerada através da vela, no qual ocorre a combustão. Nesta etapa tem-se o fornecimento de uma elevada quantidade de energia e, assim, os gases aumentam a pressão e a temperatura drasticamente, movendo o pistão e gerando uma expansão, também modelada como adiabática. A última etapa é a exaustão dos gases para o sistema de escapamento. Devido as quatro etapas

ocorrerem em tempos distintos, esse tipo de motor é conhecido como motor de quatro tempos (MEDEIROS *et al.*, 2018).

Figura 3 - Partes internas do motor a combustão via ciclo de Otto.

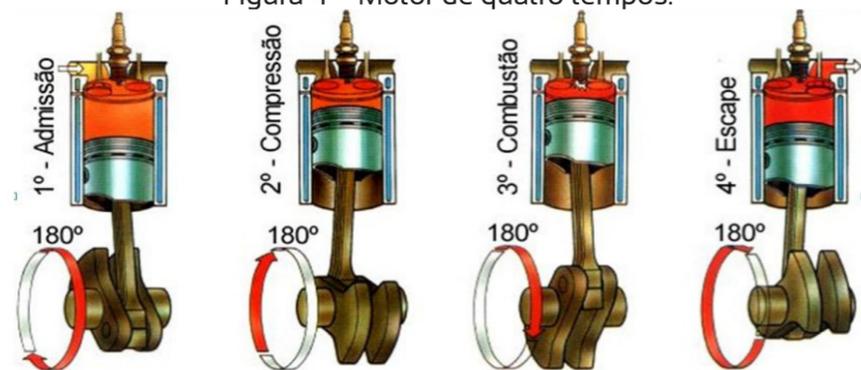


Fonte: Medeiros (2018).

No motor com quatro tempos, o ciclo térmico é finalizado quando o eixo de manivelas gira 720°, neste caso o pistão sobe duas vezes e desce duas vezes. O motor de ciclo Otto também pode operar na forma de dois tempos, nesse caso, o ciclo completo se processa quando o eixo de manivelas gira em 360°, ou seja, o pistão executa apenas um movimento para cima e outro para baixo (ANDRADE, 2007).

O funcionamento de um motor a combustão interna depende do aumento da pressão interna durante a etapa de compressão. Para que isso ocorra, é necessário comburente (oxigênio aspirado do ar), combustível (gasolina, álcool ou gás natural veicular) e calor (proveniente da centelha gerada nas velas). A proporção de combustível e comburente (ar-combustível) deve ser adequada para que não ocorra queima incompleta de combustível ou excesso de comburente. Só para se ter ideia, a reação interna de queima do combustível em uma rotação de 3000 RPM ocorre em cerca de 10 ms em cada ciclo (ALBALADEJO, 2013).

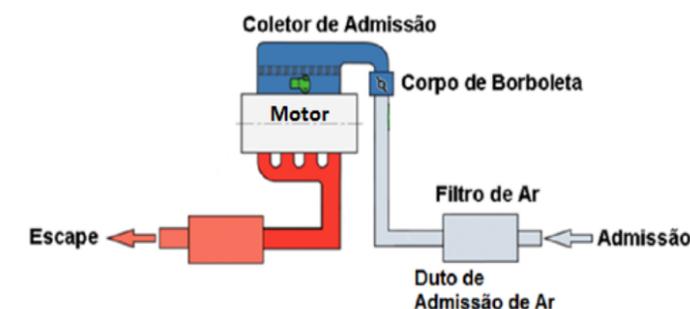
Figura 4 – Motor de quatro tempos.



Fonte: Medeiros (2018).

Para o correto funcionamento o ar deve ser admitido no duto de admissão, sendo posteriormente filtrado para eliminação de impurezas que possam prejudicar o funcionamento do motor (Figura 5). Após passar pelo filtro de ar, o ar é dosado por um corpo de borboletas e segue para o coletor de admissão. Nos motores antigos a dosagem de ar e combustível era controlada pelo carburador. Atualmente utiliza-se o sistema de injeção eletrônica que garante uma melhor relação estequiométrica entre ar e combustível. Como já discutido anteriormente, estes são aspirado pelas válvulas de admissão e queimados na câmara de combustão. Terminado o processo de combustão, os produtos finais da queima são exauridos pelas válvulas de exaustão e seguem para o escape (ALBALADEJO, 2013).

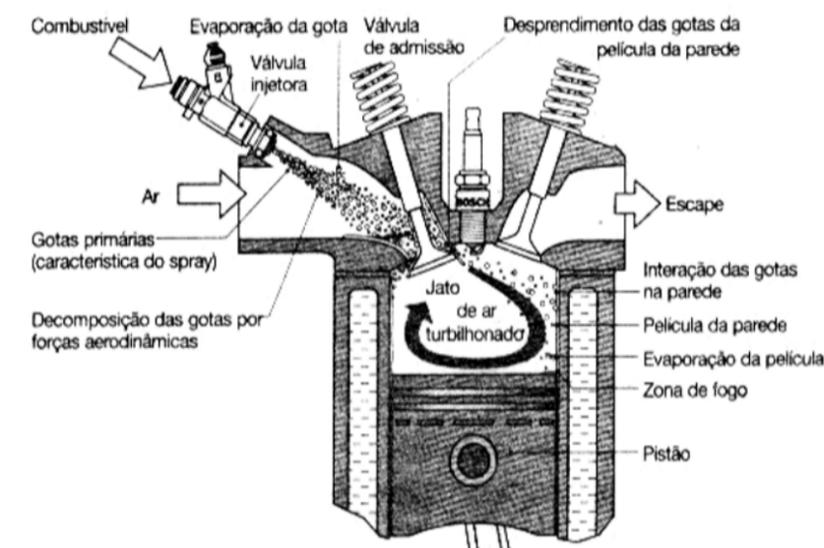
Figura 5 - Sistema de admissão de ar de um automóvel.



Fonte: Volkswagen (2009).

O combustível é dosado no motor através das chamadas válvulas injetoras (Figura 6). Nela é controlado a quantidade correta de combustível fornecida para câmara de combustão. O combustível é aspergido na forma de gotas (*spray*) e mistura-se com o ar proveniente do coletor de admissão. Deve-se observar que quanto mais turbulento for a mistura, maior será a eficiência da queima. A mistura ar-combustível segue para câmara de combustão onde ocorre a queima. Após a reação de combustão, os gases seguem para o escape (ANDRADE, 2007).

Figura 6 - Sistema de alimentação de um motor de combustão interna.



Fonte: Andrade (2006).



As velas fazem o papel de iniciar o processo de combustão. A posição e o tempo onde a vela inicia a centelha é fundamental para o desempenho de um motor de combustão interna. Se a centelha for produzida antes do pistão chegar no ponto morto superior ocorrerá uma pressão contrária ao movimento, gerando assim um trabalho negativo. Caso a centelha seja produzida depois do ponto morto superior, ocorre um aumento na transferência de calor para o bloco do motor e para o sistema de escape, pois ainda estará ocorrendo queima quando as válvulas de escapamentos estiverem abertas (CHAO et. al., 2003).

Uma variável importante no estudo do desempenho do motor a combustão interna é a eficiência volumétrica (η_v), que pode ser definida como a razão entre a vazão mássica de ar no conduto de admissão dividido pelo produto entre a densidade da mistura, o volume deslocado pelo pistão e a rotação:

$$\eta_v = \frac{2m_i}{\rho_i V_d N'} \quad (2)$$

nos quais m_i é a vazão mássica no conduto de admissão da mistura (em kg/s); ρ_i é a densidade da mistura (em kg/m³); V_d é o volume deslocado pelo pistão entre o PMI e o PMS (em m³); N' é a rotação do motor em rotações por segundo (em RPS). A potência desenvolvida pelo motor depende principalmente da quantidade de ar admitida. Maior massa de ar significa maior possibilidade de injetar mais combustível, conseqüentemente maior energia na combustão. Outra forma de aumentar a eficiência volumétrica é através da redução da densidade do ar da admissão. Para este fim utiliza-se um trocador de calor chamado de intercooler, que possui o objetivo de resfriar o ar que entra na câmara de combustão, possibilitando um aumento da vazão mássica, m_i , na Equação (2) (SILVA, 2018).

Materiais e Métodos

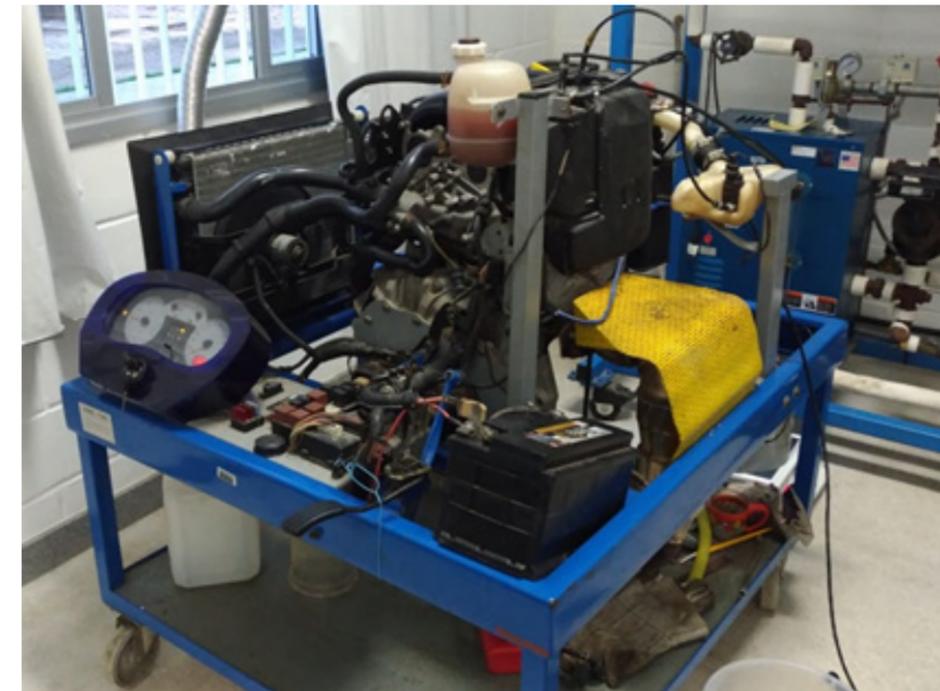
Para análise dos combustíveis foram selecionadas gasolinas provenientes de quatro postos de abastecimento, localizados no município de São Mateus, ES. No estudo, o estudante utilizou apenas a gasolina. Os combustíveis foram avaliados utilizando-se o motor de bancada disponível no Instituto Federal do Espírito Santo, IFES – São Mateus. O motor utilizado, da marca Renault, está apresentado na Figura 7. Este possui volume da câmara de combustão de 1,6 litros, podendo ser abastecido com álcool ou gasolina, com sistema de injeção eletrônica.

Para medição do consumo foi utilizado a balança analítica da marca Ramuza DPR300, com uma incerteza de 10g, disponível no laboratório de Metalografia e Química do IFES. Inicialmente o tanque de combustível da bancada foi colocado sobre a balança e realizou-se o procedimento de tarar a balança. Após tarada a balança, foi despejada a amostra de combustível no recipiente e registrou-se a massa inicial do combustível (Figura 8). Uma vez em funcionamento, o motor começou a consumir o combustível do tanque, assim, registrou-se a perda de massa a cada 1 minuto durante 20 minutos para cada amostra. Para registro do tempo, utilizou-se um cronometro com incerteza de 1 segundo.

No processo de medição da temperatura, utilizou-se a câmera termográfica da marca Testo 880 com a incerteza de 1°C na medição de temperatura. A temperatura foi monitorada no bloco do motor (onde movem-se os pistões) (Figura 9) e, para isto, precisou-se da emissividade do ferro fundido, que de acordo com a literatura, é de 0,44 (CENGEL, 2009). A mesma foi monitorada no início e no fim de cada avaliação de combustível. Tomou-se como início da medição de consumo o momento em que o eletro-ventilador do radiador do motor foi acionado. Neste momento registrou-se para cada combustível a temperatura de início dos testes. As medições foram realizadas apenas para a rotação do motor fixada em 1500 RPM.



Figura 7 - Motor de bancada Renault Clio 1.6 total flex.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 8 - Balança analítica Ramuza DPR300.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).



Figura 9 – Estudante realizando o monitoramento da temperatura do bloco do motor.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

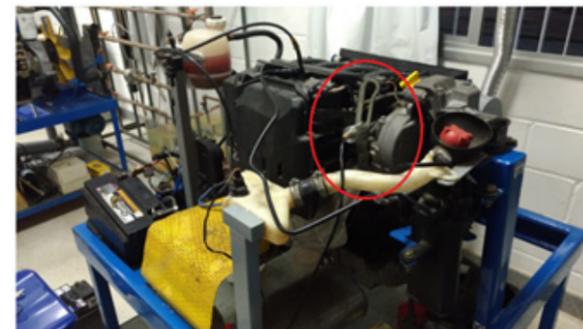
Para análise de vibração, utilizou-se o equipamento TEKNIKAO SDAV, disponível no laboratório de manutenção mecânica do IFES. O Sensor foi instalado sobre o coxim do motor para captação da vibração vertical e sobre o suporte do alternador para captação da vibração longitudinal (Figura 10).

Figura 10 – (a) Sensor instalado sobre o coxim do motor para captação da vibração vertical e (b) sensor instalado sobre o suporte do alternador para captação da vibração longitudinal.

(a)



(b)



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Para medição da quantidade de álcool nas gasolinas utilizou-se como instrumento de medição de volume uma proveta da marca DIOGOLAB, cuja a menor divisão da escala é de 5 ml. Utilizou-se cerca de 100 ml de combustível na proveta. Posteriormente adicionou-se água na gasolina, fazendo com que ocorresse uma separação de fases, conforme procedimento descrito por Ferreira (2010). A mistura heterogênea resultante, proveniente da gasolina, formou uma fase álcool e água (mais densa) e uma fase gasolina sem álcool. Mediu-se o volume inicial da gasolina (gasolina mais álcool) e o volume final da gasolina (após retirada do álcool), desta maneira calculou-se a quantidade de álcool presente na mistura.

Resultados e Discussões

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das medições da quantidade de álcool nos quatro postos onde coletou-se as amostras. As medições foram repetidas três vezes, para a obtenção da incerteza. Nesta etapa o estudante coloca em prática aprendizados adquiridos em disciplinas de física experimental. Através de medições, observou-se que as maiores porcentagens em volume de álcool são dos postos B, C e D.

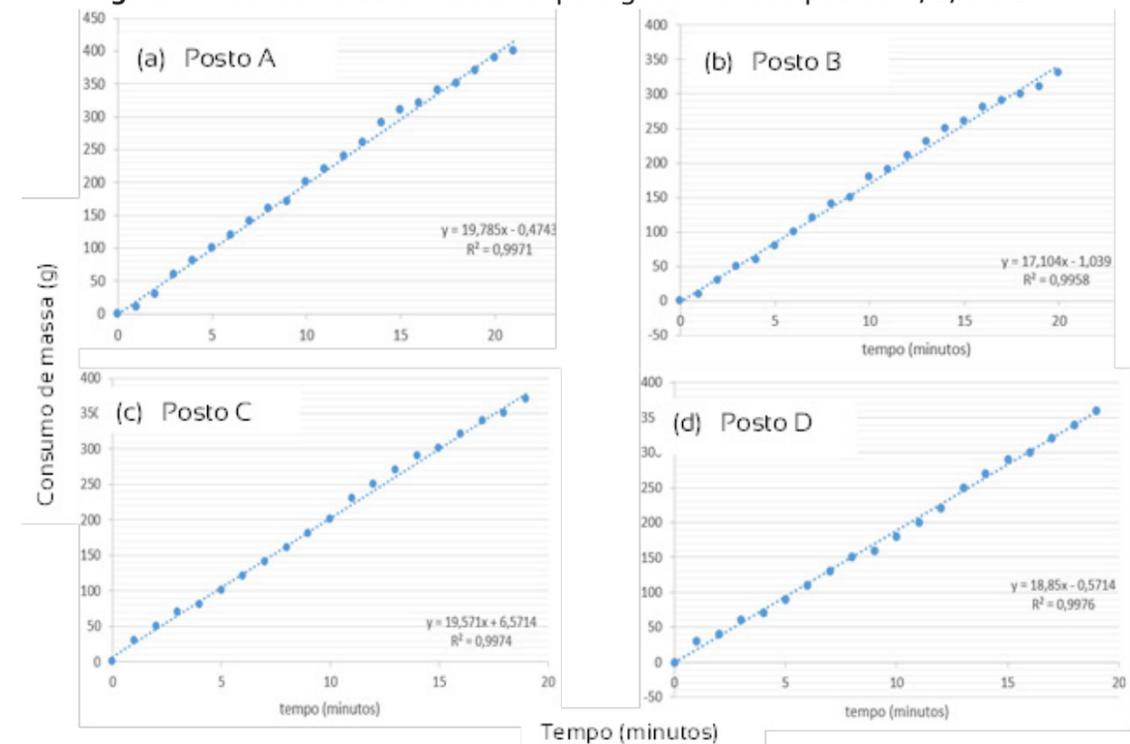
Tabela 1 - Porcentagem de álcool na gasolina.

Posto de coleta	Porcentagem em volume de álcool
A	(20 ± 2) %
B	(23 ± 2) %
C	(23 ± 2) %
D	(23 ± 2) %

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

As medidas de consumo, registradas em função do tempo, estão apresentadas na Figura 11(a) - (d) para as gasolinas coletadas nos diferentes postos. A relação do consumo com o tempo possui uma tendência tipo linear, cuja inclinação representa o consumo médio. Os resultados obtidos do ajuste linear, bem como a faixa de temperatura onde se iniciou e terminou as medidas, estão apresentados na Tabela 2.

Figura 11 – Consumo de combustível para gasolinas dos postos A, B, C e D



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).



Tabela 2 - Valores obtidos de consumo médio por unidade de tempo, para gasolinas coletadas nos postos A, B, C e D.

Posto de coleta	A	B	C	D
Consumo médio (g/min)	17 ± 2	20 ± 2	20 ± 2	19 ± 2
Faixa de temperatura (°C)	163 – 167	166 - 167	163 – 168	163 – 165

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observou-se que todas as amostras de gasolina coletadas estão conforme a legislação vigente, a Lei 10.203/01, que estabelece que a gasolina aditivada, assim como a comum, deve receber entre 20% e 24% de álcool etílico anidro combustível. O menor valor de consumo foi fornecido pelo posto A, já os maiores consumos foram fornecidos pelos demais postos. Ao longo das medições, observou-se que o bloco do motor se manteve e média entre (163 a 168) °C. A medida que a temperatura ultrapassava os 160°C o eletroventilador do motor era acionado, resfriando assim o motor durante a operação.

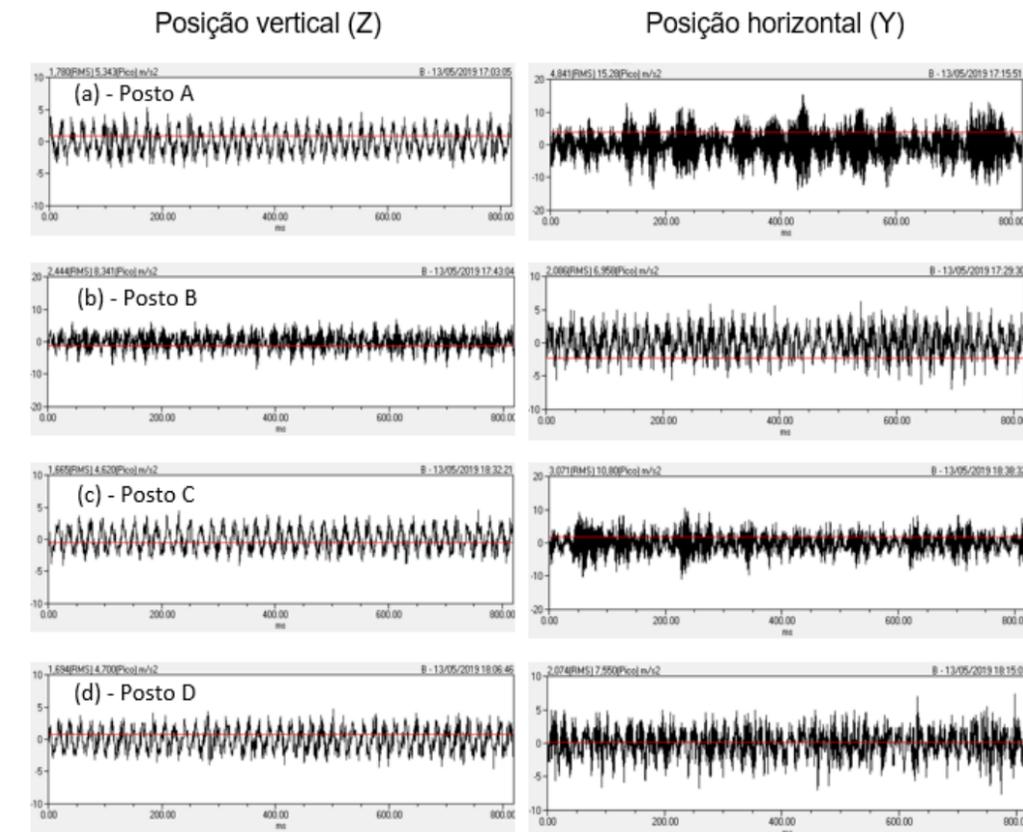
Observou-se que as gasolinas com maiores teores de álcool, apresentaram um maior consumo de massa por minuto. Este resultado está de acordo com os resultados obtidos por Carvalho (2016) e Klein (1996). O primeiro autor avaliou o desempenho de um motor a combustão interna de ciclo Otto utilizando gasolinas com 25% de álcool, gasolina com 50% de álcool, gasolina com 75% de álcool, Álcool Etílico Anidro Combustível e Álcool Etílico Hidratado Combustível. Para avaliação foi utilizado um motor de bancada do fabricante Chevrolet de 1.4 litros, um dinamômetro automotivo e uma balança analítica para medição do consumo. Analisou-se primeiramente o torque do motor em diferentes rotações para os diferentes combustíveis. O autor observou que, em média, maiores teores de álcool ocasionam em um aumento de torque disponível no motor. Posteriormente, estudou-se a relação entre potência e a rotação do motor para os combustíveis supracitados. Foi possível concluir que, em média, maiores teores de álcool na mistura acarretaram em um aumento na potência disponível do motor e conseqüentemente maior consumo de combustível.

Já o segundo autor avaliou o desempenho, utilizando como combustível álcool com diferentes teores de água destilada. Foi utilizado um motor de combustão interna de 1,6 litros, com uma taxa de compressão de 12:1 e alimentação de combustível via carburador de corpo duplo. Utilizou-se as porcentagens em massa de álcool de 94,8%, 89,0% e 84,0%. O autor observou que o torque disponível no motor reduz a medida que o teor de álcool diminui. Quanto ao consumo específico, observou-se que o combustível com 88,5% de álcool resultou em um menor consumo do que o teor de 94,8%. Klein atribuiu este fenômeno ao aumento da densidade do combustível com a adição de água destilada, o que causou maior dificuldade de o combustível escoar pelos dutos do carburador, resultando assim em um menor consumo específico.

Os gráficos de vibração (em unidades de m/s²) para o sensor posicionado na direção vertical (Z) e horizontal (Y) estão indicados na Figura 12(a) - (d) para as gasolinas coletadas nos postos A, B, C e D, respectivamente. As faixas de aceleração estão entre -5 m/s² a +5 m/s² e na faixa de tempo entre 0 ms e 800,00 ms. Na Tabela 3, está resumido os valores obtidos destas análises. Observou-se que o acelerômetro registrou valores maiores de aceleração no sentido de Y. Este fato é explicado devido a conservação do momento angular, pois o eixo virabrequim gira no sentido oposto ao da vibração. Observa-se também que a gasolina com menor teor de álcool (posto A) apresentou um maior valor de vibração no eixo Y.



Figura 12 - Resultados obtidos nos acelerômetros nas posições vertical e horizontal.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Tabela 3 – Acelerações média e máxima nas posições Z e Y.

Posição do acelerômetro	Acelerações (m/s ²)	A	B	C	D
Posição Z	média	1,78	2,09	1,69	1,67
	máxima	5,34	6,96	4,70	4,62
Posição Y	média	4,84	2,44	2,07	2,07
	máxima	15,28	8,34	7,55	7,55

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Este resultado difere do observado por Gutiérrez (2017). O autor analisou a vibração em um motor de combustão interna via ciclo Otto operando com gasolina aditivada. Em sua pesquisa, Gutiérrez utilizou gasolina aditivada com 11,6% e 10,7 de álcool. Observou-se que a gasolina de menor teor de álcool apresentou menores valores de vibração, comparando a quantidade de álcool com o presente trabalho (Posto A com 20% de álcool). A gasolina aqui analisada apresenta maiores valores de álcool, além disso a octanagem e qualidade da gasolina pode ter influenciado nos resultados aqui observados.

Enfim, para a informação dos leitores, o que é mais viável sobre o uso de combustíveis? Sabe-se da literatura que quanto à finalidade de economia e autonomia, o combustível tipo gás natural é indicado, entretanto a potência disponível pelo motor é menor, reduzindo assim a performance do veículo. O álcool proporciona uma maior potência e performance, no entanto uma menor autonomia de combustível. Economicamente a gasolina é uma opção atrativa, visto que apresenta



um desempenho intermediário entre GNV e álcool e um consumo de combustível menor que o álcool (GADELHA, 2016).

Conclusão

O trabalho aqui apresentado é relevante para o estudante, pois ele coloca em prática diversas teorias aprendidas na graduação, como interpretação do ciclo Otto real, realização de medições e interpretação de gráficos e estudo de um sistema que envolve o desempenho de uma máquina térmica e relações com gastos.

De acordo com a literatura, a porcentagem obrigatória de álcool que deve ser adicionado na gasolina é em torno de 25%. Isso é feito porque o etanol funciona como um antidetonante da gasolina nessas proporções, ou seja, ele aumenta o seu índice de octanagem, resistindo a maiores compressões. Isso se deve ao fato de o poder calorífico do etanol ser menor. Além disso, a gasolina com etanol libera menos monóxido de carbono para o meio ambiente. No entanto, a adição de etanol à gasolina acima do limite traz danos ao veículo, por exemplo, o carro começa a falhar, sendo preciso dar a partida várias vezes para voltar a funcionar; as peças do sistema de injeção eletrônica são corroídas, além dos outros problemas mostrados no texto que foi mencionado acima.

Neste trabalho, as quatro gasolinas analisadas apresentaram consumos distintos: a gasolina com menor teor de álcool (posto A, com 20% em volume de álcool) atingiu um consumo de 17 g/min, já os postos com maior teor de álcool resultaram em um consumo médio em torno de 20 g/min.

A temperatura de operação do motor a combustão interna permaneceu estável ao longo da operação, não sendo observado desvios significativos de temperaturas com a mudança de combustível. Isso é devido ao teor de gasolina estar dentro do limite estabelecido. A vibração média da gasolina com menor teor de álcool é comparável com as demais. Entretanto, a vibração vertical é maior. Isso se deve ao maior poder calorífico da gasolina, que aumenta as pressões nas partes internas do motor. Além disto observou-se destes estudos que o uso da gasolina, com teores de álcool dentro dos padrões, aumenta a eficiência do motor.

Agradecimentos

Agradecemos a FAPES e a Prograd/UFES pelo financiamento desse trabalho e concessão de bolsa de estudo.

Referências

ALBALADEJO, F. S. **Desenvolvimento de uma unidade de gerenciamento eletrônico para motores de combustão interna do ciclo Otto**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ANDRADE, G. S. **Avaliação experimental da duração de combustão para diferentes combustíveis, em um motor padrão Ciclo Otto ASTM-CFR**. 2007.

CARVALHO, M. A. S. **Avaliação de um motor de combustão interna ciclo Otto utilizando diferentes tipos de combustíveis**. Dissertação, UFBA, 2016.

CENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. **Transferência de Calor e Massa**. Amgh Editora, 2009.

CHAO, F. D.; GUOMING, G. Z.; WINKELMAN, J. **Inaudible Knock and Burn Detection Using in Cylinder Ionization Signal**, Visteon Corporation. SAE 013149, 2003.

COUTO, M. M.; DELLA CORTE, F.; ARAUJO, E. E. L. Estudo sobre a poluição atmosférica na cidade de João Monlevade, Minas gerais. **Anais do Seminário Científico da FACIG**, n. 4, 2019.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem



investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

GADELHA, N. F.; DANTAS, F. C.; LIMA, R. S. **Análise da eficiência técnica-econômica dos combustíveis em motores de ciclo Otto**. Revista Ciência e Tecnologia, v. 19, n. 35, 2016.

GOLDEMBERG, J. Energia e desenvolvimento. **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, p. 7-15, 1998.

GUTIÉRREZ, M.; PUENTE, E.; IZQUIERDO, J. Fernando I. Análisis de las vibraciones de un motor ciclo Otto con una mezcla combustible a base de gasolina y de etanol. **INNOVA Research Journal**, v. 2, n. 10, p. 138-146, 2017.

KLEIN, E. A.; MELLO, P. B. **Desempenho de um motor alimentado a álcool altamente hidratado**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências Térmicas (6.: 1996: Florianópolis). Proceedings. Rio de Janeiro: ABCM, 1996.

MEDEIROS, J. L. *et al.* **Motor TIER III e suas vantagens para funcionamento em veículos automotivos à diesel**. Revista Pesquisa e Ação, v. 4, n. 1, p. 226-231, 2018.

ROPPA, B. F. **Evolução do consumo de gasolina no Brasil e suas elasticidades: 1973 a 2003**. Monografia Instituto de Economia UFRJ, 2005.

SILVA, M. L. B., COELHO, C. A., SILVA, L. P. **Preparação de motores: Parte I: Teoria e procedimentos para dimensionar sistemas de admissão de ar, ignição e escapamentos**. Editora Gráfica Digital DMZ, 2018.

SILVA, P. C.; SANTOS, J. J. Da Economia Global às Finanças Domésticas: Trabalhando a Educação Financeira na Escola Cidadã Integral Izaura Falcão de Carvalho. **Revista Ensino de Geografia**, v. 3, n. 2, p. 161 – 179, 2020.

VAN WYLEN, G. J.; SONNTAG, R. E.; BORGNAKKE, C. **Fundamentos da termodinâmica clássica**. Edgard Blucher, 2006.



Aleitamento materno em tempos de COVID-19: uma revisão de literatura

José Artur Oliveira Pereira*; Déborah Olimpio Garcia*; Sara Maria Silva**; Amanda Barbosa Pereira**; Patrícia Leal Dantas Lobo

*Escola de Saúde Pública do Ceará.
**Universidade Federal do Ceará – UFC.
*** Universidade Federal do Ceará– UFC.

*Autor para correspondência e-mail: arturodontoufc@gmail.com

Palavras-chave
Aleitamento materno
COVID-19
Educação em saúde

Keywords
Breastfeeding
COVID-19
Health education

Resumo: A pandemia de COVID-19 causou danos à saúde pública mundial, incluindo prejuízos à prática do aleitamento materno. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é revisar a literatura, a fim de fornecer informações relevantes para orientar a prática das equipes multiprofissionais. Para tal, um levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados PubMed, Portal de Periódicos da CAPES, Cochrane, Biblioteca Virtual em Saúde e SciELO, utilizando os descritores “Breastfeeding”, “Health education” e “COVID-19” combinados entre si. Ao todo, foram selecionados 30 artigos, os quais foram publicados nos últimos 4 anos. Nota-se que existem indícios de transmissibilidade viral no aleitamento, fundamentados por resultados positivos na detecção do RNA viral em amostras de leite de mães doentes, mas essa taxa de contaminação é baixa, ainda mais quando adotados protocolos sanitários para exclusão de fatores externos. Por se tratar de uma condição recente, ainda está sendo estabelecido os impactos sociais da doença e os benefícios imunizantes relacionados ao leite materno, principalmente após a implantação de esquemas vacinais. Por um lado, já existem fortes indícios que a saúde, especialmente a mental, da díade mãe-bebê foi prejudicada pela dificuldade de contato com serviços de saúde, mas por outra perspectiva a pandemia se tornou uma oportunidade de defender a amamentação como política pública diante dos benefícios protetivos conhecidos e frente às evidências de imunização passiva dos neonatos contra o coronavírus. Conclui-se que os benefícios de amamentar são amplos em curto e em longo prazo, devendo ser uma prática defendida por toda equipe multiprofissional da saúde.

Breastfeeding in times of COVID-19: a literature review

Abstract: The COVID-19 pandemic damaged the global public health, including the practice of breastfeeding. In this context, the goal of this work is to review the literature in order to provide relevant information to guide the practice of multidisciplinary teams. To this end, a bibliographic survey was carried out in the databases PubMed, CAPES Periodical Portal, Cochrane, Virtual Health Library and SciELO, using the descriptors “Breastfeeding”, “Health Education” and “COVID-19” combined together. In total, 30 articles were selected, which were published in the last 4 years. It is noted that there are promises of viral transmissibility during breastfeeding, based on positive results in the detection of viral RNA in milk samples from sick mothers, but this contamination rate is low, even more so when health protocols are adopted to exclude external factors. As it is a recent condition, the social impacts of the disease and the immunizing benefits related to breast milk are still being predicted, especially after the implementation of vaccination schedules. On the one hand, there are already strong intentions that the health, especially the mental health, of the mother-baby dyad was harmed by the difficulty in contacting health services, but from another perspective the pandemic has become an opportunity to defend education as a public policy given the known protective benefits and evidence of passive immunization of newborns against the coronavirus. It is concluded that the benefits of breastfeeding are broad in the short and long term, and should be a practice defended by the entire multidisciplinary health team.

Recebido em: 10/04/2023
Aprovação final em: 09/06/2023

Introdução

A pandemia de COVID-19, declarada em 11 de março de 2020 pela Organização Mundial da Saúde (OMS), surgiu na província de Wuhan, China, no fim de 2019, espalhando-se por todos os continentes, vitimizando milhões de pessoas e persistindo até os dias atuais com consequências substanciais para a saúde pública (SALVATORE *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2022; NATARELLI; BRASSAROLA; FONSECA, 2022).

O avanço da pandemia impactou diretamente nos hábitos de vida e na rotina de serviços de assistência e promoção em saúde, inclusive nas práticas de apoio ao binômio mãe-bebê no que tange a amamentação e a doação de leite materno (NATARELLI; BRASSAROLA; FONSECA, 2022). Sabe-se que mulheres até o 14º dia pós-parto são consideradas grupo de risco para desenvolver quadros graves de COVID-19. Entretanto, pouco se compreende sobre a probabilidade de transmissão durante o aleitamento, as chances do neonato de desenvolver a doença e se as mães contaminadas devem ser separadas dos recém-nascidos (SALVATORE *et al.*, 2020; PACE *et al.*, 2021b; SOUZA *et al.*, 2022).

As evidências sobre a transmissibilidade são controversas, tendo em conta que essa é uma condição viral nova, com altas taxas de contágio e mutabilidade, cujas consequências clínicas e forma de tratamento ainda estão em investigação. Por outro lado, já está bem estabelecido que a transmissão através do leite humano pode ocorrer, por exemplo, em casos relacionados ao vírus da imunodeficiência humana, ao citomegalovírus e ao vírus linfotrópico de células T humanas (LACKEY *et al.*, 2020).

O aleitamento materno, no entanto, traz inúmeros benefícios, a curto e a longo prazo, especialmente pelas propriedades imunológicas, tornando-se um fator de proteção para o lactente, que ainda se encontra em desenvolvimento de imunidade própria (LIMA *et al.*, 2020; NATARELLI; BRASSAROLA; FONSECA, 2022). Durante a amamentação, ainda, o exercício de sucção estimula o correto desenvolvimento da dentição, oclusão, fala e respiração do bebê (PÉREZ-BERMEJO; PERIS-OCHANDO; MURILLO-LLORENTE, 2021).

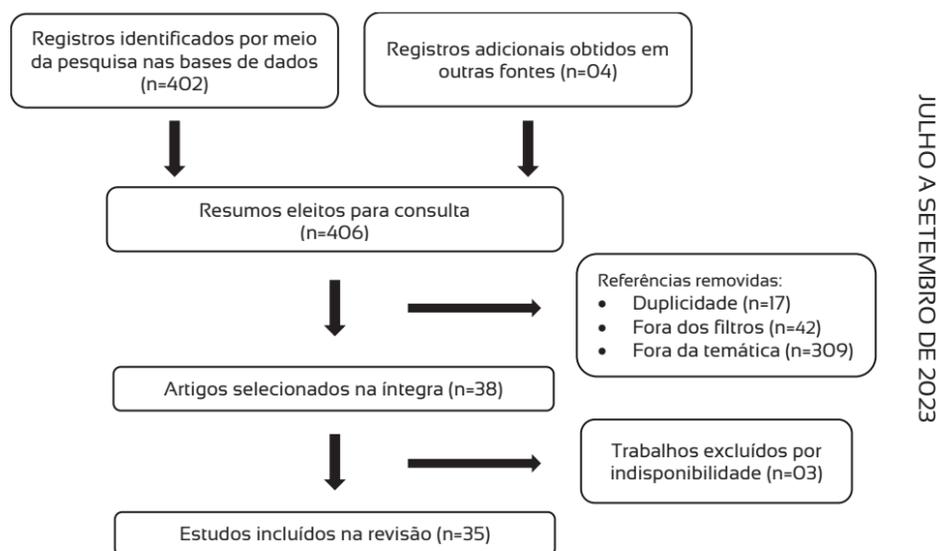
Além disso, o Ministério da Saúde do Brasil ressalta que o leite materno é o alimento mais importante para as crianças por ser rico em nutrientes essenciais para o crescimento saudável e também proporciona uma menor propensão ao desenvolvimento de obesidade, anemia ou doenças crônicas quando ofertado por tempo adequado (LIMA *et al.*, 2020). Dessa forma, o aleitamento materno exclusivo é altamente recomendado para os primeiros 6 meses de vida e para complementar a alimentação por até 2 anos ou mais (NATARELLI; BRASSAROLA; FONSECA, 2022).

Diante da escassez de informações a respeito da segurança do aleitamento materno durante a pandemia de COVID-19 e considerando a importância que essa prática representa para a saúde tanto das crianças quanto das puérperas, objetiva-se que este estudo apoie a atuação das equipes multiprofissionais na promoção e na educação em saúde materno-infantil.

Metodologia

O presente estudo consiste em uma revisão de literatura na qual foram realizadas buscas, entre os meses de julho e setembro de 2023, nas bases de dados PubMed, Portal de Periódicos da CAPES, Cochrane, Biblioteca Virtual em Saúde e SciELO, utilizando o operador booleano AND para combinar os seguintes Descritores em Ciências da Saúde/*Medical Subject Headings* (DeCS/MeSH) entre si: “Breastfeeding”, “Health Education” e “COVID-19”. Os filtros empregados no levantamento bibliográfico corresponderam ao período de publicação nos últimos 4 anos e obras completas publicadas em língua portuguesa ou inglesa. Buscou-se artigos que abordassem os efeitos do aleitamento materno na saúde pública em relação ao surgimento da pandemia por COVID-19 e as repercussões dessa condição viral na prática da amamentação. Foram incluídas revisões, relatos de experiência, pesquisas laboratoriais e clínicas, excluindo, porém, textos repetidos e/ou fora da temática almejada. Ao todo, foram encontrados 402 artigos e, adicionalmente, foram analisados 4 estudos descobertos por meio de pesquisas na literatura cinzenta. Após leitura crítica de títulos e resumos, empregando os critérios de inclusão e de exclusão mencionados, selecionou-se um total de 35 trabalhos considerados relevantes. O fluxograma das buscas está disposto na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de pesquisa nas bases de dados selecionadas.



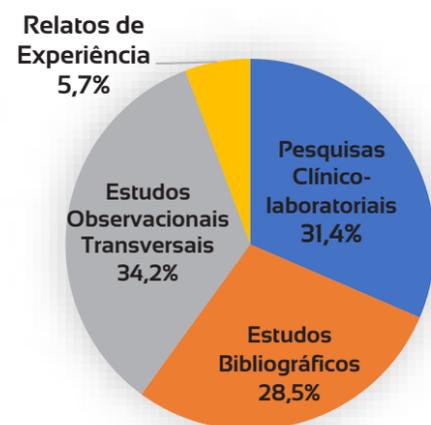
Fonte: Autoria própria (2023).

Resultados e Discussão

Um total de 402 estudos foram encontrados. A pesquisa no Portal de Periódicos da CAPES forneceu 99 resultados. A busca na PubMed trouxe 173 artigos, enquanto 111 trabalhos foram encontrados na BVS e outros 18 foram identificados na plataforma da Cochrane. Apenas 1 estudo foi encontrado após a busca na base SciELO.

Os artigos selecionados foram trabalhos observacionais transversais usando questionários ou entrevistas (34,2%), pesquisas clínico-laboratoriais (31,4%) e estudos bibliográficos (28,5%), seguido por relatos de experiência (5,7%), como esquematizado no Gráfico 1.

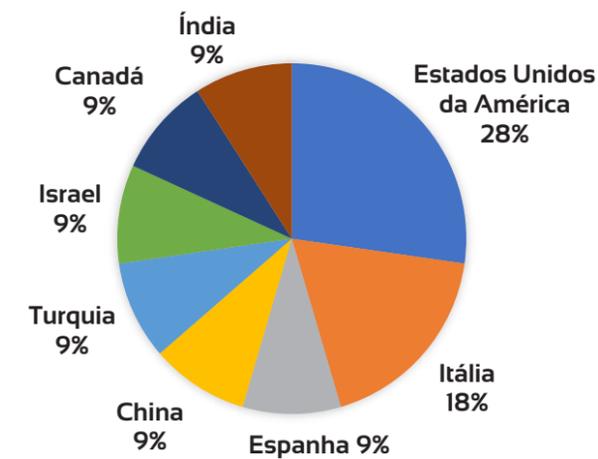
Gráfico 1 - Divisão de artigos de acordo com a metodologia empregada.



Fonte: Autoria própria (2023).

Dentre os 11 estudos de caráter exploratório clínico e laboratorial, os Estados Unidos da América e a Itália foram os países com maior produção científica sobre a temática (Gráfico 2).

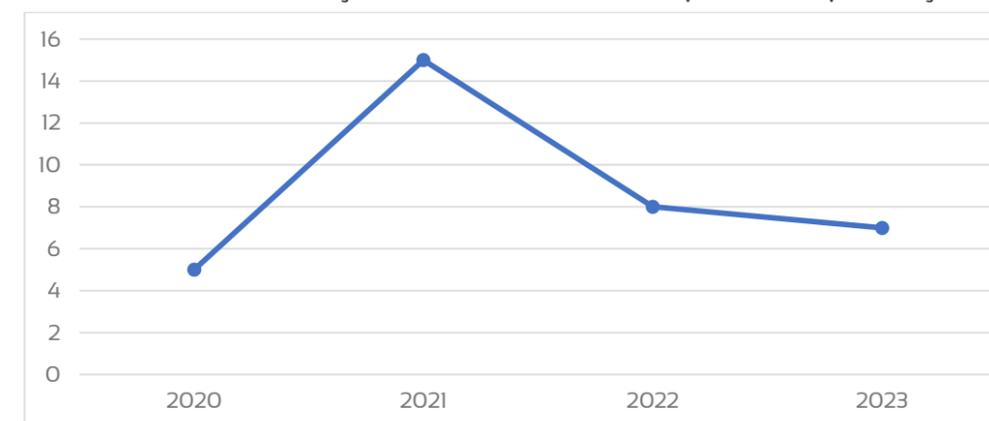
Gráfico 2 - Distribuição geográfica de estudos clínico-laboratoriais por país.



Fonte: Autoria própria (2023).

Ademais, 15 artigos selecionados foram publicados no ano de 2021, seguido por 8 em 2022, 7 em 2023 e, por fim, 5 em 2020, ano inicial da pandemia (Tabela 3).

Gráfico 3 - Distribuição do número de estudos por ano de publicação.



Fonte: Autoria própria (2023).

Quanto à transmissão de vírus SARS-CoV-2 pelo leite materno, alguns estudos clínicos apresentaram percentuais referentes à prevalência de amostras de leite materno contaminadas em casos nos quais as mães foram diagnosticadas com a doença. Conforme sumarizado no Quadro 1, apenas um trabalho demonstrou resultados positivos nos testes de reação em cadeia da polimerase em tempo real para o RNA viral.

O estudo de revisão de Caparros-Gonzalez *et al.*, 2020, apresentou algumas evidências para sustentar o potencial de desenvolvimento de infecções por SARS-CoV-2, relatando 5 casos de neonatos contaminados pelo leite materno. Por sua vez, o trabalho bibliográfico de Warner e Arevalo, publicado em 2022, encontrou uma taxa de transmissão viral média de 2,35% em casos de mães infectadas amamentando.

Ainda no que tange os estudos clínicos que investigaram as taxas de transmissibilidade viral por meio da amamentação, destaca-se o estudo israelita de Shlomai *et al.* (2021), que avaliou 55 mães com COVID-19 após o parto em hospitais do país. Essas mulheres foram separadas dos recém-nascidos, que foram triados até 48 horas após o parto, e receberam orientações para prevenir contaminação antes da alta hospitalar.



Quadro 1 - Artigos com prevalência de amostra de leite positivas para RNA viral de acordo com número total de lactantes com COVID-19.

Autores	País	Lactantes com COVID-19 (n)	Prevalência de amostras de leite contaminadas (%)
Salvatore <i>et al.</i> , 2020	Estados Unidos	64	0
Kilic <i>et al.</i> , 2021	Turquia	15	26,6
Pace <i>et al.</i> , 2021a	Estados Unidos	64	0
Pace <i>et al.</i> , 2021b	Estados Unidos	18	0
Thanigainathan <i>et al.</i> , 2021	Índia	30	0
Guo <i>et al.</i> , 2022	China	6	0

Fonte: Autoria própria (2023).

No estudo em questão, todos os recém-nascidos foram rastreados para SARS-CoV-2 por swab nasofaríngeo. Vale ressaltar que apenas um total de 74,5% dos recém-nascidos foram alimentados com o leite materno até a alta e somente 85% das mães amamentaram os bebês após esse período. A reavaliação clínica dos participantes ocorreu entre 14 e 21 dias após a saída da unidade hospitalar. Em conclusão, os autores não identificaram nenhuma infecção viral por SARS-CoV-2 nos neonatos alimentados no hospital ou amamentados em casa, inferindo que a amamentação não transmite a doença das mães para os filhos lactentes, desde que precauções higiênicas sejam tomadas (SHLOMAI *et al.*, 2021).

Um estudo realizado na Itália por Lugli *et al.*, em 2020, relatou o caso de um recém-nascido prematuro que, embora alimentado inadvertidamente com leite positivo para SARS-CoV-2, não desenvolveu sintomas e apresentou resultados negativos para o vírus nos testes de swab nasofaríngeo e de fezes nos dias 8, 10 e 18 de vida. Os autores concluíram que, apesar de o leite materno ter a possibilidade de ser um veículo do material viral, os infantes podem não se infectar.

Dentre os artigos incluídos na presente revisão que abordaram os impactos sociais que pandemia ou que as formas adotadas de enfrentamento à doença causaram, tem-se como exemplo o estudo de Brown e Shenker, em 2021, no qual foram entrevistadas 1219 mães lactantes no Reino Unido de bebês até 1 ano de vida. Os resultados mostraram que mulheres com menor escolaridade, com dificuldades econômicas e de origens étnicas negras e minoritárias eram mais propensas a interromper a amamentação por causa do *lockdown*.

Os estudos de St Croix (2021), e Latorre *et al.* (2021) também avaliaram os impactos sociais que a pandemia de COVID-19 trouxe para as taxas de aleitamento materno nas populações estudadas. Enquanto o primeiro artigo discutiu as repercussões nos serviços de saúde e na economia local, destacando que o isolamento social e o ônus econômico representaram desafios a prática da amamentação, o segundo complementou esses prejuízos ao relatar que a imposição de *lockdowns*, visando conter a disseminação da doença, pareceu ter tido um efeito negativo no início, na duração e na exclusividade do ato de amamentar pelo período recomendado por instituições de saúde pública.

Nesse contexto, o estudo japonês de Nanishi *et al.*, em 2022, avaliou 484 mulheres que tiveram filhos antes ou durante a pandemia. Concluiu-se que os dois grupos não diferiam significativamente em relação ao histórico socioeconômico, mas a intenção de amamentar foi menor para as mães que deram à luz durante o tempo pandêmico do que para aquelas em que o parto foi antes desse período.

A falta de apoio social, a saúde mental prejudicada, as dificuldades de contato com serviços de saúde e o acúmulo de responsabilidades no âmbito doméstico com o confinamento social, responsável pelo fechamento de escolas e empresas, foram alguns fatores relevantes e em comum nas pesquisas que tratam do cenário desafiador à amamentação (SAKALIDIS *et al.*, 2021; PIANKUSOL *et al.*, 2021; BEHESHTI *et al.*, 2022).



Os estudos publicados de Silva *et al.* (2023) e de Ickes *et al.* (2023) trouxeram respectivamente dados as percepções das lactantes e das equipes de saúde das implicações da pandemia no aleitamento. A primeira publicação abordou 24 mães brasileiras nas quais foram identificadas vulnerabilidades da saúde mental e fragilidades em receber ações de promoção da saúde devido à interrupção das consultas de puericultura. Já a segunda obra, com 26 profissionais entrevistados, tratou que todos incluíam momentos para explicar a importância de amamentação exclusiva até 06 meses nos atendimentos clínicos.

O estudo indonésio de Samaria, Marcelina e Florensia, publicado em 2023, mensurou a qualidade da amamentação de 118 entrevistadas de junho a julho de 2021 descobrindo que, enquanto a ansiedade tem um efeito negativo na amamentação, vínculo e apoio social apresentam influências positivas, sendo a educação em saúde essencial para aumentar a aptidão para o aleitamento e construir interações mais positivas de mães com filhos.

Os estudos de Parlak, Öz e Küçükkelepçe, na Turquia, e de Wesolowska *et al.*, na Polônia, ambos publicados em 2023, obtiveram resultados interessantes no quesito impacto da educação no aleitamento materno seguro em tempos de pandemia. Os autores do primeiro artigo abordaram que, dentre das 405 mães questionadas, a taxa de vacinação contra COVID-19 era maior naquelas terminavam o ensino médio (89%) contra as que não concluíram (77,7%). Já o outro grupo de pesquisadores, constatou, após questionário com 1485 mulheres, que a chance de amamentar o bebê até 06 meses era mais de duas vezes maior se a mãe tivesse nível superior completo.

O estudo de caso controle de Nismath *et al.*, 2023, acompanhou 126 mães no pós-parto de 48 horas, sendo a metade diagnosticada com COVID-19 e a outra como controle. A pesquisa concluiu que a taxa de amamentação é significativamente menor no grupo com a doença e o motivo citado por 67% dessas mulheres é o medo de transmissão para o neonato pelo leite.

Dentre os artigos que abordaram a vacinação, tem-se a pesquisa laboratorial *in vitro* de Calvo-Lerma *et al.*, 2022, cuja conclusão trouxe que a vacinação de mães que amamentam é uma ferramenta interessante para fornecer uma defesa passiva contra o SARS-CoV-2, ainda mais resistente do que a gerada pela infecção prévia com o vírus. Os autores também discorrem sobre o infante receber níveis reduzidos de anticorpos IgA e IgG após efeito do trato gastrointestinal no leite materno.

A revisão sistemática de Pérez-Bermejo, Peris-Ochando e Murillo-Llorente, publicada em 2021, afirmou, com base nos dados coletados, que as respostas imunes induzidas por vacinação foram significativamente maiores do que as respostas naturais à infecção e que não encontraram efeitos adversos na aplicação das vacinas durante a gravidez.

Outra revisão sistemática mais recente, dessa vez publicada por Dimitroglou *et al.* (2023), concluiu que a infecção com SARS-CoV-2 e a vacinação contra o vírus provocam uma resposta imunológica materna em período de 1 a 2 semanas, mediadas por IgA quando contaminadas ou por IgG quando imunizadas. Consequentemente, essas mães podem transmitir imunoglobulinas específicas com capacidade neutralizante para seus bebês por meio do leite.

No tema dos imunizantes, o estudo observacional de Ceulemans *et al.*, em 2021, realizado por meio de questionário online nos países da Bélgica, Noruega, Holanda, Suíça, Irlanda e Reino Unido, revelou que cerca de 60 a 70% de 16063 mulheres gestantes ou puérperas eram favoráveis à recepção da vacina para COVID-19. No entanto, os autores ressaltaram que a cobertura necessária para imunidade de rebanho depende da eficácia da vacina, da duração do efeito imunizante e dos níveis de reprodução viral, com estimativas variando entre 60% e 90% da população.

Adicionalmente, os relatos de casos de Lima *et al.* (2020) e Menezes Peixoto (2021), ambos realizados no Brasil, destacaram a importância de educação em saúde como estratégia de enfrentamento da pandemia por COVID-19. O primeiro estudo ressaltou a necessidade de atualizações constante das equipes multiprofissionais que atuam no enfrentamento da condição viral. O segundo discorreu sobre a Atenção Primária em Saúde (APS) permitir trabalhar o empoderamento da comunidade por meio da longitudinalidade do cuidado e da criação de vínculo inerentes a esse nível da rede.

Diante da situação apresentada percebe-se que, quase quatro anos após a declaração de estado de pandemia pela OMS, bastante foi aprendido e ainda há muito a ser conhecido sobre o vírus.



Diante disso, a presente revisão encontrou informações variadas nas áreas de transmissibilidade e imunização via leite materno. Tal resultado não é inesperado tendo em vista que as dificuldades em se obter evidências diretas.

Por outro lado, à medida que mais informações foram coletadas ao longo desse período, observa-se uma coesão gradual sobre os impactos da pandemia no aleitamento materno e quais recomendações devem ser seguidas. Atualmente, inclusive, protocolos menos rígidos de enfrentamento estão em vigor com a ampla disponibilidade de vacinas.

Observa-se, também, que o aleitamento recebeu atenção desde o início da pandemia e persistindo até o ano presente de escrita do trabalho. O grande destaque do número de publicações envolvendo a temática ocorreu em 2021 e pressupõe-se que seja devido ao maior esclarecimento da estrutura viral, não obstante foi o ano em que os imunizantes foram distribuídos em massa para a população e, em seguida, foram surgindo os artigos acompanhando os efeitos vacinais na amamentação.

Embora a presença de RNA viral tenha sido identificada em amostras de leite em alguns estudos, à princípio o vírus não apresenta condições de infectar os bebês. Mesmo as amostras ímpares de leite materno positivas, como no estudo de Kilic *et al.* (2021), podem ser devidas à contaminação por fatores externos. Além disso, a transmissibilidade de anticorpos contra SARS-CoV-2 por meio do aleitamento materno representa um fator protetor passivo em crianças a ser considerado.

Tanto a amamentação direta quanto pela oferta de leite materno doado parecem ser práticas seguras em casos de mães diagnosticadas com COVID-19, desde que medidas de precaução, como higiene das mãos e uso de máscara, sejam adotadas, visto que os benefícios comprovados da amamentação a curto e a longo prazo ainda superam os riscos de uma possível transmissão horizontal (NATARELLI; BRASSAROLA; FONSECA, 2022). Além disso, a introdução precoce de bebês à alimentação com fórmula pode levar a um aumento da carga financeira sobre indivíduos e o sistema de saúde. (ST CROIX, 2021).

Como discutido no estudo de St. Croix, em 2021, embora o próprio vírus SARS-CoV-2 não afete a capacidade da mãe de amamentar, os impactos indiretos do COVID-19 representam uma ameaça para taxas de amamentação por meio do confinamento social familiar, realocação de recursos da saúde pública e aumento do estresse materno. Conclusão similar ao estudo qualitativo de Silva *et al.* (2023) sobre a percepção das lactantes na pandemia, que relataram interrupção das consultas de puericultura e saúde mental prejudicada.

No que tange a equipe multiprofissional que atende a díade mãe-bebê, é importante destacar a necessidade de uma atenção especial para promoção de saúde, em especial no bem-estar mental. Conhecer os principais sinais de uma saúde mental prejudicada, como sinalizado por Piankusol *et al.* (2021), e detectar precocemente essas alterações, como preconizado por Beheshti *et al.* (2022), são atitudes essenciais dos profissionais na prestação da assistência de qualidade e segura ao paciente e familiares, podendo acionar a rede de serviços quando necessário um atendimento de atenção psicossocial mais complexo (LIMA *et al.*, 2020).

Como visto no estudo de caso controle de Nismath *et al.*, em 2023, mães com COVID-19 tendem a amamentar menos os filhos em relação a mulheres saudáveis, sendo o principal motivo encontrado na pesquisa o medo de transmissão pelo leite. Esses dados sugerem uma necessidade de educação em saúde desse público com profissionais capacitados como citado no trabalho em questão e como já defendido anteriormente por Nanishi *et al.*, em 2022, sobre a importância dessa informação ser segura e atualizada.

Todas as mães de recém-nascidos precisam compreender os benefícios nutricionais e imunológicos do leite materno para então conscientemente considerar as opções alimentares dos filhos (GUO *et al.*, 2022). Importante citar que apesar de taxas de transmissão da doença terem reduzido com o tempo, ainda há a possibilidade de práticas errôneas continuarem no que tange a amamentação.

Vale ressaltar, ainda, que em regiões com situações epidemiológicas mais graves, diante do medo e das consequências sociais danosas da doença, a decisão de reduzir ou interromper a amamentação pode se tornar majoritária como abordado no estudo de Piankusol *et al.* (2021).



Assim, justifica-se a maior atenção a esse público, pois mulheres que amamentam geralmente têm preocupações específicas sobre os efeitos de certas exposições, como infecções e medicamentos, nas crianças amamentadas.

Diante do exposto, a educação em saúde é considerada uma estratégia valiosa no enfrentamento dessa situação atípica, pois integra o conhecimento popular ao científico por meio do envolvimento do indivíduo e da comunidade. Esse processo busca incentivar as pessoas a adotarem novos padrões de vida, a utilizarem os serviços de saúde disponíveis e a tomarem decisões autônomas para melhorar as condições de saúde, conforme abordado no trabalho de Menezes e Peixoto em 2021, que consistiu em uma experiência exitosa de ações de promoção do aleitamento materno em tempos de pandemia por SARS-CoV-2.

Finalmente, existem várias limitações nesta revisão. Em primeiro lugar, a literatura sobre a COVID-19 continua se atualizando constantemente, principalmente com o surgimento de novas variantes. Em segundo, o processo de vacinação, com suas devidas implicações no aleitamento materno, ainda é recente, devendo ser analisado a funcionalidade e a duração dos anticorpos transmitidos pelo leite. Por fim, o período de pesquisa para este estudo encerrou-se em setembro de 2023, sendo possível, portanto, que alguns avanços na temática já tenham surgido quando este estudo foi concluído.

Conclusão

Conclui-se que, apesar dos riscos, o aleitamento materno possui amplos benefícios para a saúde pública em curto e em longo prazo. É de suma importância, portanto, fornecer informações seguras e atualizadas sobre a relação dessa prática com a COVID-19, especialmente considerando a rapidez na qual o conhecimento sobre o vírus está mudando com o surgimento de variantes e o desenvolvimento de alternativas de imunização.

A equipe multiprofissional que atua no cuidado materno-infantil necessita trabalhar promoção da saúde e apropriação da temática pela população, de modo que esta desenvolva autonomia para praticar o aleitamento materno de forma consciente e segura em tempos de pandemia pelo coronavírus.

Por fim, os resultados de transmissão de imunidade via leite materno se mostram promissores e devem ser considerados como mais um fator benéfico para estimular a amamentação.

Referências

- BEHESHTI, M. A. Z.; ALIMORADI, Z.; BAHRAMI, N.; ALLEN, K. A.; LISSACK, K. Predictors of breastfeeding self-efficacy during the covid-19 pandemic. *Journal of Neonatal Nursing*, v. 28, n. 5, p. 349-355, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135518412100140X>. Acesso em: 14 jul. 2023.
- BROWN, A.; SHENKER, N. Experiences of breastfeeding during COVID-19: Lessons for future practical and emotional support. *Maternal & child nutrition*, v. 17, n. 1, p. e13088, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/mcn.13088>. Acesso em: 14 jul. 2023.
- CALVO-LERMA, J.; BUENO-LLAMOYA, P.; BÄUERL, C.; CORTÉS-MACIAS, E.; SELMA-ROYO, M.; PÉREZ-CANO, F.; LERIN, C.; MARTÍNEZ-COSTA, C.; COLLADO, M. C. Persistence of Anti SARS-CoV-2 Antibodies in Breast Milk from Infected and Vaccinated Women after In Vitro-Simulated Gastrointestinal Digestion. *Nutrients*, v. 14, n. 10, p. 2117, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/14/10/2117>. Acesso em: 14 jul. 2023.
- CAPARROS-GONZALEZ, R. A.; PÉREZ-MORENTE, M. A.; HUESO-MONTORO, C.; ÁLVAREZ-SERRANO, M. A.; TORRE-LUQUE, A. Congenital, intrapartum and postnatal maternal-fetal-neonatal SARS-CoV-2 infections: A narrative review. *Nutrients*, v. 12, n. 11, p. 3570, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/11/3570>. Acesso em: 05 ago. 2023.



CEULEMANS, M.; FOULON, V.; PANCHAUD, A.; WINTERFELD, U.; POMAR, L.; LAMBELET, V.; CLEARLY, B.; O'SHAUGHNESSY, F.; PASSIER, A.; RICHARDSON, J. L. Vaccine willingness and impact of the COVID-19 pandemic on women's perinatal experiences and practices—A multinational, cross-sectional study covering the first wave of the pandemic. **International journal of environmental research and public health**, v. 18, n. 7, p. 3367, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/7/3367>. Acesso em: 14 jul. 2023.

DIORENZO, M. A.; O'CONNOR, S. K.; EZEKWESILI, C.; SAMPATH, S.; ZHAO, M.; YARRINGTON, C.; PIERRE, C. COVID-19 guidelines for pregnant women and new mothers: A systematic evidence review. **International Journal of Gynaecology and Obstetrics**, v. 153, n. 3, p. 373, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9087670/>. Acesso em: 17 ago. 2023.

DIMITROGLOU, M.; SOKOU, R.; IACOVIDOU, N.; POULIAKIS, A.; KAFALIDIS, G.; BOUTSIKOU, T.; ILIODROMITI, Z. Anti-SARS-CoV-2 Immunoglobulins in Human Milk after Coronavirus Disease or Vaccination—Time Frame and Duration of Detection in Human Milk and Factors That Affect Their Titers: A Systematic Review. **Nutrients**, v. 15, n. 8, p. 1905, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/15/8/1905>. Acesso em: 16 set. 2023.

GALINDO-SEVILLA, N. D. C.; CONTRERAS-CARRETO, N. A.; ROJAS-BERNABÉ, A.; MANCILLA-RAMÍREZ, J. Breastfeeding and COVID-19. **Gaceta médica de México**, v. 157, n. 2, p. 201-208, 2021. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0016-38132021000200201&script=sci_abstract&lng=en. Acesso em: 05 ago. 2023.

GAVINE, A.; MARSHALL, J.; BUCHANAN, P.; CAMERON, J.; LEGER, A.; ROSS, S.; MURAD, A.; MC-FADDEN, A. Remote provision of breastfeeding support and education: Systematic review and meta-analysis. **Maternal & Child Nutrition**, v. 18, n. 2, p. e13296, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/mcn.13296>. Acesso em: 14 ago. 2023.

GUO, J.; TAN, M.; ZHU, J.; TIAN, Y.; LIU, H.; LUO, F.; WANG, J.; HUANG, Y.; ZHANG, Y.; YANG, Y.; WANG, G. Proteomic analysis of human milk reveals nutritional and immune benefits in the colostrum from mothers with COVID-19. **bioRxiv**, 2022. Disponível em: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.02.25.481966v1.abstract>. Acesso em: 12 ago. 2023.

ICKES, S. B.; LEMEIN, H.; ARENSEN, K.; KINYUA, J.; DENNO, D. M.; SANDERS, H. K.; WALSON, J. L.; MARTIN, S. L.; NDUATI, R.; PALMQUIST, A. E. L. Perinatal care and breastfeeding education during the COVID-19 pandemic: Perspectives from Kenyan mothers and healthcare workers. **Maternal & Child Nutrition**, p. e13500, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/mcn.13500>. Acesso em: 16 set. 2023.

KILIC, T.; KILIC, S.; BERBER, N. K.; GUNDUZ, A.; ERSOY, Y. Investigation of SARS-CoV-2 RNA in milk produced by women with COVID-19 and follow-up of their infants: A preliminary study. **International Journal of Clinical Practice**, v. 75, n. 7, p. e14175, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ijcp.14175>. Acesso em: 11 ago. 2023.

LACKEY, K. A.; PACE, R. M.; WILLIAMS, J. E.; BODE, L.; DONOVAN, S. M.; JÄRVINEN, K. M.; SEPPO, A. E.; RAITEN, D. J.; MEEHAN, C. L.; MCGUIRE, M. A.; MCGUIRE, M. K. SARS-CoV-2 and human milk: What is the evidence?. **Maternal & child nutrition**, v. 16, n. 4, p. e13032, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/mcn.13032>. Acesso em: 16 ago. 2023.

LATORRE, G.; MARTINELLI, D.; GUIDA, P.; MASI, E.; BENEDICTIS, R.; MAGGIO, L. Impact of COVID-19 pandemic lockdown on exclusive breastfeeding in non-infected mothers. **International Breastfeeding Journal**, v. 16, n. 1, p. 1-7, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13006-021-00382-4>. Acesso em: 12 ago. 2023.

LIMA, M. V. C. LIMA, T. J. A.; OLIVEIRA, K. K. D.; FERREIRA, V. O.; MOURA, K. M. Assistência ao



binômio mãe e lactante com covid-19: um relato de experiência. **Revista Enfermagem Atual**, p. [e-020013], 2020. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/09/1290722/813-texto-do-artigo-3638-1-10-20200904.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.

LUGLI, L.; BEDETTI, L.; LUCACCIONI, L.; GENNARI, W.; LEONE, C.; ANCORA, G.; BERARDI, A. An uninfected preterm newborn inadvertently fed SARS-CoV-2-positive breast milk. **Pediatrics**, v. 146, n. 6, 2020. Disponível em: <https://publications.aap.org/pediatrics/article/146/6/e2020004960/33531/An-Uninfected-Preterm-Newborn-Inadvertently-Fed>. Acesso em: 10 ago. 2023.

MENEZES, T. N.; PEIXOTO, M. T. S. EDUCAÇÃO EM SAÚDE NA ATENÇÃO PRIMÁRIA EM TEMPOS DE COVID-19: UMA EXPERIÊNCIA NO AGOSTO DOURADO. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 3, p. 294-304, 2021. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/10030>. Acesso em: 16 ago. 2023.

NANISHI, K.; OKAWA, S.; HONGO, H.; SHIBANUMA, A.; ABE, S. K.; TABUCHI, T. Influence of the COVID-19 pandemic on breastfeeding support for healthy mothers and the association between compliance with WHO recommendations for breastfeeding support and exclusive breastfeeding in Japan. **PeerJ**, v. 10, p. e13347, 2022. Disponível em: <https://peerj.com/articles/13347/>. Acesso em: 22 ago. 2023.

NATARELLI, T. R. P.; BRASSAROLA, H. G. M.; FONSECA, L. M. M. Breastfeeding during the COVID-19 pandemic: what do we know so far?. **Einstein**, v. 20, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/dscvTs9RNwLjdz3yFDmtlKGC/abstract/?lang=en>. Acesso em: 14 jul. 2023.

NISMATH, S.; RAO, S. S.; ADDALA, S.; RAVIKIRAN, S. R.; KAMATH, N. Breastfeeding Self-efficacy in COVID-19 Positive Postpartum Mothers in a Community Maternal Facility in South India: A Case Control Study. **Ethiopian journal of health sciences**, v. 33, n. 1, 2023. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ejhs/article/view/244583>. Acesso em: 16 set. 2023.

PACE, R. M.; WILLIAMS, J. E.; JÄRVINEN, K. M.; MEEHAN, C. L.; MARTIN, M. A.; LEY, S. H.; BARBOSA-LEIKER, C.; ANDRES, A.; YERUVA, L.; BELFORT, M. B.; CAFFÉ, B.; NAVARRETE, A. D.; LACKEY, K. A.; PACE, C. D. W.; GOGEL, A. C.; FEHRENKAMP, B. D.; KLEIN, M.; YOUNG, B. E.; ROSEN-CAROLE, C.; DIAZ, N.; GAW, S. L.; FLAHERMAN, V.; MCGUIRE, M. A.; MCGUIRE, M. K.; SEPPO, A. E. Milk from women diagnosed with COVID-19 does not contain SARS-CoV-2 RNA but has persistent levels of SARS-CoV-2-specific IgA antibodies. **Frontiers in immunology**, v. 12, 2021a. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8733294/>. Acesso em: 18 ago. 2023.

PACE, R. M.; WILLIAMS, J. E.; JÄRVINEN, K. M.; BELFORT, M. B.; PACE, C. D.; LACKEY, K. A.; GOGEL, A. C.; MCGUIRE, M. K. Characterization of SARS-CoV-2 RNA, antibodies, and neutralizing capacity in milk produced by women with COVID-19. **MBio**, v. 12, n. 1, p. e03192-20, 2021b. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/mBio.03192-20>. Acesso em: 19 ago. 2023.

PARLAK, M. E.; ÖZ, E.; KÜÇÜKKELEPÇE, O. COVID-19 Vaccination and breastfeeding mothers in kahta district, Turkey. **Vaccines**, v. 11, n. 4, p. 813, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-393X/11/4/813>. Acesso em: 16 set. 2023.

PÉREZ-BERMEJO, M.; PERIS-OCHANDO, B.; MURILLO-LLORENTE, M. T. COVID-19: Relationship and Impact on Breastfeeding—A Systematic Review. **Nutrients**, v. 13, n. 9, p. 2972, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/9/2972>. Acesso em: 13 ago. 2023.

PIANKUSOL, C.; SIRIKUL, W.; ONGPRASERT, K.; SIVIROJ, P. Factors affecting breastfeeding practices under lockdown during the COVID-19 pandemic in Thailand: a cross-sectional survey. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 16, p. 8729, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/16/8729>. Acesso em: 12 jul. 2023.

SAKALIDIS, V. S.; REA, A.; PERRELLA, S. L.; MCEACHRAN, J.; COLLIS, G.; MIRAUDO, J.; PROSSER, S.



A.; GIBSON, L. Y.; SILVA, D.; GEDDES, D. T. Wellbeing of breastfeeding women in Australia and New Zealand during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study. **Nutrients**, v. 13, n. 6, p. 1831, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/6/1831>. Acesso em: 14 jul. 2023.

SALVATORE, C. M.; HAN, J. Y.; ACKER, K. P.; TIWARI, P.; JIN, J.; BRANDLER, M.; CANGEMI, C.; GORDON, L.; PAROW, A.; DIPACE, J.; DELAMORA, P. Neonatal management and outcomes during the COVID-19 pandemic: an observation cohort study. **The Lancet Child & Adolescent Health**, v. 4, n. 10, p. 721-727, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352464220302352>. Acesso em: 17 ago. 2023.

SAMARIA, D.; MARCELINA, L. A.; FLORENSIA, L. The COVID-19 pandemic's impact on breastfeeding self-efficacy: A path analysis. **Enfermería Clínica**, v. 33, p. S17-S21, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1130862123000074>. Acesso em: 16 set. 2023.

SHLOMAI, N. O.; KASIRER, Y.; STRAUSS, T.; SMOLKIN, T.; MAROM, R.; SHINWELL, E. S.; SIMMONDS, A.; GOLAN, A.; MORAG, I.; WAISMAN, D.; FELSZER-FISCH, C.; WOLF, D. G.; EVENTOV-FRIEDMAN, S. Neonatal SARS-CoV-2 infections in breastfeeding mothers. **Pediatrics**, v. 147, n. 5, 2021. Disponível em: <https://publications.aap.org/pediatrics/article/147/5/e2020010918/180809/Neonatal-SARS-CoV-2-Infections-in-Breastfeeding>. Acesso em: 14 jul. 2023.

SILVA, C. F.; BEZERRA, I. C. D. S.; SOARES, A. R.; LEAL, A. S. L. G.; FAUSTINO, W. D. M.; REICHERT, A. P. D. S. Implicações da pandemia da COVID-19 no aleitamento materno e na promoção da saúde: percepções das lactantes. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, p. 2183-2192, 2023. Disponível: <https://www.scielosp.org/article/csc/2023.v28n8/2183-2192/>. Acesso em: 19 set. 2023.

SOUZA, S. R. R. K.; PEREIRA, A. P.; PRANDINI, N. R.; RESENDE, A. C. A. P.; FREITAS, E. A. M.; TRIGUEIRO, T. H.; WALL, M. L. Breastfeeding in times of COVID-19: a scoping review. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 56, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reusp/a/cSX7LvTtm5s-8FmtFTcgqXBc/abstract/?lang=en>. Acesso em: 16 ago. 2023.

ST CROIX, K. A. Supporting breastfeeding in rural Newfoundland and Labrador communities during COVID-19. **Canadian Journal of Public Health**, v. 112, n. 4, p. 595-598, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.17269/s41997-021-00513-8>. Acesso em: 14 ago. 2023.

THANIGAINATHAN, S.; KALIYAPERUMAL, V.; SIVANANDAN, S.; RENGARAJ, S.; DHODAPIKAR, R.; BETHOU, A. Is SARS-COV-2 transmitted through breastfeeding?. **Indian journal of pediatrics**, v. 88, n. 8, p. 800-801, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12098-021-03681-0>. Acesso em: 13 ago. 2023.

WARNER, S. A.; AREVALO, J. L. Literature Review of Mothers Diagnosed With COVID-19 and the Impact on Breastfeeding Their Newborns. **Nursing for Women's Health**, v. 26, n. 3, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751485122000952>. Acesso em: 27 jul. 2023.

WESOŁOWSKA, A.; WALCZAK, B.; KALITA-KURZYŃSKA, K.; MOŁAS, A.; BZIKOWSKA-JURA, A. Feeding Strategies in Newborns and Infants During the COVID-19 Pandemic—Polish Cross-Sectional Study. **International Journal of Public Health**, v. 68, p. 1605590, 2023. Disponível: <https://www.ssph-journal.org/articles/10.3389/ijph.2023.1605590/full>. Acesso em: 16 set. 2023.w



Da nostalgia à tendência: uma revisão sistemática do consumo de discos de vinil e perspectivas de pesquisas futuras

Mateus da Mata Melo*; José Willer do Prado**; Daniel Carvalho de Rezende***; José de Arimatéia Dias Valadão**

*Mestrando em administração pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

**Professor adjunto da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

***Professor Titular da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

*Autor para correspondência e-mail: mateus17mello@gmail.com

Palavras-chave

Disco de vinil
Consumo
Marketing

Keywords

Vinyl record
Consumption
Marketing

Resumo: Nos últimos anos o consumo de discos de vinil experimentou constante crescimento. Os discos proporcionam uma experiência de consumo única e autêntica por meio de suas características físicas e qualidade sonora diferenciada. Este estudo busca analisar como se configura o campo de pesquisa sobre consumo de discos de vinil e apresentar sugestões de pesquisas futuras. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura utilizando as bases Web of Science e Scopus. Foram analisados 29 artigos sobre a temática. Os resultados revelaram uma quantidade limitada de estudos, resultando na ausência de grandes destaques de autores, instituições e periódicos para serem tomados como referência. Identificou-se alguns clusters temáticos e quatro grupos de sugestões de pesquisas futuras: consumo e mercado; consumo de culturas e grupos; nostalgia; e sentimentos e emoções. Esses temas indicam áreas e questões a serem exploradas e debatidas em estudos posteriores no campo do consumo de discos de vinil. Conclui-se que, apesar da crescente demanda por discos de vinil, o campo de pesquisa sobre seu consumo ainda é limitado e não segue a (re)expansão de seu mercado. Mais estudos são necessários para compreender melhor as motivações dos consumidores, os padrões de consumo e o impacto desse fenômeno no mercado musical.

From nostalgia to trend: a systematic review of vinyl record consumption and perspectives for future research

Abstract: In recent years, the consumption of vinyl records has experienced steady growth. Vinyl records provide a unique and authentic consumption experience through their physical characteristics and distinctive sound quality. This study aims to analyze the research field concerning the consumption of vinyl records and present suggestions for future research. A systematic literature review was conducted using the Web of Science and Scopus databases, examining 29 articles on the topic. The results revealed a limited number of studies, leading to a lack of prominent authors, institutions, and journals to serve as references. Several thematic clusters were identified, along with four groups of suggestions for future research: consumption and market; consumption of cultures and groups; nostalgia; and feelings and emotions. These themes indicate areas and questions to be explored and debated in subsequent studies in the field of vinyl record consumption. It is concluded that, despite the growing demand for vinyl records, the research field on their consumption remains limited and does not keep pace with the (re)expansion of the market. Further studies are needed to better understand consumer motivations, consumption patterns, and the impact of this phenomenon on the music market.

Recebido em: 10/09/2023

Aprovação final em: 09/12/2023

Introdução

Até o fim do século XIX a relação das pessoas com a música ocorria por meio de shows ao vivo, o que mudou nos anos seguintes com a invenção do fonógrafo e de outros meios de materializar a música, como os discos de vinil (PORTUGAL, 2013).

A indústria musical foi profundamente afetada a partir do surgimento dos discos de vinil no final dos anos de 1940. Em vez de reproduzir cerca de três minutos de áudio em cada face, como eram as versões anteriores dos discos, o vinil permitia gravar cerca de vinte minutos de cada lado e com uma melhor qualidade sonora. Além disso, a maior capacidade de armazenamento dos discos de vinil permitiu o lançamento de álbuns musicais em vez de *singles*, contribuindo para uma nova forma de comercializar a música (GOMES, 2014).

Essas características fizeram do disco de vinil um produto hegemônico no mercado até a década de 1980, quando deixou de ser o objeto fonográfico mais importante com o surgimento dos *compact discs*, amplamente conhecido como CDs (PORTUGAL, 2013). O CD possuía mais armazenamento e possibilitava uma reprodução contínua de mais tempo com menor distorção e ruído nos áudios (GOMES, 2014). Os CDs e os discos dividiram prateleira por alguns anos, mas o avanço das tecnologias e a redução dos custos dos CDs e seus aparelhos reprodutores levaram os produtores e colecionadores a abandonarem os discos (GAUZISKI, 2013), culminando na diminuição do consumo de discos de vinil (PORTUGAL, 2013).

Desde então, os discos passaram a sobreviver em um mercado paralelo de consumo sustentado principalmente por consumidores fiéis ao formato (GAUZISKI, 2013). No entanto, nos últimos anos esse cenário passou por mudanças e os discos voltaram a cair no gosto dos consumidores musicais, mostrando que apesar da predominância da música digital, ainda há espaço para esse tipo de mídia física na modernidade.

De acordo com a Federação Internacional da Indústria Fonográfica (IFPI), em 2020 as vendas de discos de vinil aumentaram 25,9% e em 2021 o aumento foi ainda maior, chegando a 51,3% (IFPI, 2022b). Outro relatório mais recente mostra que em 2022 as receitas com vendas de discos de vinil cresceram 17,1%, sustentando um crescimento que tem ocorrido há mais de uma década (IFPI, 2023). Esses números são bastante expressivos se comparados com o *streaming*, que representa o principal meio de reprodução musical e que cresceu 24,3% em 2021 e 11,5% em 2022 – taxas de crescimento menores que do vinil (IFPI, 2022b, 2023), respeitadas as proporcionalidades entre elas.

A pesquisa “*Engaging with Music 2022*” da IFPI (2022a), que se caracteriza como o maior estudo sobre consumo musical do mundo e que buscou avaliar como as pessoas ouvem, descobrem e se envolvem com a música, aponta algumas razões que levam as pessoas a consumirem discos de vinil. Algumas pessoas gostam de possuir a música em formato físico, muitos entusiastas apreciam o ritual envolvido na reprodução de um disco de vinil e o encarte dos álbuns e a posse dos registros físicos para apreciar. Para outros consumidores, a compra de um álbum físico é uma forma de apoiar o trabalho de seus artistas favoritos (IFPI, 2022a).

Os discos são objetos que atraem consumidores devido sua autenticidade, à forma como gera prazer e satisfação para os colecionadores e ouvintes com base nas suas características particulares. Tais características, como o peso, a necessidade de virar o disco para ouvir dos dois lados, o tamanho e a aparência da capa e encarte tornam a experiência de ouvir um disco mais prazerosa, romântica e nostálgica (FLECK; ROSSI, 2009). A autenticidade e originalidade dos discos é um dos principais motivos que justificam seu ressurgimento, pois permitem uma experiência diferente às pessoas que manuseiam e ouvem (RAPELI, 2018). Os discos também são uma forma de materializar a música em um mundo cada vez mais dominado pela música digital (PORTUGAL, 2013). Essas particularidades do vinil influenciam seu consumo, geram interesse nos compradores e acabam promovendo os álbuns (GAUZISKI, 2013).

Assim, “O disco guarda em si o potencial de transportar o ouvinte a uma época – vivida ou não – mas que remete a uma autenticidade da música, da experiência de ouvir, ou mesmo de sua própria trajetória de vida e de sua família” (RAPELI, 2018, p. 134). Os estudos sobre disco de vinil frequentemente apresentam a relação do consumo com o sentimento de nostalgia, fazendo os



consumidores recordar o passado. Também há um foco maior no consumo de discos como objetos colecionáveis e no retorno do disco após anos sem destaque no mercado (FLECK; ROSSI, 2009; GAUZISKI, 2013; HARADA, 2019; PORTUGAL, 2013; RAPELI, 2018).

Mesmo sendo um produto musical substituível pelas tecnologias atuais, o vinil carrega consigo o “valor agregado em sua arte de capa, encarte, e em seu design característicos, que remetem aos tempos de seu auge” (MADEIRA; FARIA-SANTOS, 2021, p. 12). Isso é frequentemente citado em outros estudos, assim como as variáveis contato físico, tamanho, formato, ter que virar o disco, a experiência de levantar a agulha, a qualidade sonora diferenciada e autenticidade do formato (FLECK; ROSSI, 2009; GAUZISKI, 2013; HARADA, 2019; RAPELI, 2018; SILVA, 2022). Identifica-se também que pessoas mais novas (que não viveram o auge do vinil) também possuem interesse em discos (FLECK; ROSSI, 2009; HARADA, 2019; HAYES, 2006; MAGAUDDA, 2011; PORTUGAL, 2013; SILVA, 2022), o que se intensifica a partir da inserção de artistas atuais nesse mercado (GAUZISKI, 2013; GOMES; CORRÊA; PESSÔA, 2016).

Além disso, os estudos de consumo de discos de vinil estão muito relacionados à materialidade, à posse e ao ressurgimento como objeto de consumo. Os trabalhos internacionais também vão para o mesmo caminho, como os de Bates (2019), Hayes (2006), Hrcs e Jansson (2020) e Magaúda (2011). Alguns estudos adotam uma abordagem diferente, na tentativa de obter informações mais subjetivas sobre o consumo, como os trabalhos de Silva (2022), que procurou entender como o consumo de vinil influencia a construção identitária dos consumidores e Rapeli (2018), que buscou identificar como a autenticidade está representada na prática de consumo de disco de vinil.

Dessa forma, o consumo de discos de vinil e as variáveis que estão envoltas nele é um importante campo de estudo que pode fornecer informações relevantes sobre o comportamento do mercado acerca desse objeto. Nesse sentido, torna-se importante analisar o que tem sido produzido na academia sobre consumo de discos de vinil. Assim, o objetivo deste artigo é analisar como se configura o campo de pesquisa sobre consumo de discos de vinil e apresentar sugestões de pesquisas futuras.

Metodologia

Para atender ao objetivo de analisar como se configura o campo de pesquisa sobre consumo de discos de vinil e apresentar sugestões de pesquisas futuras, foi realizado um estudo de revisão sistemática. As investigações nesta área se assentam, sobretudo, no interesse em caracterizar e mensurar a produção científica de determinada área, sendo possível realizar uma análise quantitativa da produção científica por meio da análise de citações e diversas técnicas de mapeamento científico que auxiliam no entendimento de sua estruturação social e intelectual (HAYASHI, 2013).

Os procedimentos da pesquisa seguiram uma versão adaptada da estrutura proposta por Prado *et al.* (2016), visando maior assertividade na delimitação da pesquisa, na busca, seleção e análise de dados. O Quadro 1 apresenta todo processo de desenvolvimento da pesquisa.

As bases de dados utilizadas na delimitação do escopo deste estudo foram a *Web Of Science* e a *Scopus*. Esses dois bancos de dados são atualmente as fontes mais importantes e abrangentes de metadados de trabalhos científicos e de indicadores de impacto. Eles, portanto, servem como ferramentas para uma ampla gama de tarefas, desde a seleção de periódicos e literatura, ao acompanhamento individual da carreira, à análise bibliográfica em larga escala e à avaliação de práticas de pesquisa em diversos níveis (PRANCKUTÉ, 2021).

Na base de dados *Scopus* foi utilizada a *string* de busca abaixo, que realizou buscas considerando os campos “Título do artigo, Resumo e Palavras-chave” (TITLE-ABS-KEY):

TITLE-ABS-KEY (vinyl PRE/O (record* OR collect* OR music* OR sale* OR store* OR cultur* OR resurg* OR reviv*)) AND TITLE-ABS-KEY(consum* OR customer OR collector OR collection OR buy* OR bought OR sale* OR sell* OR sold OR market*) AND NOT TITLE-ABS-KEY(chemic*)

Já na base de dados *Web Of Science* a *string* de busca ficou delimitada considerando o campo “Tópico” (TS):

(TS=(vinyl NEAR/O (record* OR collect* OR music* OR sale* OR store* OR cultur* OR resurg* OR



reviv*)) AND TS=(consum* OR customer OR collector OR collection OR buy* OR bought OR sale* OR sell* OR sold OR market*)) NOT TS=(chemic*)

Foram utilizadas palavras para referir-se diretamente ao objeto disco de vinil, assim como possíveis variações. Também utilizou-se palavras relacionadas ao consumo e um termo excludente para eliminar trabalhos da área de química que abordam o composto químico vinil. Todos os termos foram intercalados pelos operadores booleanos *AND*, *OR* ou *NOT* (*AND NOT*, na *Scopus*).

Quadro 1 – Estrutura de pesquisa.

ETAPAS	PROC.	DESCRIÇÃO	
1	Operacionalização da pesquisa	1.1	Definir o campo científico e teórico do trabalho
		1.2	Delimitar os objetivos do trabalho
		1.3	Escolha das bases científicas ou periódicos
		1.4	Delimitação dos termos que representam o campo
		1.5	Delimitação de outros termos para apurar os resultados
2	Procedimentos de busca (filtros)	2.1	Busca por título, palavras-chave e resumo
		2.2	Utilização de asteriscos para captar variações de expressões
		2.3	Filtro 1: Delimitação em artigos e <i>review</i>
		2.4	Filtro 2: Todos os anos
		2.5	Filtro 3: Todas as áreas
		2.6	Filtro 4: Todos os idiomas
3	Procedimentos de seleção	3.1	Download das referências - software EndNote
		3.2	Download das referências em formato de planilha eletrônica
		3.3	Download das referências para utilização nos softwares bibliométricos
		3.4	Organização das referências no EndNote
		3.5	Organização de matriz de análise em planilha eletrônica
		3.6	Importação dos dados para softwares de análise
4	Adequação e organização dos dados	4.1	Eliminação dos artigos duplicados no banco de dados
		4.2	Eliminação de artigos por meio de leitura flutuante
		4.3	Eliminação por meio da análise da polissemia dos termos
		4.5	Busca dos artigos completos em pdf
5	Análise da Frente de Pesquisa	5.1	Análise do volume das publicações e tendências temporais
		5.2	Análise de citação dos artigos selecionados
		5.3	Análise dos periódicos que mais publicam
		5.4	Análise de autoria e coautoria
		5.5	Análise das palavras-chave e mapa temático
		5.6	Análise das redes de colaboração
6	Agenda de estudos futuros	6.1	Leitura dos artigos mais recentes
		6.2	Síntese das principais sugestões de estudos futuros
		6.3	Construção do quadro com os principais temas por categoria
		6.4	Apresentação e discussão dos principais temas de estudos futuros

Fonte: Adaptado de Prado *et al.* (2016). Legenda: “PROC.” = Procedimento.

As buscas nas bases foram realizadas em junho de 2023. Elas também foram filtradas por tipo de documento, selecionando apenas artigos e revisões. Após realização das buscas e filtragem dos resultados, foram encontrados 99 artigos, sendo 43 na Wos e 56 na Scopus. Notou-se que entre



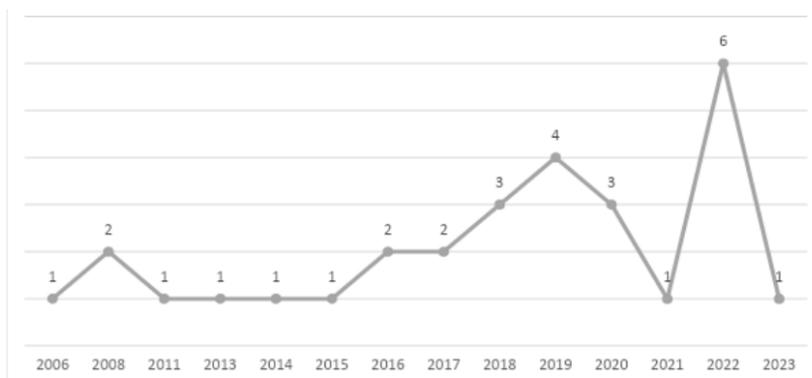
esses artigos haviam trabalhos que não se adequavam ao objetivo proposto, o que levou a uma rodada de leitura para filtrar os resultados. A partir disso, foram excluídos um total de 45 artigos, sendo 17 da Wos e 28 da Scopus, restando 54 artigos. Posteriormente, os artigos de ambas as bases de dados foram compilados em uma única base, utilizando-se os softwares R e Excel. Nesse processo, identificou-se que 25 trabalhos estavam duplicados, o que levou a combinar os arquivos duplicados em apenas um. No final, restaram 29 artigos. Os dados foram analisados por meio dos *softwares* Bibliometrix e Microcoft Excel. As análises realizadas foram apresentadas no Quadro 1. A seguir serão apresentados os resultados da pesquisa.

Resultados e discussão

O primeiro artigo da amostra foi publicado em 2006, mas as publicações seguiram em baixa escala desde então, com picos mais destoantes em 2019 e 2022. O ano de 2022 apresentou maior número de artigos, com 6 no total. A quantidade de publicações encontradas neste último ano pode estar relacionada às consequências do distanciamento social causado pela pandemia da Covid-19, que representou um momento de aumento da procura por discos de vinil.

A Figura 1 apresenta a evolução das publicações sobre consumo de discos de vinil entre 2006 e o primeiro semestre de 2023.

Figura 1 – Número de publicações por ano.



Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa (2023).

O ano de 2019 teve o segundo maior registro, com 4 no total. Em 2020 e 2018 foram publicados 3 artigos por ano. Nos anos de 2017, 2016 e 2008 foram publicados dois artigos por ano e apenas um artigo nos anos de 2023, 2021, 2015, 2014, 2013, 2011 e 2006. Nesse intervalo que engloba 18 anos, em quatro deles não houveram publicações sobre a temática.

A Tabela 1 apresenta os dez artigos mais citados considerando as duas bases de dados, WOS e Scopus, dos quais os cinco mais citados serão abordados na sequência.

O artigo mais citado da base é o *"The vinyl: The analogue medium in the age of digital reproduction"*, escrito por Bartmanski e Woodward (2015). O artigo examina a permanência dos discos de vinil no mercado e sua importância cultural ressurgida. Baseando-se na sociologia cultural, estudos da cultura material e perspectivas culturais sobre o consumo nas áreas de estudos de negócios e sociologia, os autores investigam os fatores por trás do ressurgimento dos discos de vinil como objetos culturais altamente valorizados mesmo em uma era mais digital. Identifica-se que o vinil é capaz de apoiar e expressar diversas conotações culturais, pois ele materializa e indica diferentes representações e narrativas históricas e culturais relevantes, além de proporcionar uma interação material exclusiva. Além disso, os discos estimulam diversos rituais, fazendo com que eles sejam portadores de intensos significados estéticos e políticos.

O segundo artigo mais citado é o *"Take those old records off the shelf: Youth and music consumption in the postmodern age"*, de Hayes (2006). Neste estudo, o autor examina o ressurgimento dos discos



de vinil como uma forma alternativa de consumo musical na era digital. Por meio de entrevistas realizadas em uma pesquisa de campo sobre o impacto afetivo da música popular, o autor relata que os jovens consumidores estão adotando a tecnologia supostamente ultrapassada dos discos e seus reprodutores como uma forma de evitar os padrões e as tendências dominantes instituídos pelos modelos de consumo de música determinados pela indústria. Além disso, seu envolvimento com a cultura do vinil forneceu maior poder de agência em um contexto de produção e consumo altamente influenciada e moldada por interesses corporativos.

O terceiro artigo mais citado é o *"It kind of gives you that vintage feel: vinyl records and the trope of death"*, de Yochim e Biddinger (2008). O trabalho analisa a evolução da importância cultural dos discos, explorando o motivo pelo qual são tão valorizados pelos colecionadores. Por meio de uma combinação de análise de arquivos e entrevistas, os autores analisam tanto os discursos históricos quanto os contemporâneos referentes aos discos e descobrem uma metáfora que auxilia a amenizar as contradições existentes entre tomar os discos como objetos inanimados e admitir sua capacidade de facilitar experiências profundamente humanas. O artigo revela que os colecionadores de vinil abordam os discos com um senso humanístico que atribui a eles um caráter autêntico. Ao comparar os discos com outros tipos de mídias, os colecionadores associam a qualidade dos produtos a aspectos de autenticidade, o que leva a entender que os ritos envolvidos com a mídia estão relacionados à percepção de sua autenticidade.

O quarto artigo mais citado é o *"Vinyl never say die: The re-incarnation, adoption and diffusion of retro-technologies"*, de Sarpong, Dong e Appiah (2016). Os autores utilizaram a lente interpretativa da sociologia da tradução para examinar os estímulos por trás do ressurgimento do disco de vinil como formato de mídia preferido entre os consumidores desse grupo cada vez maior. Baseou-se na Teoria Ator-Rede para interpretar e analisar o ressurgimento e propagação do vinil. O artigo revela uma rede complexa e subjacente de relações entre seres humanos e não humanos que constituem o conhecimento reflexivo sobre o renascimento do vinil como mídia passível de ser escolhida e preferida. Identificou-se que a propagação dos discos como forma de música depende do trabalho de atores humanos e não humanos, sendo necessário um empenho coletivo.

O quinto trabalho mais citado é o *"Consumer tribes: membership, consumption and building loyalty"*, de Mitchell e Imrie (2011). O artigo busca explorar a relação entre tribos de consumidores e lealdade, analisando o fenômeno tribal em um grupo de colecionadores de discos de vinil informal apaixonados pelos discos e associados a outros colecionadores. Concentra-se na busca de compreender como os papéis dos consumidores podem ser utilizados para criar lealdade. Identificou-se que a filiação tribal está associada ao capital cultural dos membros e os valores do grupo, sendo que os valores centrais da tribo suavizavam as diferenças individuais entre seus membros. Outras questões importantes identificadas se referem ao estabelecimento de status por meio do capital cultural do grupo, à construção de relações sociais e auto-identidade por meio do consumo e à construção de laços tribais por meio de um pilar afetivo. Também é explorada a relação entre marketing tribal e lealdade do consumidor para desenvolver um modelo voltado para empresas que procuram conquistar a fidelidade de uma tribo.

Os 29 artigos da amostra foram publicados em 24 periódicos. Não há uma diferença considerável que leve a destacar uma fonte específica, pois os cinco periódicos que mais publicaram possuem duas publicações cada. Os demais possuem apenas uma publicação. A Tabela 2 apresenta os cinco periódicos que mais publicaram.

O periódico *Consumption Markets & Culture* realiza publicações relacionadas ao consumo e ao mercado como local de discurso e expressão cultural, incentivando discussões sobre o impacto e a contribuição da administração e das organizações na sociedade. O periódico *Convergence* promove investigações interdisciplinares sobre narrativas, percursos, impactos, práticas, experiências e potencial de criatividade das formas contemporâneas de comunicação e das tecnologias inovadoras. O *European Journal Of Marketing* publica contribuições globais inovadoras e precursoras de estudos diversos sobre marketing. O *Journal Of Consumer Culture* abrange debates e áreas de exploração sobre estudos interdisciplinares de consumo e cultura do consumo, demonstrando a importância



de abordar criticamente a cultura de consumo moderna e compreender seu papel fundamental nas dinâmicas sociais contemporâneas. Já o periódico *Media, Culture & Society* promove trabalhos interdisciplinares de pesquisas e discussões sobre diferentes mídias, englobando inovações tecnológicas de informação e de comunicação em diversos contextos históricos, políticos, culturais e econômicos.

Tabela 1 – Artigos mais citados

	Título	Autoria (ano)	Periódicos (ISSN)	Citações	
				W	S
1	The vinyl: The analogue medium in the age of digital reproduction	Bartmanski e Woodward (2015)	Journal Of Consumer Culture (1469-5405)	61	60
2	Take those old records off the shelf: Youth and music consumption in the postmodern age	Hayes (2006)	Popular Music And Society (0300-7766)	45	55
3	'It kind of gives you that vintage feel': vinyl records and the trope of death	Yochim e Biddinger (2008)	Media Culture & Society (0163-4437)	29	36
4	'Vinyl never say die': The re-incarnation, adoption and diffusion of retro-technologies	Sarpong, Dong e Appiah (2016)	Technological Forecasting And Social Change (0040-1625)	17	23
5	Consumer tribes: membership, consumption and building loyalty	Mitchell e Imrie (2011)	Asia Pacific Journal Of Marketing And Logistics (1355-5855)	-	33
6	Consuming material authenticity in the age of digital reproduction	Goulding e Derbaix (2019)	European Journal Of Marketing (0309-0566)	14	16
7	Death by streaming or vinyl revival? Exploring the spatial dynamics and value-creating strategies of independent record shops in Stockholm	Hracs e Jansson (2020)	Journal Of Consumer Culture (1469-5405)	12	16
8	Vinyl record: a cultural icon	Bartmanski e Woodward (2018)	Consumption Markets & Culture (1025-3866)	12	9
9	(Re)creating objects from the past - affect tactility and everyday creativity	Vachhani (2013)	Management And Organizational History (1744-9359)	-	26
10	Siding with vinyl: Record Store Day and the branding of independent music	Harvey (2017)	International Journal Of Cultural Studies (1367-8779)	8	7

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa (2023). Legenda: W = Web of Science; S = Scopus.



Tabela 2 – Periódicos que mais publicaram.

#	Periódicos	Freq.		ISSN	Fator de Impacto (2022)	
		N	%		SJR	JIF
1	Consumption Markets & Culture	2	8,3%	1025-3866	1,281	2,4
2	Convergence -The International Journal Of Research Into New Media Technologies	2	8,3%	1354-8565	1,056	2,8
3	European Journal Of Marketing	2	8,3%	0309-0566	1,63	4,4
4	Journal Of Consumer Culture	2	8,3%	1469-5405	0,886	2,6
5	Media, Culture & Society	2	8,3%	0163-4437	1,641	3,3
Parcial		10	41,5%			
Outros periódicos		14	58,5%	Média	1,299	3,1
Total		24	100%			

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa (2023).

Com relação aos autores, os trabalhos da amostra foram escritos por 41 deles, dos quais se destacam Michael Palm com 3 artigos e Dominik Bartmanski e Ian Woodward com 2 artigos cada. A Tabela 3 apresenta todos os autores da amostra e seus respectivos números de publicações.

A partir da análise da rede de colaboração entre os autores, identificou-se que os estudos são feitos isolados sem muita colaboração entre diferentes pesquisadores, de forma que as redes criadas são simples e formadas entre dois ou três autores de um mesmo artigo. Os destaques são Ian Woodward e Dominik Bartmanski, pois possuem dois trabalhos em conjunto. Isso retrata que os estudos da área podem ser desenvolvidos com maior colaboração entre os autores de diferentes localidades, a fim de construir uma rede maior de colaboração e fortalecer os estudos da temática com conhecimentos advindos de fontes diversas.

Tabela 3 - Autores com mais publicações.

Autores	n artigos
Palm, M.	3
Bartmanski, D.	2
Woodward, I.	2
Appiah, G; Bates, E; Beverland, M; Biddinger, M; Cameron, S; Derbaix, M; Dong, S; Enstroem, R; Fernandez, K; Goulding, C; Guerra, P; Han, M; Harvey, E; Hayes, D; Heinonen, K; Holmlund, M; Hracs, B; Imrie, B; Jansson, J; Kjus, Y; Magaudda, P; Maloney, L; Minniti, S; Mitchell, C; Newman, G; Parkman, E; Plotnick, R; Sarpong, D; Schauman, S; Schmaltz, R; Schofield, J; Schoop, M; Sonnabend, H; Vachhani, S; Vaher, B; Whitehouse, S; Yochim, E; Zenerian, E.	1

Fonte: elaborada pelo autor com base nos dados da pesquisa (2023).

Com relação à filiação dos autores, também não há uma universidade que se destaque. Com dois artigos cada, pode-se distinguir Macewan University, University Of Cologne, University Of Padua, University Of Michigan, University Of North Carolina, University Of York e City University Of New York. Assim como no caso dos autores, a rede de colaboração entre universidades demonstrou que elas estão isoladas umas das outras, com no máximo três interações entre elas, criando duplas ou trios de colaboração isolados.

Com relação à produção científica de países, a Figura 2 apresenta o mapa com os países que publicaram artigos sobre a temática. O país com maior produção científica sobre consumo de vinil é os Estados Unidos, com 10 artigos publicados. Além dele, os outros que mais produziram foram Reino Unido, com 4 artigos, seguido pela Alemanha com 3 e Itália com 2. Os demais países publicaram apenas um artigo da temática, sendo eles Austrália, Canadá, Dinamarca, Equador, Estônia, Finlândia, França, Malásia, Noruega, Portugal e Suécia.

Figura 2 – Produção científica dos países.

Country Scientific Production



Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa (2023).

No entanto, quando se fala de número de citação por país, os Estados Unidos caem para a sexta posição. O maior número de citação fica com o Reino Unido (67), seguido pela Austrália (60), Canadá (56), Alemanha (15), Itália (12), Estados Unidos (9), Noruega (6), Estônia (5) e Finlândia (4). No que se refere ao índice de citação por artigo, a Austrália possui a maior deles (60), seguida pelo Canadá (56), Reino Unido (16,75), Itália (6), Noruega (6), Estônia (5), Alemanha (5), Finlândia (4) e Estados Unidos (0,9). A rede de colaboração entre países indicou apenas uma colaboração entre Equador e Itália, o que demonstra falta de ligação entre pesquisadores de diferentes países para estudarem o consumo de discos.

Analisou-se, na sequência, as palavras-chave mais utilizadas nos trabalhos da amostra, com destaque para a palavra "vinyl records", utilizada 9 vezes. Outras palavras em destaque foram "music", "vinyl" e "materiality", com 8, 6 e 5 menções, respectivamente. O Quadro 2 apresenta as palavras-chave utilizadas pelos artigos e suas frequências representadas em número e ilustrada em forma de nuvem de palavras.

A materialidade, quarta palavra-chave mais utilizada, é algo recorrente nos estudos. Os discos de vinil oferecem uma experiência singular de materialidade, devido ao seu formato, peso e textura que proporcionam uma atividade multissensorial ao consumidor. As características materiais como a capa e o encarte expressam arte palpável, o manuseio do disco para reproduzi-lo fornece uma conexão tátil com a música e o material duradouro permite que o objeto atravesse gerações. A materialidade do vinil, portanto, promove uma experiência imersiva que faz florescer uma prática percebida como autêntica e exclusiva.

A Figura 3 apresenta o mapa temático com base nas palavras-chave dos artigos e inclui a materialidade como parte do cluster mais significativo da amostra, com alto grau de desenvolvimento e relevância. Foram identificados dois clusters que definem os temas motores da amostra. No

primeiro deles, além da "materialidade", também inclui as palavras "música" e "discos de vinil". Assim, em consonância com Portugal (2013), pode-se dizer que os discos são uma forma de materializar a música em um cenário de predomínio da música digital consumida por meio de *streaming*.

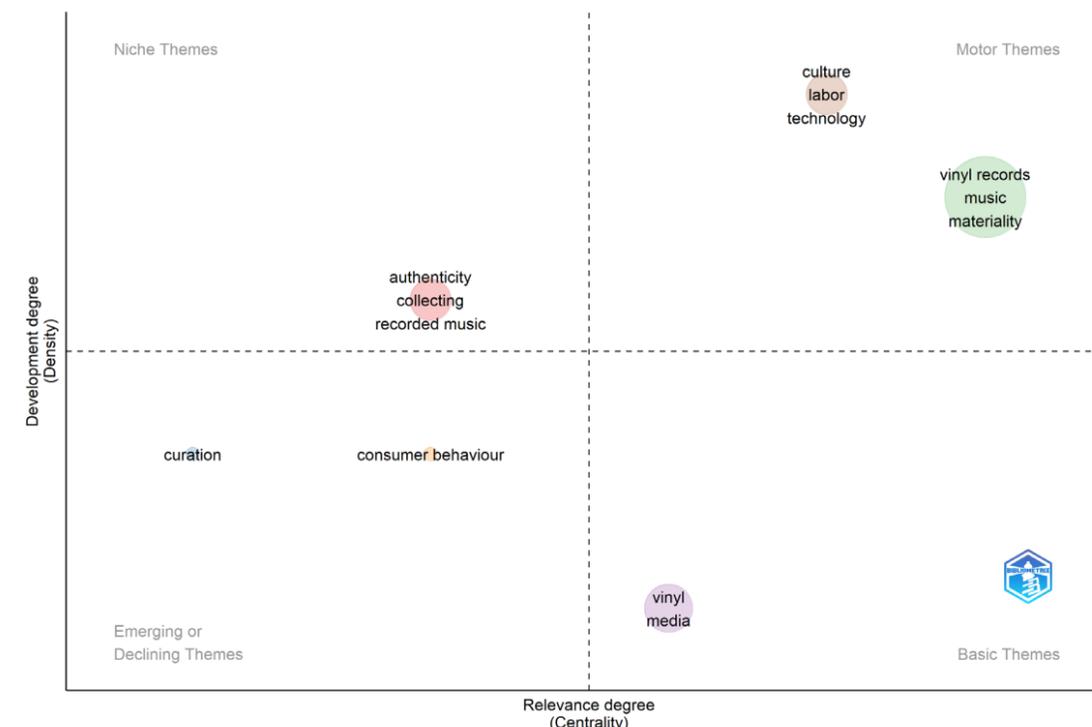
Quadro 2 - Palavras-chave dos autores.

Palavras-chave	n
vinyl records	9
music	8
vinyl	6
materiality	5
aura; authenticity; collecting; consumer behaviour; consumption; culture; curation; heritage; labor; media; recorded music; technology; vinyl record	2
1960s; actor network theory; affect; analog; branding; care; circuit of practice; citizen-consumer; cleaning; commodity; commune; community of tastes; connection; consolization; craft; craft mindset; creativity; cultural intermediaries; customer insight; customer loyalty; death metal; diffusion of innovation; digital; digital music; digital reproduction; digitalization; discursive history; dj; doing-listening; economy; electronic dance music (edm); embodied consumption; entanglement.	1



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa (2023).

Figura 3 – Mapa temático



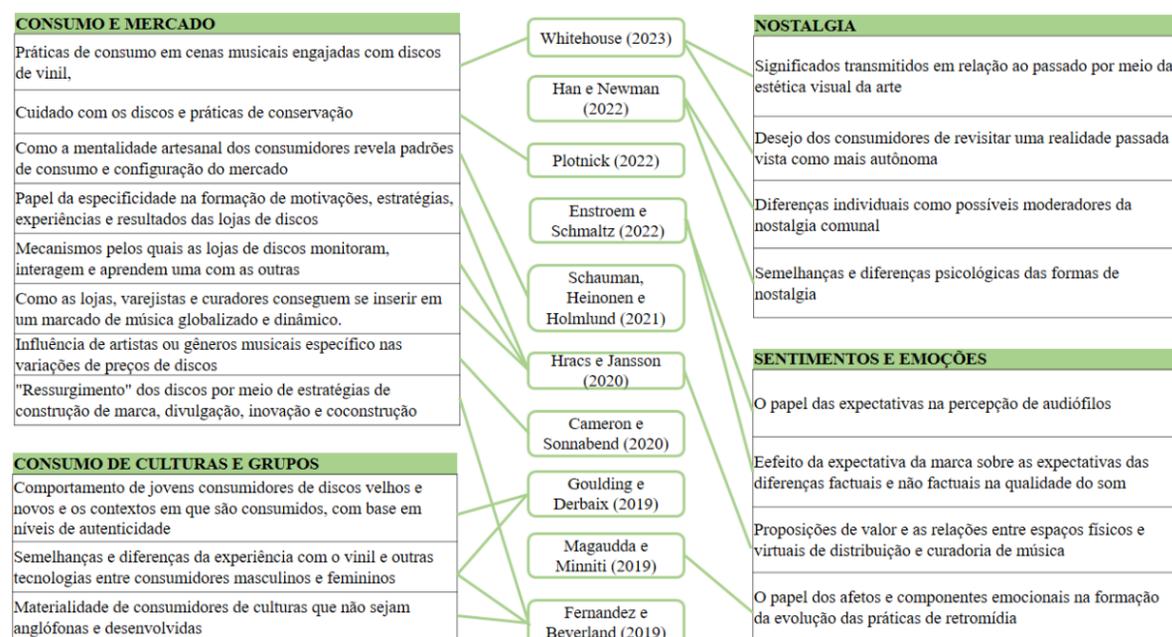
Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa (2023).

O outro *cluster* do quadrante de temas motores envolve as palavras “cultura”, “trabalho” e “tecnologia”. Estudar o consumo de discos envolve a análise de práticas culturais de consumo e o papel desse tipo de mídia na cultura musical, assim como do trabalho de profissionais que constroem os discos ou os utilizam como objeto de trabalho. Também envolve compreender o impacto dos avanços tecnológicos no consumo e como os consumidores respondem às novas tecnologias por meio da preferência por discos antigos. Assim, os estudos de consumo de discos de vinil também podem ser vinculados por meio da cultura, trabalho e da tecnologia, explorando como esses elementos se relacionam com a forma como os discos de vinil são consumidos.

Um terceiro *cluster* importante já localizado nos temas de nicho, inclui as palavras “autenticidade”, “coleccionar” e “música gravada”. Esses termos estão intrinsecamente relacionados ao consumo de discos de vinil, que se trata de uma mídia física com características singulares de gravação que influencia a percepção da autenticidade e a atribuição de valor às coleções. Os consumidores veem nos discos uma forma autêntica de ouvir e colecionar suas músicas preferidas, uma experiência enriquecida pelos seus atributos tangíveis e a qualidade sonora ímpar.

A fim de apresentar as tendências futuras de pesquisa sobre consumo de disco de vinil, foram selecionados artigos publicados desde 2019 para mapear suas sugestões de pesquisa. Dos 14 artigos publicados entre 2019 e 2023, quatro não apresentaram sugestões de pesquisas. Foram identificadas 19 sugestões de estudos futuros, as quais foram agrupadas em quatro grupos, conforme apresenta a Figura 4.

Figura 4 - Mapa de direções de pesquisas futuras.



Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa (2023).

O primeiro grupo, denominado “consumo e mercado”, apresenta sugestões de pesquisas para compreender as práticas de consumo em cenas musicais que mantiveram relações com discos de vinil ao longo do tempo, assim como abordagens de ações de consumidores para manter seus discos conservados. Sugere-se também estudar como a mentalidade artesanal dos consumidores pode revelar padrões de consumo e configuração do mercado de discos; o papel da especificidade na formação de motivações, estratégias, experiências e resultados das lojas de discos; os mecanismos pelos quais as lojas de discos monitoram, interagem e aprendem uma com as outras; a forma como as lojas, varejistas e curadores conseguem se inserir em um mercado de música globalizado

e dinâmico; a influência de artistas ou gêneros musicais específico nas variações de preços de discos; e uma análise do “ressurgimento” dos discos por meio de estratégias de construção de marca, divulgação, inovação e coconstrução (WHITEHOUSE, 2023; PLOTNICK, 2022; SCHAUMAN; HEINONEN; HOLMLUND, 2021; HRACS; JANSSON, 2020; CAMERON; SONNABEND, 2020; FERNANDEZ; BEVERLAND, 2019).

O segundo grupo, denominado “Consumo de culturas e grupos”, sugere que pesquisas futuras sejam feitas para compreender os diferentes comportamentos de jovens consumidores de discos velhos e novos e os contextos em que são consumidos, com base em diferentes níveis de autenticidade. Também sugere-se estudar as semelhanças e diferenças da experiência com o consumo de discos de vinil e outras tecnologias entre consumidores masculinos e femininos, visto que no caso do vinil o público masculino é mais propenso a consumir. A última sugestão desse grupo diz respeito ao estudo da materialidade de consumidores de culturas que não sejam anglófonas e desenvolvidas, de modo a entender o consumo de discos em outras regiões que englobam países periféricos, assim como nativos de países cujo principal idioma não seja o inglês (GOLDING; DERBAIX, 2019; FERNANDEZ; BEVERLAND, 2019).

O terceiro grupo foi denominado “Nostalgia”, pois suas sugestões levam a entender sentimentos que remetem ao passado. Mais especificamente, sugere-se estudar os significados transmitidos em relação ao passado por meio da estética visual dos discos, que pode ser aplicado às suas capas e encartes, por exemplo. Também é sugerido buscar compreender o desejo dos consumidores de revisitar uma realidade passada vista como mais autônoma, investigar as diferenças individuais como religião e posicionamento político como possíveis moderadores da nostalgia comunal e procurar entender as semelhanças e diferenças psicológicas das formas de nostalgia existentes, como a pessoal e a comunal (WHITEHOUSE, 2023; HAN; NEWMAN, 2022).

O quarto e último grupo traz sugestões sobre estudos de “sentimentos e emoções”. Sugere-se pesquisar papel das expectativas na percepção de audiófilos, considerando que estes são conhecedores mais profundos dos formatos de mídias. Outras sugestões desse grupo são entender o efeito da expectativa da marca sobre as expectativas das diferenças factuais e não factuais na qualidade do som, compreender as proposições de valor e as relações entre espaços físicos e virtuais de distribuição e curadoria de música e avaliar o papel dos afetos e componentes emocionais na formação da evolução das práticas de retromídia (ESTROEM; SCHAMALTZ, 2022; HRACS; JANSSON, 2020; MAGAUDDA; MINNITI, 2019).

Várias sugestões apresentadas acima estão relacionadas a estudos sobre nostalgia, materialidade, motivações, expectativas, percepções, emoções, valor percebido, grupos e tribos de consumo. Isso faz com que parte delas se enquadram em estudos da Teoria da Cultura do Consumidor (CCT), que se caracteriza como um guarda-chuva que abrange várias perspectivas teóricas que tratam da relação social entre o comportamento do consumidor, os mercados e os significados culturais envolvidos no processo de consumo (ARNOULD; THOMPSON, 2005; CASOTTI; SUAREZ, 2016). A CCT é uma tradição de pesquisa interdisciplinar que fornece informações sobre a cultura do consumo, gera resultados empíricos impactantes e inovações teóricas relevantes em vários campos abrangidos pelas ciências sociais, políticas públicas e gestão (ARNOULD; THOMPSON, 2005). Exemplos relevantes sobre estudos de CCT são: Askegaard e Linnet (2011); Arnold e Thompson (2015); Lundblad e Davies (2016).

A CCT enfatiza os significados culturais, influências sociais e históricas e dinâmicas sociais que moldam a experiência e a identidade do consumidor em ambientes cotidianos complexos (ARNOULD; THOMPSON, 2005). Destaca os aspectos simbólicos, incorporados e experimentais do comportamento de aquisição, consumo e disposição dos bens (ARNOULD; THOMPSON, 2005; CASOTTI; SUAREZ, 2016). Ela enfoca as práticas de consumo e posse, incluindo dimensões hedônicas, estéticas e rituais, e a transformação ativa dos significados simbólicos pelos consumidores para expressar suas circunstâncias pessoais e promover metas de identidade e estilo de vida (ARNOULD; THOMPSON, 2005). A CCT inclui diversos bens, registros, imagens e textos por meio dos quais os grupos coletivamente atribuem sentido ao seu ambiente e direcionam as experiências e identidades



de seus membros.

A CCT inclui a visão da cultura como distribuição heterogênea de significados e a natureza dinâmica das relações entre consumidores, mercado e significados culturais (CASOTTI; SUAREZ, 2016). A CCT abrange quatro programas de pesquisa: projetos de identidade do consumidor, relacionado à forma como usamos os bens para construir nossas identidades; culturas de mercado, relacionado a estudos de grupos específicos para explicar seu comportamento; padrões sócio históricos de consumo, que se refere aos padrões que nos leva a consumir de determinada maneira; e ideologias de mercado da mídia de massa, relacionado à forma como o consumidor reage e absorve as tendências (ARNOULD; THOMPSON, 2005).

Assim, sugere-se o uso da Teoria da Cultura do Consumo na elaboração de pesquisas futuras sobre o consumo de disco de vinil, visto que ela fornece abordagens teóricas relevantes para o desenvolvimento de pesquisas de consumo. Por meio da CCT é possível atender a grande parte das sugestões de pesquisas apresentadas anteriormente e trazer à tona contribuições de resultados de pesquisas que ajudem a compreender a dinâmica contemporânea do mercado e da sociedade.

Outras sugestões de pesquisas apresentadas vão além do consumo e implicam em analisar a interação das lojas, vendedores, consumidores, dos artistas e do próprio objeto disco de vinil no mercado. Nesse sentido, existem teorias de estudos de mercados capazes de suprir essas sugestões de pesquisa.

Sugere-se a *Market System Dynamics* (MSD) como base para analisar as diferentes interações entre os atores do mercado de discos de vinil, inclusive os consumidores. A MSD se originou na CCT, mas essas teorias se diferem devido ao fato de a segunda focar em um nível micro de análises tradicionalmente estabelecidas enquanto a primeira avança para o nível meso de análise constituído pelo mercado (REZENDE; CASTRO, 2023). Exemplos relevantes de estudos com MSD são: Dolbec e Fischer (2015); Kjeldgaard *et al.* (2017); Ertekin, Atik e Murray (2020).

A MSD propõe que os mercados são formados por negociações discursivas e práticas de diversos atores, incluindo consumidores, gestores, empreendedores, jornalistas, formuladores de políticas, pesquisadores, autoridades, ativistas, dentre outros. A MSD adota uma visão ontológica dinâmica visando problematizar as delimitações entre o tempo, os sistemas e atores de mercado, assim como descrever como emergem os mercados, os atores, as instituições e significados a eles associados (GIESLER; FISCHER, 2017).

Os consumidores possuem papel fundamental na formação e dinâmica dos mercados, influenciando a escolha e a diversidade de produtos e impactando significativamente na formação, mudança e manutenção do mercado. Suas ações podem contrapor e recusar as condições do mercado, moldar as lógicas institucionalizadas ou até mesmo impulsionar mudanças de mercado por meio do empreendedorismo não antagonístico (KJELDGAARD *et al.*, 2017).

Apesar de sugerir a aplicação das teorias de Cultura do Consumo e *Market System Dynamics*, o foco foi mostrar possibilidades de aplicações teóricas às sugestões apresentadas, sem limitar as análises aos escopos dessas duas teorias, mas deixando aberto para futuros pesquisadores do consumo de discos avaliarem as perspectivas mais coerentes com seus objetivos.

Conclusão

O objetivo deste estudo foi analisar o campo de pesquisa sobre consumo de discos de vinil e apresentar sugestões de pesquisas futuras por meio de uma revisão sistemática. Por meio de buscas nas bases de dados Web Of Science e Scopus foram analisados dados de 29 artigos publicados no período de 2006 a 2023. Os resultados revelaram que há uma quantidade limitada de artigos sobre a temática, o que resulta na ausência de grandes destaques de autores ou periódicos para serem tomados como referência.

Os discos de vinil oferecem uma experiência única e autêntica que emergem de suas características como o peso, a necessidade de virar o disco para ouvir ambos os lados e a qualidade sonora diferenciada. Além disso, o aspecto nostálgico e as características materiais também contribuem para o aumento do interesse dos consumidores, sendo que a materialidade é um forte



fator relacionado ao consumo de discos.

A partir dos artigos analisados, com foco nos que foram publicados entre 2019 e 2023, encontrou-se quatro grupos de sugestões de pesquisas futuras: consumo e mercado; consumo de culturas e grupos; nostalgia; e sentimentos e emoções. Esses temas indicam áreas a serem exploradas e um potencial grupo de questões a serem debatidas em estudos posteriores no campo do consumo de discos de vinil.

Embora exista uma demanda crescente por discos de vinil, o campo de pesquisa sobre consumo desse produto ainda é limitado e não segue a (re)expansão de seu mercado. Mais estudos são necessários para compreender melhor as motivações dos consumidores, os padrões de consumo e o impacto desse fenômeno no mercado musical. Foram sugeridas opções de teorias para basearem estudos sobre discos, mas se tratando de consumo e marketing temos uma área muito ampla na qual pesquisadores futuros podem se apegar em diferentes correntes teóricas para alimentar suas buscas e achados.

Assim como em qualquer pesquisa, este estudo possui algumas limitações. Foram utilizadas duas bases de dados, que mesmo sendo as maiores e mais utilizadas para estudos da área de ciências sociais, não são suficientes para esgotar os trabalhos da temática analisada. Houve limitações referentes à análise conjunta das informações das bases devido ao uso de duas bases de dados distintas. Além disso, foram avaliados apenas os artigos publicados em periódicos, descartando artigos publicados em eventos e livros, o que poderia gerar uma "inteligência coletiva" (STENGERS, 2018) em relação à temática, por exemplo.

Por fim, este estudo buscou contribuir para mapear o campo de pesquisa sobre consumo de discos de vinil, identificando áreas de interesse e sugerindo temas para estudos futuros. Espera-se que essas descobertas inspirem pesquisadores a investigar mais a fundo o fenômeno do consumo de discos de vinil e suas implicações no mercado musical e na cultura contemporânea.

Agradecimento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Referências

- ARNOULD, E. J.; THOMPSON, C. J. Consumer Culture Theory (CCT): Twenty Years of Research. *Journal of Consumer Research*, v.31, n.4, 2005, p 868-882.
- ARNOULD, E.J.; THOMPSON, C. J. Introduction: Consumer Culture Theory: Ten Years Gone (and Beyond). In: *Consumer Culture Theory*. Emerald Group Publishing Limited, 2015. p. 1-21.
- ASKEGAARD, S.; LINNET, J. T. Towards an epistemology of consumer culture theory: Phenomenology and the context of context. *Marketing Theory*, v. 11, n. 4, p. 381-404, 2011.
- BARTMANSKI, D.; WOODWARD, I. The vinyl: The analogue medium in the age of digital reproduction. *Journal of consumer culture*, v. 15, n. 1, p. 3-27, 2015.
- BARTMANSKI, D.; WOODWARD, I. Vinyl record: A cultural icon. *Consumption Markets & Culture*, v. 21, n. 2, p. 171-177, 2018.
- BATES, E. Vinyl as event: Record Store Day and the value-vibrant matter nexus. *Journal of Cultural Economy*, v. 13, n. 6, p. 690-708, 2019.
- CAMERON, S.; SONNABEND, H. Pricing the Groove: hedonic equation estimates for rare vinyl records. *Applied Economics*, v. 52, n. 50, p. 5516-5530, 2020.
- CASOTTI, L. M.; SUAREZ, M. C. Dez anos de Consumer Culture Theory: delimitações e aberturas.



Revista de Administração de Empresas, v.56, n.3, 2016 p.353-359.

DOLBEC, P.; FISCHER, E. Refashioning a field? Connected consumers and institutional dynamics in markets. *Journal of Consumer Research*, v. 41, n. 6, p. 1447-1468, 2015.

ENSTROEM, R.; SCHMALTZ, R. Vinyl as fine wine: The role of expectation on the perception of music format. *Frontiers in Psychology*, v. 13, p. 873517, 2022.

ERTEKIN, Z. O.; ATIK, D.; MURRAY, J. B. The logic of sustainability: Institutional transformation towards a new culture of fashion. *Journal of Marketing Management*, v. 36, n. 15-16, p. 1447-1480, 2020.

FERNANDEZ, K. V.; BEVERLAND, M. B. As the record spins: materialising connections. *European Journal of Marketing*, v. 53, n. 6, p. 1152-1175, 2018.

FLECK, J. P. S.; ROSSI, C. A. V. Vinileiros – a vídeo-etnografia do colecionador de vinil. *ILUMINURAS*, Porto Alegre, v. 10, n. 23, 2009.

GAUZISKI, D. O resgate do vinil: uma análise do mercado atual e dos colecionadores na cidade do Rio de Janeiro. *C-Legenda-Revista do Programa de Pós-graduação em Cinema e Audiovisual*, n. 28, p. 83-94, 2013.

GIESLER, M.; FISCHER, E. Market system dynamics. *Marketing Theory*, v. 17, n. 1, p. 3-8, 2017.

GOMES, G. F.; CORRÊA, A. B. A.; PESSÔA, L. A. G. P. Consumo de música: um estudo de marketing geracional. *Diálogo com a Economia Criativa*, v. 1, n. 3, p. 39-57, 2016.

GOMES, R. M. Do fonógrafo ao MP3: algumas reflexões sobre música e tecnologia. *Revista Brasileira de Estudos da Canção*, n.5, p. 73-82, 2014.

GOULDING, C.; DERBAIX, M. Consuming material authenticity in the age of digital reproduction. *European Journal of Marketing*, v. 53, n. 3, p. 545-564, 2019.

HAN, M.; NEWMAN, G. E. Seeking stability: Consumer motivations for communal nostalgia. *Journal of Consumer Psychology*, v. 32, n. 1, p. 77-86, 2022.

HARADA, I. B. **O retromarketing na Indústria Musical: o regresso dos discos de vinil.** 2019. 110 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação e Gestão de Indústrias Criativas) - Universidade de Porto, Porto, 2019.

HARVEY, E. Siding with vinyl: Record Store Day and the branding of independent music. *International Journal of Cultural Studies*, v. 20, n. 6, p. 585-602, 2017.

HAYASHI, M. C. P. I. Afinidades eletivas entre a cientometria e os estudos sociais da ciência. *Filosofia e educação*, v. 5, n. 2, p. 57-88, 2013.

HAYES, D. "Take those old records off the shelf": Youth and music consumption in the postmodern age. *Popular music and society*, v. 29, n. 1, p. 51-68, 2006.

HRACS, B. J.; JANSSON, J. Death by streaming or vinyl revival? Exploring the spatial dynamics and value-creating strategies of independent record shops in Stockholm. *Journal of Consumer Culture*, v. 20, n. 4, p. 478-497, 2020.

IFPI. International Federation of the Phonographic Industry. **Engaging with music.** IFPI, 2022a. Disponível em: https://www.ifpi.org/wp-content/uploads/2022/11/Engaging-with-Music-2022_full-report-1.pdf. Acesso em: 29 jun. 2023.



International Federation of the Phonographic Industry - IFPI. **Global Music Report 2022.** IFPI, 2022b. Disponível em: https://www.musikindustrie.de/fileadmin/bvmi/upload/O6_Publikationen/GMR/IFPI_Global_Music_Report_2022-State_of_the_Industry.pdf. Acesso em: 29 jun. 2023.

International Federation of the Phonographic Industry - IFPI. **Global Music Report 2023.** IFPI, 2023. Disponível em: https://ifpi-website-cms.s3.eu-west-2.amazonaws.com/GMR_2023_State_of_the_Industry_ee2ea600e2.pdf. Acesso em: 21 abr. 2023.

KJELDGAARD, D.; ASKEGAARD, S.; RASMUSSEN, J. Ø.; ØSTERGAARD, P. Consumers' collective action in market system dynamics: A case of beer. *Marketing Theory*, v. 17, n. 1, p. 51-70, 2017.

LUNDBLAD, L.; DAVIES, I. A. The values and motivations behind sustainable fashion consumption. *Journal of Consumer Behaviour*, v. 15, n. 2, p. 149-162, 2016.

MADEIRA, A. C.; FARIA-SANTOS, M. S. O consumo de música: rankings e playlists, atuações da indústria cultural e da mídia digital personalizada. *COMFILOTEC*, v. 13, n. 7, p. 4-24, 2021.

MAGAUDA, P. When materiality 'bites back': Digital music consumption practices in the age of dematerialization. *Journal of consumer culture*, v. 11, n. 1, p. 15-36, 2011.

MAGAUDA, P.; MINNITI, S. Retromedia-in-practice: A practice theory approach for rethinking old and new media Technologies. *Convergence*, v. 25, n. 4, p. 673-693, 2019.

MITCHELL, C.; IMRIE, B. C. Consumer tribes: membership, consumption and building loyalty. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, v. 23, n. 1, p. 39-56, 2011.

PLOTNICK, R. Sticky fingers and smudged sound: vinyl records and the mess of media hygiene. *Critical Studies in Media Communication*, v. 39, n. 4, p. 260-275, 2022.

PORTUGAL, T. M. **Colecionando discos de vinil na era digital.** 2013. 77 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Sociais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

PRADO, J. W.; ALCÂNTARA, V. C.; CARVALHO, F. M.; VIEIRA, K. C.; MACHADO, L. K. C.; TONELLI, D. F. Multivariate analysis of credit risk and bankruptcy research data: a bibliometric study involving different knowledge fields (1968-2014). *Scientometrics*, v. 106, n. 3, p. 1007-1029, 2016.

PRANCKUTÉ, R. Web of Science (WoS) and Scopus: The titans of bibliographic information in today's academic world. *Publications*, v. 9, n. 1, p. 1-59, 2021.

RAPELI, M. R. **Tocando o autêntico: os significados da autenticidade no consumo de discos de vinil.** 2018. 154 f. Dissertação (Mestrado em Comportamento do Consumidor) - Escola Superior de Propaganda e Marketing, São Paulo, 2018.

REZENDE, D. C.; CASTRO, A. L. O. Construção e dinâmicas de mercado: o estágio evolutivo da área no Brasil frente ao contexto internacional. *Revista Interdisciplinar de Marketing (RIMAR)*, v. 12, n. 2, p. 128-140, 2022.

SARPONG, D.; DONG, S.; APPIAH, G. 'Vinyl never say die': The re-incarnation, adoption and diffusion of retro-technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 103, p. 109-118, 2016.

SCHAUMAN, S.; HEINONEN, K.; HOLMLUND, M. Crafting customer insight: What we can learn from the revival of the vinyl record. *Business Horizons*, v. 64, n. 2, p. 261-271, 2021.

SILVA, G. B. Um Passado Imaginado: As reconstruções identitárias a partir dos consumos de discos de vinil. *Revista Memória em Rede*, v. 14, n. 27, p. 425-454, 2022.



STENGERS, I. **Another science is possible**: a manifesto for slow science. Cambridge: Polity, 2018.

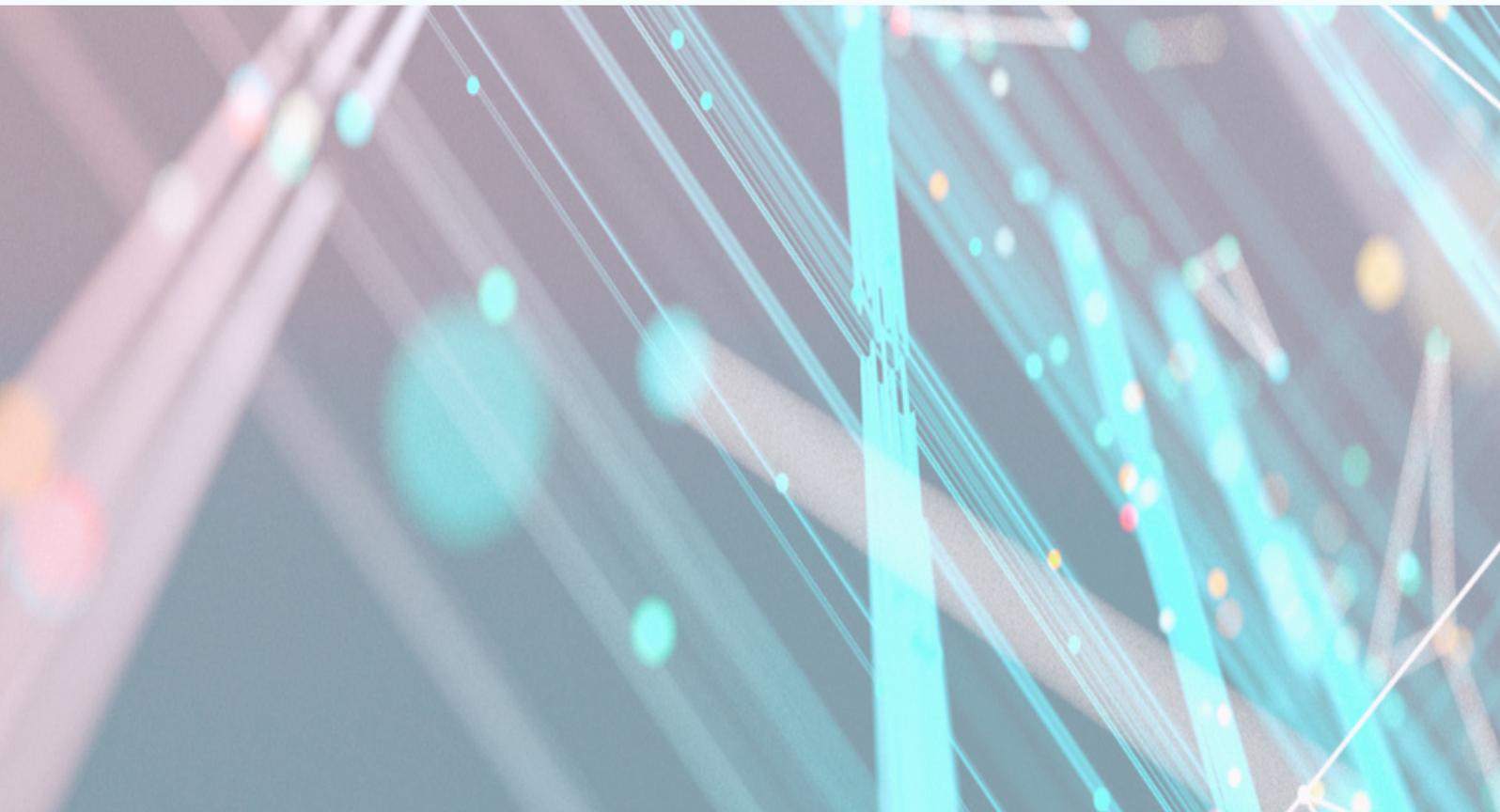
VACHHANI, S. J. (Re)creating objects from the past—affect, tactility and everyday creativity. **Management & Organizational History**, v. 8, n. 1, p. 91-104, 2013.

WHITEHOUSE, S. "Taking a chance on a record": lost vinyl consumption practices in the age of music streaming. **Consumption Markets & Culture**, v. 26, n. 1, p. 64-80, 2023.

YOCHIM, E. C.; BIDDINGER, M. It kind of gives you that vintage feel': vinyl records and the trope of death. *Media*, **Culture & Society**, v. 30, n. 2, p. 183-195, 2008.



Comunicação Breve





Profissional de educação física e os cuidados paliativos: uma atuação e compreensão necessária

Breno Augusto Bormann de Souza Filho*; Érika Fernandes Tritany**

*Doutor e Pós-Doutor em Epidemiologia em Saúde Pública. Escola Nacional de Saúde Pública – ENSP/FIOCRUZ, departamento de Epidemiologia em Saúde Pública, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Departamento de Saúde Coletiva, Natal/RN, Brasil.

**Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, departamento de Saúde Coletiva, Natal/RN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Escola de Saúde, Natal/RN, Brasil.

*Autor para correspondência e-mail: brenobormann@hotmail.com

Palavras-chave

Cuidados paliativos
Terapia por exercício
Capacitação de recursos humanos em saúde
Reabilitação

Keywords

Palliative care
Exercise therapy
Health human resource training
Rehabilitation

Resumo: A Resolução nº41 da Comissão Intergestores Tripartite, de 31 de outubro de 2018, insere os Cuidados Paliativos aos cuidados continuados integrados em qualquer ponto da Rede de Atenção à Saúde, ofertados pelas equipes multiprofissionais, o que inclui os Profissionais de Educação Física (PEF). Entretanto, são observadas lacunas na literatura sobre o papel dos PEF nos Cuidados Paliativos (CP), o que estimula o debate acerca da ampliação do horizonte de atuação dos PEF, no que tange aos conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias nos CP. Este artigo baseou-se em uma revisão narrativa, cujo processo de coleta do material foi realizado de forma não sistemática, eleitos exclusivamente a partir da linha de argumentação e reflexão que os autores pretendem submeter à apreciação e ao debate público. A busca bibliográfica foi realizada de julho de 2022 a março de 2023, nas bases de dados Medline; SciELO; LILACS; SCOPUS e Web of Science, nos idiomas português, espanhol e inglês. Não houve limites relacionados ao período de publicação. Como resultados, apresentamos que a prática no contexto dos CP, mostra-se importante no que tange aos cuidados durante o percurso das doenças, cuidados de fim de vida, e luto. Assim, descrevemos caminhos teórico-metodológicos para atuação dos PEF neste campo de atuação multiprofissional como parte de uma assistência completa à saúde. Propõe-se, assim, qualificar a atuação dos PEF e melhorar a qualidade da assistência prestada aos pacientes e seus familiares em CP.

Physical education professional and palliative care: a necessary performance and understanding

Abstract: Resolution nº 41 of the Tripartite Intermanagement Commission, of October 31, 2018, inserts Palliative Care into continuous care integrated at any point in the Health Care Network, offered by multidisciplinary teams, which includes Professional of Physical Education (PPE). However, gaps are observed in the literature on the role of PEF in Palliative Care (PC), which stimulates the debate about expanding the horizon of action of PPE, in terms of knowledge, skills and attitudes needed in PC. This article is a narrative review, whose material collection process was carried out in a non-systematic way, chosen exclusively and based on the line of argumentation and reflection that the authors intend to submit for public consideration and debate. The bibliographic search was carried out from July 2022 to March 2023, in the Medline databases; SciELO; LILACS; SCOPUS and Web of Science, in Portuguese, Spanish and English. There were no limits related to the publication period. The practice in the context of PC is important in terms of care during the course of illness, end-of-life care, and mourning. Thus, we present ways for PPE to act in this multiprofessional field of action as part of a complete health care. Thus, it is proposed to qualify the performance of PPE and improve the quality of care provided to patients and their families in PC.

Recebido em: 10/10/2023

Aprovação final em: 20/12/2023

Introdução

Frente a um contexto de transições demográfica e epidemiológica, com envelhecimento populacional e aumento das condições crônicas no perfil de morbimortalidade da população, emerge a necessidade de uma abordagem complexa do cuidado em saúde, bem como um sistema de saúde integrado, organizado sob a perspectiva das Redes de Atenção à Saúde. Nesse ínterim, os serviços de saúde e equipes multiprofissionais se depararam, progressivamente, com a exigência do exercício de habilidades e competências próprias aos Cuidados Paliativos (CP) (SOUZA FILHO; TRITANY, 2020).

A adoção da abordagem dos CP imprime às práticas de saúde mais qualidade, e também possibilita melhor continuidade do cuidado, e busca romper com o modelo biomédico, centrado na patologia e sua cura, em benefício a um modelo de atenção centrado no cuidado em saúde, na pessoa e, sobretudo, na experiência da doença, sentida por todos os envolvidos nesse processo (TIBERINI; RICHARDSON, 2015).

Dessa forma, haja vista a crescente atuação dos Profissionais de Educação Física (PEF) na composição de equipes multiprofissionais em todos os níveis de atenção à saúde, bem como a exploração da Comissão Intergestores Tripartite, por meio da Resolução nº41 de 31 de outubro de 2018 (COMISSÃO INTERGESTORES TRIPARTITE, 2018), a qual informa que os CP deverão fazer parte dos cuidados continuados integrados ofertados em qualquer ponto da rede de atenção à saúde, pelas equipes multiprofissionais de saúde, o que inclui os PEF, torna-se necessária a compreensão sobre o que são os Cuidados Paliativos e aspectos essenciais à atuação dos Profissionais de Educação Física na saúde, sobretudo no que tange aos Cuidados Paliativos.

Entretanto, de acordo com Souza Filho *et al.* (2021), são observadas lacunas na formação profissional e ausência de orientações na Diretriz Curricular Nacional sobre competências, habilidades e atitudes, no que tange a cuidados durante o percurso das doenças, cuidados de fim de vida, luto, e aspectos conceituais dos CP na formação básica do PEF. Sendo, assim, imperativa a discussão sobre a importância da atuação do PEF nos CP, bem como a inclusão de conteúdos próprios à área dos CP em componentes curriculares da formação em Educação Física. Para que, dessa forma, seja possível ampliar e qualificar a atuação do PEF, e melhorar a qualidade da assistência prestada a pacientes, e seus familiares, em CP.

Nesse sentido, este artigo tem como objetivo fortalecer o debate acerca da necessária ampliação do horizonte de atuação dos PEF nesse campo de atuação. Assim, procurou-se discutir o conceito dos CP e sua relação com a funcionalidade global e multidimensionalidade do cuidado em saúde, bem como apresentar reflexões teórico-metodológicas sobre competências necessárias para efetiva intervenção e olhar dos PEF aos pacientes e familiares em CP.

Metodologia

O presente estudo baseou-se em uma revisão de literatura do tipo narrativa, a qual intenta realizar uma síntese qualitativa em que o autor possui liberdade para interpretar e analisar criticamente achados na literatura, possibilitando a descrição e discussão do “estado da arte” sobre o tema (ROTHER, 2007). Esse tipo de estudo, apresenta importante papel na educação continuada, pois permite ao leitor atualizar-se sobre um tema específico em tempo reduzido (ROTHER, 2007), sendo o principal foco desse manuscrito.

O período de coleta dos dados foi realizado de forma não sistemática no período de julho de 2022 a março de 2023.

Foram pesquisadas bases de dados científicas, tais como: Medline (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online) via PUBMED; SciELO (Scientific Eletronic Library Online) e LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde) via BVS (Biblioteca Virtual em Saúde); SCOPUS e Web of Science via portal de periódicos CAPES. Não houve restrições relacionadas ao período das publicações. Os idiomas utilizados para leitura dos artigos foram: espanhol, inglês e português. Não houve restrições relacionadas ao período das publicações.

Dessa forma, foram utilizados os seguintes descritores ou termos relacionados via DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) e seus respectivos correspondentes pelo MeSH (*Medical*



Subject Headings) como palavras-chave: Cuidados Paliativos / Cuidados Paliativos / Palliative Care; Educação Física e Treinamento / Educación y Entrenamiento Físico / Physical Education and Training; Exercício Físico / Ejercicio Físico / Exercise; Reabilitação / Rehabilitación / Rehabilitation; Pessoal de Saúde / Personal de Salud / Health Personnel; Os termos foram combinados utilizando o operador booleano "OR" e "AND" para aumentar sensibilidade e especificidade dos achados, respectivamente.

Além disso, o banco de dados foi complementado com materiais indicados por especialistas na temática.

Por fim, por se tratar de uma revisão bibliográfica do tipo narrativa, a seleção e extração de dados foi realizada por ambos os autores, exclusivamente baseados na linha de argumentação e reflexão que os autores pretendem submeter à apreciação pública, com intuito de corroborar e fortalecer a linha de raciocínio e plausibilidade científica apresentada pelos autores acerca do processo de atuação e conhecimento dos PEF sobre os CP. Os materiais selecionados foram lidos na íntegra, categorizados e analisados com intuito de corroborar e fortalecer a linha de raciocínio e plausibilidade científica apresentada pelos autores de forma subjetiva.

A síntese dos resultados foi realizada por meio de descrição narrativa gerada através de interpretações qualitativas e reflexões dos autores sobre o tema abordado (Atuação e Compreensão dos CP pelos PEF), não sendo assim, realizada avaliação da qualidade dos estudos incluídos nesta revisão.

Resultados e Discussão

E o que são os Cuidados Paliativos?

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), os CP são uma abordagem que visa a prevenção e alívio do sofrimento, promoção de dignidade, melhoria da qualidade de vida e adaptação às doenças e/ou condições progressivas em pessoas que enfrentam problemas de saúde agudos, crônicos, complexos, e/ou ameaçadores da vida, sendo extensível também para suas famílias. Dessa forma, requer identificação precoce, avaliação e tratamento de sintomas de natureza física, psicossocial e espiritual, desde o seu diagnóstico até a fase de luto, apresentando uma visão multidimensional do cuidado em saúde (GÓMEZ-BATISTE; CONNOR, 2017; WHO, 2018).

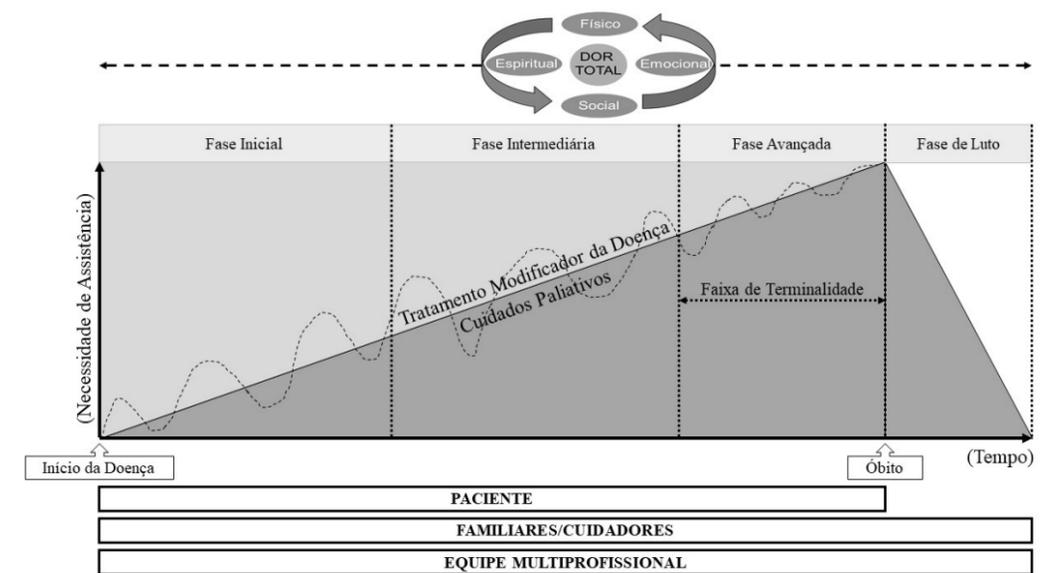
A partir do diagnóstico, o processo de progressão da doença e/ou condição ameaçadora da vida, muitas vezes, é responsável por alterações na funcionalidade global do paciente, impactando negativamente nas condições para a realização das Atividades de Vida Diária (AVDs), Atividades Instrumentais de Vida Diária (AIVDs) e conseqüentemente as Atividades Avançadas de Vida Diária (AAVD). Tais alterações impactam negativamente na sobrecarga dos familiares e/ou cuidadores, bem como dos profissionais da equipe de saúde.

É importante considerar que quanto menor a funcionalidade global do paciente, maior será o nível de sobrecarga do familiar/cuidador e equipe multiprofissional. Dessa forma, os CP e a visão dos profissionais de saúde envolvidos, devem estar voltadas à tríade do cuidado, ou seja, a todos aqueles envolvidos no cuidado: paciente, familiares/cuidadores e equipe multiprofissional (TIBERINI; RICHARDSON, 2015). Dessa forma, é necessário que a abordagem paliativa se inicie assim que o problema de saúde for detectado, atuando de forma concomitante ao tratamento modificador da doença e/ou condição; enfatizado um aumento gradativo dos CP concomitante ao avanço da doença/condição, visando maior qualidade de vida ao paciente e sua família.

Entretanto, nem sempre o diagnóstico ocorre em fase inicial da doença, o que requer que os CP iniciem em grande magnitude e continuidade (GÓMEZ-BATISTE; CONNOR, 2017). A Figura 1 apresenta, de forma didática, a necessidade do aumento progressivo da abordagem e intervenções em Cuidados Paliativos ao longo do tempo, até uma possível cura ou óbito do paciente. Além disso, o gráfico apresenta que após a morte do paciente, deverá existir uma continuidade dos CP para a atenção ao luto dos familiares e das necessidades da própria equipe multiprofissional, potencializando o reestabelecimento multidimensional destes, evitando assim, processos relacionados a luto complicado.



Figura 1- Modelo Teórico para Implementação dos Cuidados Paliativos.



Fonte: Gráfico cedido por Souza Filho *et. al.* (2021), com autorização dos autores.

Faz-se, portanto, necessário destacar que a compreensão acerca dos CP por profissionais de saúde, e população em geral, ainda está, em grande medida, relacionada à atuação frente a processos de fim de vida e a uma noção errônea e estereotipada sobre "não ter mais o que fazer" com o paciente, estabelecendo a cura como o único objetivo "nobre" ao cuidado em saúde. Entretanto, os Cuidados Paliativos abrem uma janela de possibilidades terapêuticas multidimensionais para o enfrentamento e melhora dos sintomas experienciados pelos pacientes e seus familiares que vão além da perspectiva unicamente curativa.

No contexto da prevenção e controle de sintomas em CP, é essencial conceber o termo "sintoma" de acordo com a perspectiva do paciente, considerando-o como tudo aquilo que ele percebe como um problema (MICCINESI *et al.*, 2020). A partir do princípio da Dor Total, compreende-se que não se deve abordar apenas os aspectos físicos da dor, mas também incorporar suas dimensões psicológica, social e espiritual. Atualmente, essa abordagem amplia-se para qualquer sintoma, destacando a importância de reconhecer a natureza individual e subjetiva dos sintomas, assim como a interação entre fatores biológicos, sensoriais, afetivos, cognitivos, comportamentais, sociais e culturais na determinação, interpretação e expressão dos sintomas apresentados (GÓMEZ-BATISTE; CONNOR, 2017).

A prevenção e o controle de sintomas representam pilares fundamentais na prestação de CP e apesar das especificidades de cada campo profissional, todos os envolvidos devem ser capazes de identificar sintomas e possuir conhecimento sobre técnicas básicas de manejo ou encaminhamentos pertinentes (SOUZA FILHO *et al.*, 2021; TIBERINI; RICHARDSON, 2015). Outrossim, a prática de escuta atenta, oferecimento de apoio e orientação aos familiares emerge, portanto, como elementos inerentes a essa forma de cuidado.

Atuação do Profissional de Educação Física nos Cuidados Paliativos

Nos CP, a preservação da funcionalidade global dos pacientes e de seus familiares/cuidadores durante todo o processo de apoio e cuidado é essencial (TIBERINI; RICHARDSON, 2015). Assim, estimula-se que os serviços de saúde adotem estratégias de reabilitação focadas na manutenção e promoção da independência funcional, prevenção e retardo de complicações deletérias (GÓMEZ-BATISTE; CONNOR, 2017). E é aí que entra a importante ação dos PEF.

A atuação dos PEF nos CP, deve basear-se nas melhores práticas clínicas e abranger uma perspectiva de cuidado centrado na pessoa, suas necessidades e dimensões físicas, psicológicas, so-



ciais e espirituais, pautando-se no conceito de Reabilitação Total, visando uma atuação centrada no trabalho holístico orientado para preservação, ganho e/ou manutenção da funcionalidade global e dignidade do paciente e de seus familiares, bem como para a melhora da saúde e qualidade de vida, através de ambientes físicos e/ou virtuais, com intervenções orientadas para as dimensões físicas, psicológicas, sociais e espirituais, cujo projeto terapêutico seja construído e conduzido sob a perspectiva da inter ou transdisciplinaridade e intersectorialidade (SOUZA FILHO; TRITANY, 2022).

Dessa forma, sugere-se a adoção de uma abordagem baseada no conhecimento da biografia do paciente e seus familiares/cuidadores, através de escuta empática e atenta com a finalidade de conhecer suas histórias de vida prévias e pós diagnóstico, bem como suas expectativas, medos e desejos com relação ao futuro de ambos; aspectos biopsicossociais, espirituais e clínico-epidemiológico relacionados à doença e/ou tratamentos, através da realização de questionários, entrevistas e/ou análise do prontuário, com a finalidade de obter informações relacionadas a fatores biológicos (genéticos, bioquímicos, etc); psicológicos (estado de humor, de comportamento, sobrecarga do cuidador, etc); sociais (culturais, suporte e apoio social, socioeconômicos, etc); espirituais (espiritualidade, religiosidade, etc); e clínicos (diagnóstico, tratamento, sintomas, etc). Cada fator pode interferir na saúde e funcionalidade do paciente e de seus familiares/cuidadores, influenciando na adesão e aderência ao tratamento e métodos de intervenção a serem pactuados (SOUZA FILHO, 2021).

Além disso, é importante conhecer questões relacionadas às experiências prévias e nível motivacional para a prática de atividades físicas dos pacientes e de seus familiares, uma vez que a compreensão do sentimento relacionado às atividades e o próprio entendimento do que é atividade física pode facilitar o diálogo e apresentar melhores caminhos de intervenção, seja por meio de orientação, estímulos e/ou prescrições por parte do PEF; realização de avaliações e testes funcionais multidimensionais, sendo desejável o compartilhamento dos resultados das avaliações e escuta acerca das expectativas, preferências e desejos dos pacientes e seus familiares. Para indivíduos que apresentem menor reserva funcional associada a maior comprometimento físico funcional - por motivos de progressão da doença, efeitos do tratamento, ou outros - sendo detectada, quando necessária, a impossibilidade de realização de testes físicos funcionais no momento, deve-se adotar questionários para avaliação da capacidade física funcional e monitorar a possibilidade de testes físicos no futuro. Outrossim, é importante salientar que a escolha dos instrumentos e métodos de avaliação deve ser orientada de acordo com as particularidades dos indivíduos a serem avaliados, sendo recomendável a utilização de medidas e instrumentos consolidados e validados cientificamente (SOUZA FILHO, 2021).

O processo de elaboração e construção do Projeto Terapêutico Singular (PTS) deve se dar de maneira compartilhada – juntamente com paciente, familiares e equipe multiprofissional; bem como possíveis reavaliações para ajustes e atualizações do PTS (SOUZA FILHO, 2021). É importante que o PEF ao elaborar o PTS, considere os componentes para prescrição de AF - frequência; intensidade; tempo; tipo; volume; e progressão da atividade (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE *et al.*, 2018) – além de verificar os possíveis efeitos que cada componente pode exercer e sofrer em relação à progressão da doença, tratamento, sintomas, situação de vulnerabilidade social, *status* laboral, fragilidade emocional, risco de quedas, orientação religiosa, entre outros (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE *et al.*, 2018; BUSHMAN; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2017). Apresentando, assim, uma atuação e abordagem holística que relacione a prática de AF não apenas ao *status* funcional e aptidão física dos indivíduos.

Nesse sentido, torna-se imprescindível, pelo Profissional de Educação Física, o reconhecimento de que os familiares, cuidadores e, também, a própria equipe multiprofissional devem ser foco de sua atenção durante todo o processo de apoio/cuidado. Além disso a compreensão de que todos os envolvidos no processo de cuidado podem apresentar sofrimento multidimensional durante o percurso da doença e possível progressão, tratamentos e mesmo após o óbito, na fase do luto. Dessa forma, torna-se necessário o fortalecimento da compreensão de que o sofrimento pode - e deve - ser identificado, prevenido e paliado o mais precocemente possível, fato ainda não abordado em profundidade na formação dos profissionais de educação física (SOUZA FILHO *et al.*, 2021).



Conclusão

Nosso estudo, ressalta a necessidade de fortalecer o sentimento de pertencimento, dos PEF à área da saúde, como categoria profissional indispensável a todos os níveis de atenção à saúde, não apenas no que tange ao componente da prevenção e promoção da saúde, mas também na recuperação, reabilitação e CP, orientando sua prática às dimensões físicas, psicológicas, sociais e espirituais do cuidado em saúde (COMISSÃO INTERGESTORES TRIPARTITE, 2018). Assim, reduzir-se-á barreiras de atuação profissional e ampliará as possibilidades terapêuticas disponíveis para a população, através da transdisciplinaridade e interprofissionalidade.

Atualmente, o Brasil apresenta-se em vias do lançamento de uma Política Nacional de Cuidados Paliativos, um movimento de intensa relevância e articulação intersectorial, que, no entanto, ainda é pouco conhecido e considerado pelas instituições de ensino, pesquisa e serviços de saúde no Brasil. Pouco se fala sobre Cuidados Paliativos na formação em saúde; e, nos serviços de saúde, via de regra, defende-se uma definição limitada e desatualizada associando CP apenas a processos de fim de vida, morte e luto. Nas IES, os CP sequer constam nas diretrizes curriculares dos cursos de graduação. Após décadas de luta do movimento paliativista para inclusão dos CP nas DCN dos cursos de graduação, apenas em dezembro de 2021, o curso de Medicina inseriu os CP em suas DCN, sendo o único curso de graduação a fazê-lo até o momento. Ou seja, vivemos uma situação de atraso na formação e práticas dos profissionais de saúde em nosso país. Defendemos, aqui, que os cursos de Educação Física e seus profissionais formados conheçam essa realidade e se aproximem dessa questão, haja vista sua inserção nas equipes de cuidado e necessidade de conduzir o cuidado junto a pessoas com adoecimentos crônicos, complexos, progressivos e/ou ameaçadores da vida.

Dessa forma, barreiras e diferenças no processo de trabalho entre as categorias profissionais devem, sim, ser consideradas; mas a rigidez desses limites não contribui para a evolução clínica, psicológica, social e espiritual dos pacientes e suas famílias. Assim, fortalecer as práticas das diferentes categorias profissionais embasadas na abordagem dos CP e fomentar uma atuação transdisciplinar nos Projetos Terapêuticos Singulares, significa potencializar o horizonte do cuidado, de reabilitação, de vínculo entre usuários e profissionais e o potencial de envolvimento e confiança dos pacientes e suas famílias.

Referências

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE; RIEBE, D.; EHRMAN, J. K.; LIGUORI, G.; MAGAL, M. (org.). **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. Tenth editioned. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2018. 2018.

BUSHMAN, B. A.; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (org.). **ACSM's Complete Guide to Fitness & Health**. Second editioned. Champaign, IL: Human Kinetics, 2017. 2017.

COMISSÃO INTERGESTORES TRIPARTITE. **Resolução nº 41, de 31 de outubro de 2018**. 2018.

GÓMEZ-BATISTE, X.; CONNOR, S. **Building integrated palliative care programs and services**. Worldwide Hospice Palliative Care Alliance, , 2017.

MICCINESI, G.; CARACENI, A.; GARETTO, F.; ZANINETTA, G.; BERTÈ, R.; BROGLIA, C. M.; FARCI, B.; APRILE, P. L.; LUZZANI, M.; MARZI, A. M.; MERCADANTE, S.; MONTANARI, L.; MORONI, M.; PIAZZA, E.; PITTURERI, C.; TASSINARI, D.; TRENTIN, L.; TURRIZIANI, A.; ZAGONEL, V.; MALTONI, M. The Path of Cicely Saunders: The "Peculiar Beauty" of Palliative Care. **Journal of Palliative Care**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 3-7, 2020.

ROTHER, E. T. Revisão Sistemática x Revisão Narrativa. **Acta Paul Enferm**, [s. l.], v. 20, p. vi, 2007.

SOUZA FILHO, B. A. B. de. Papel do Profissional de Educação Física nos Cuidados Paliativos. *Em:*



MANUAL DE CUIDADOS PALIATIVOS DA ACADEMIA NACIONAL DE CUIDADOS PALIATIVOS (ANCP). 3ªed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2021. p. 624.

SOUZA FILHO, B. A. B. de; TRITANY, É. F. Cuidados Paliativos: Uma Abordagem Transversal para a Rede de Atenção à Saúde. *Em: CUIDADOS INTERMEDIÁRIOS E REDES DE ATENÇÃO À SAÚDE*. 1ªed. Porto Alegre: Rede Unida, 2020. v. 1, p. 236–250.

SOUZA FILHO, B. A. B. de; TRITANY, É. F. Realidade virtual imersiva nos Cuidados Paliativos: perspectivas para a Reabilitação Total. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, [s. l.], v. 30, p. e3024, 2022.

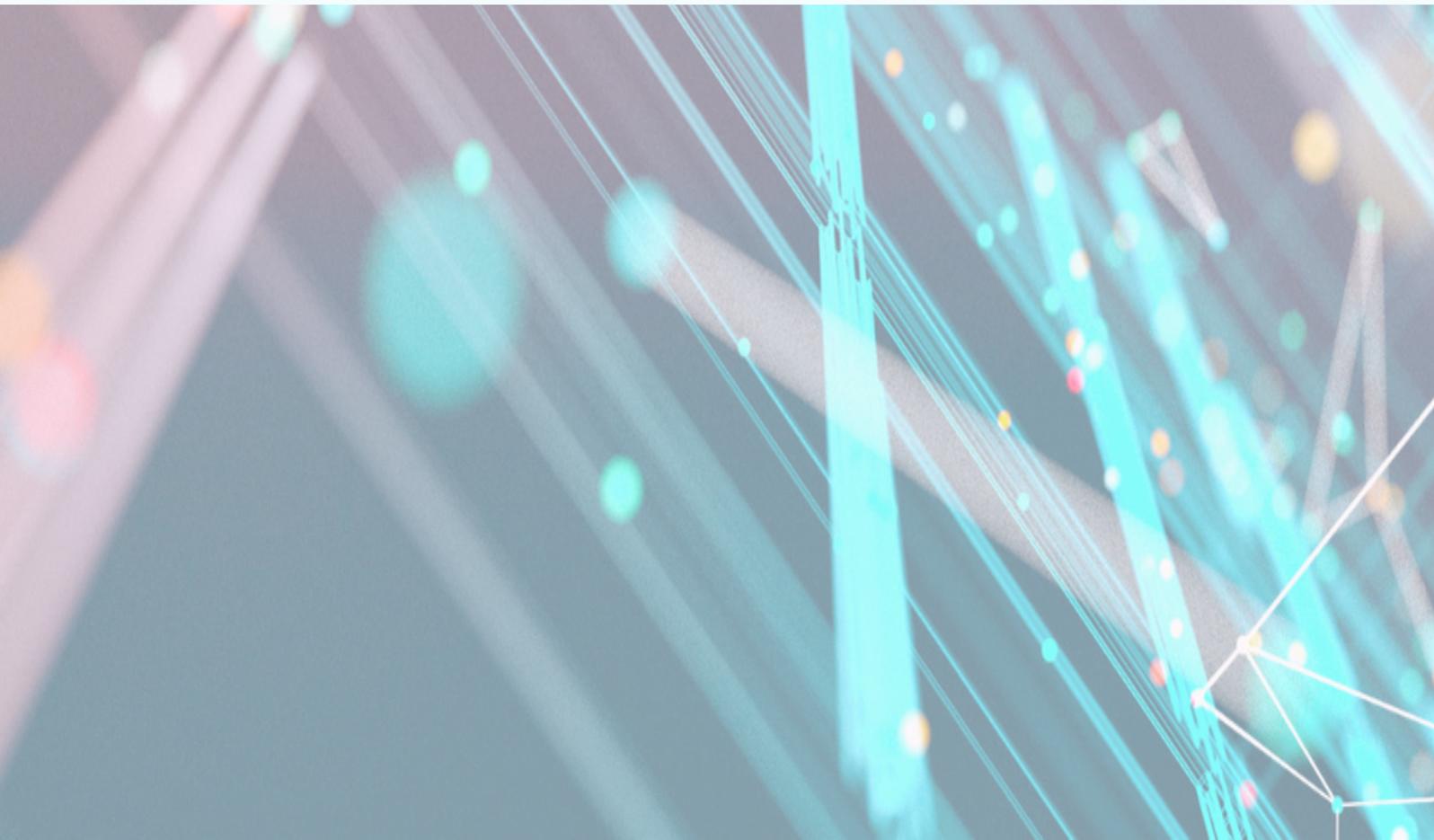
SOUZA FILHO, B. A. B. de; TRITANY, É. F.; SMETHURST, W. S.; BARROS, M. V. G. de. Inserção dos Cuidados Paliativos na formação dos profissionais de educação física. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, [s. l.], v. 26, p. e0184, 2021.

TIBERINI, R.; RICHARDSON, H. **Rehabilitative Palliative Care: A Challenge for the 21st Century**. Hospice UK, , 2015.

WHO. **Integrating palliative care and symptom relief into the response to humanitarian emergencies and crises: a WHO Guide**. Geneva: World Health Organization, 2018. 2018.



Artigo de Divulgação





Avaliação do reuso de cromo recuperado de resíduos químicos de solos em análises de Carbono Orgânico Total (COT) pelo método de Walkley-Black

Dham Khlisman Velozo da Silva*; Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria**; Edgar Nascimento***; Adriana Paiva de Oliveira****

*Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Química Tecnológica e Ambiental do Instituto Federal de Mato Grosso, IFMT; Técnico em Laboratório do Instituto Federal de Rondônia, IFRO.

**Doutora em Agricultura Tropical, Docente do Programa de Pós-Graduação em Química Tecnológica e Ambiental do Instituto Federal de Mato Grosso, IFMT.

*** Doutor em Engenharia Elétrica, Docente do Instituto Federal de Mato Grosso, IFMT.

**** Doutora em Química, Docente do Programa de Pós-Graduação em Química Tecnológica e Ambiental do Instituto Federal de Mato Grosso, IFMT.

*Autor para correspondência e-mail: adriana.oliveira@ifmt.edu.br

Palavras-chave

Metais Potencialmente Tóxicos
Cromo Hexavalente
Íon Dicromato
Reações de Oxirredução
Precipitação Seletiva

Keywords

Potentially toxic metals
Hexavalent chromium
Dichromate ion
Redox reactions
Selective precipitation

Resumo: A metodologia de determinação de Carbono Orgânico Total (COT) utilizada pelo laboratório de solos do Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Campus Colorado do Oeste, tem como resíduo químico uma solução aquosa ácida contendo cromo (tri e hexavalente). Assim, o presente trabalho teve como objetivos desenvolver e validar um método de recuperação de cromo a partir desses resíduos e reusar esse metal recuperado em análises de determinação de COT em solos do Estado de Rondônia. A recuperação do cromo foi realizada por meio de reações de oxirredução e precipitação; a quantificação do COT dos solos foi feita pelo método de Walkley-Black; a concentração de cromo total foi determinada por espectrometria de absorção atômica em chama; e a concentração de Cr(VI) foi determinada por espectrofotometria UV-Visível utilizando reação com 1,5-difenilcarbazida. Os teores de COT de 51 amostras de solo foram determinados utilizando-se o método sem reuso e o método com o reuso de cromo recuperado. Os resultados obtidos apresentaram distribuição normal (p -valores $> 0,05$) e um coeficiente de correlação de Person (entre os métodos) igual a 0,9978643. A análise de clusters mostrou que a maioria das amostras apresenta teores de COT similares para ambas as metodologias e as divergências encontradas não são significativas (menores que 1,59 g kg⁻¹ de COT), considerando o âmbito em que as análises são realizadas e a finalidade de uso desses resultados (usos agrônomicos do solo), de modo que o método com reuso pode ser aplicado sem comprometimento da confiabilidade. Diante disso, conclui-se que a recuperação de cromo foi bem-sucedida e seu reuso na determinação de COT produziu resultados com excelente correlação linear positiva em relação ao método sem reuso, com repetibilidade e precisão intermediária adequadas.

Evaluation of the use of chromium recovered from soil chemical residues in Total Organic Carbon (TOC) analyzes using the Walkley-Black method

Abstract: The Total Organic Carbon (TOC) determination method used by the soil laboratory of Federal Institute of Rondonia (IFRO), Colorado do Oeste campus, generates an acidic aqueous solution containing chromium (tri and hexavalent) as chemical residue. Thus, the present work aimed to develop and validate a method for recovering chromium from these residues; and to reuse this recovered metal in TOC quantification in soils from Rondônia State. Chromium recovery was carried out through oxidation-reduction and precipitation reactions; quantification of soil TOC was performed using the Walkley-Black method; determination of total chromium concentration was performed by flame atomic absorption spectrometry; and the determination of the Cr(VI) concentration was performed by UV-Visible spectrophotometry using reaction with 1,5-diphenylcarbazide. TOC contents of 51 soil samples were determined using the no reuse method, and the method with the reuse of recovered chromium. The results showed normal distribution (p -values > 0.05) and a Person's correlation coefficient (between methods) equal to 0.9978643. The cluster analysis showed that most of the samples presented similar TOC levels for both methods and the differences found are not significant (less than 1.59 g kg⁻¹ of TOC), considering the scope in which the analyses are performed and its purpose (agronomic uses of the soil), so the method can be applied without compromising reliability. Therefore, it is concluded that chromium recovery was successful and its reuse in TOC determination resulted in a method with excellent positive linear correlation compared to the conventional method, with adequate repeatability and intermediate precision.

Recebido em: 10/08/2023

Aprovação final em: 20/09/2023

Introdução

As atividades laboratoriais desenvolvidas no âmbito das Instituições de Ensino Superior consistem basicamente em aulas experimentais e análises físico-químicas e microbiológicas de projetos de ensino, de pesquisa e de extensão. Tais atividades geram uma grande variedade de resíduos químicos, que precisam de tratamento e disposição final apropriados, tendo em vista a responsabilidade ambiental e os riscos à saúde pública que decorrem do descarte inadequado de tais resíduos.

O Campus Colorado Oeste do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), oferta atualmente 1 curso técnico integrado ao Ensino Médio, 5 cursos de graduação e 2 cursos de pós-graduação, concentrados nas áreas de Produção Animal e Vegetal, Ciências da Vida e Gestão Ambiental. Assim, as atividades de ensino, pesquisa e extensão do campus necessitam, em maior ou menor volume, de análises químicas, sobretudo das análises relacionadas à fertilidade do solo e/ou à nutrição de plantas.

A análise química do solo é a forma utilizada para diagnosticar quantitativamente sua fertilidade, permitindo definir ações corretivas e de manejo, com baixo custo operacional e rapidez. Em geral, essas análises consistem resumidamente em: pH, concentrações de cálcio, magnésio, alumínio, fósforo, potássio, sódio e micronutrientes, além de acidez potencial (hidrogênio+alumínio), sulfato e matéria orgânica (EMBRAPA, 2017).

A matéria orgânica presente nos solos tem origem animal, vegetal e microbiana, e desempenha um importante papel na capacidade de troca, no desenvolvimento da microbiota e nas propriedades físicas e químicas do solo (FERNANDES *et al.*, 2015). Atualmente, os métodos mais utilizados por laboratórios brasileiros para quantificar esse parâmetro de fertilidade, em amostras de solo, são baseadas na metodologia Walkley-Black (WALKLEY; BLACK, 1934), que consiste na digestão do carbono orgânico por via úmida com dicromato em meio ácido, e produz resultados em termos de Carbono Orgânico Total (COT) presente no solo.

Ao longo dos anos, com o intuito de melhorar a exatidão e/ou diminuir seus resíduos, foram empregadas algumas modificações incrementais a essa metodologia, que consistem basicamente em redução de massa de amostras, ajustes de volumes de solução extratora utilizada e aquecimento externo (MEBIUS, 1960; FERNANDES *et al.*, 2015), além de adequações na detecção do analito, com a inserção de espectroscopia UV-visível em substituição ao método titulométrico clássico (RAIJ *et al.*, 2001; FERRAZ NETO, 2015).

Apesar desses incrementos metodológicos, o método Walkley-Black (e suas modificações) ainda pode ser considerado um método clássico de análise, de baixo custo e de fácil execução, pois emprega instrumentos simples; entretanto, utiliza reagentes tóxicos contendo cromo hexavalente, que é um metal potencialmente tóxico, que possui comprovadamente efeitos carcinogênicos e mutagênicos (SUSSULINI; ARRUDA, 2006). Dessa forma, sua substituição por procedimentos mais ambientalmente corretos é desejável, mas os altos custos de implementação desses novos métodos e imprecisão de resultados são fatores que dificultam essa mudança (HOOGSTEEN *et al.*, 2015; MACHADO *et al.*, 2011).

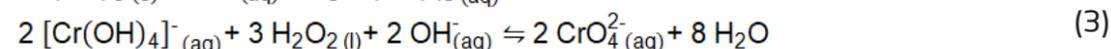
Diante disso, é importante buscar métodos alternativos, com o objetivo de reduzir, reusar e/ou reciclar os resíduos gerados por esse ensaio quantitativo, levando em conta os riscos que o cromo oferece ao meio ambiente e à saúde pública e tendo em vista as implicações e exigências da legislação ambiental, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) e o atendimento aos padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2011).

Nesse contexto, o presente estudo verificou que o método de quantificação de COT usado pelo Laboratório de Solos do IFRO, Campus Colorado do Oeste, produz resíduos com a presença do metal cromo. Então, a partir dessa problemática, teve como objetivos desenvolver um procedimento de recuperação de cromo a partir desses resíduos, para que esse metal fosse reutilizado na determinação de COT, no sentido de colaborar com a gestão adequada de resíduos químicos do IFRO e estimular práticas mais sustentáveis no âmbito institucional.

Materiais e Métodos

Recuperação de cromo e preparação da solução de trabalho de dicromato

Este procedimento foi realizado de acordo com Machado *et al.* (2011), com adaptações. Inicialmente, o Cr(VI) foi reduzido a Cr(III) com etanol. O excesso de etanol foi evaporado e o pH do meio foi ajustado para 8,5±0,5 pela adição NaOH sólido P.A (98% m:m), para a precipitação do hidróxido de cromo (equação 1). O precipitado foi recolhido e então ressuscitado em uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 5 mol L⁻¹ e a oxidação do cromo ao estado hexavalente (na forma de dicromato em solução) foi feita com peróxido de hidrogênio, conforme reações descritas nas equações 2 e 3.



Após filtração por gravidade, a concentração de dicromato foi determinada por titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal previamente padronizada. A concentração foi então ajustada para 0,0667 mol L⁻¹, analogamente à utilizada no método de determinação de carbono orgânico total do solo, descrita a seguir.

Determinação de Carbono Orgânico Total (COT) em solos pelo método Walkley-Black

O método Walkley-Black (WB) empregado para determinação de COT do solo é fundamentado na oxidação do carbono orgânico presente na amostra pelo dicromato (sódico ou potássico) (WALKLEY; BLACK, 1934). Enquanto o carbono orgânico é oxidado a CO₂, o cromo da solução extratora é reduzido do estado de oxidação +6 (Cr⁺⁶) ao estado de oxidação +3 (Cr⁺³). Em seguida, o excesso de dicromato é determinado por titulação redox com uma solução padronizada de sulfato ferroso amoniacal. O teor de carbono orgânico total é determinado pela diferença com um branco analítico (RAIJ *et al.*, 2001; EMBRAPA, 2017).

O procedimento foi realizado de acordo com Embrapa (2017), com uma massa de 0,5 g para amostras com teores de COT inferiores a 10 g kg⁻¹ e de 0,25 g kg⁻¹ para amostras com teores de COT iguais ou superiores a 10 g kg⁻¹. A digestão foi feita por via úmida com solução de K₂Cr₂O₇ 0,0667 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 50% (v/v), com aquecimento. A quantificação do dicromato remanescente foi feita por meio da titulação redox com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,102 mol L⁻¹.

Planejamento de experimentos e tratamento estatístico dos dados

Após recuperação do cromo e preparo de solução de dicromato 0,0667 mol L⁻¹ a partir do cromo recuperado, foram feitas determinações de COT de 51 amostras de solos coletados no Estado de Rondônia (municípios de Ariquemes, Cabixi, Colorado do Oeste, Corumbiara e Machadinho do Oeste). As medidas foram feitas em 5 replicatas para cada amostra de solo, tanto para o método sem reuso (EMBRAPA, 2017), quanto para o método com reuso de cromo.

Posteriormente, os dados foram tabulados e realizados testes de normalidade, correlação de Pearson e agrupamento por similaridade (análise de *clusters*), utilizando o modelo de clusterização *K-means*, para descrever o comportamento estatístico do método proposto, em comparação com o método preconizado pela Embrapa. Os testes estatísticos foram desenvolvidos pelo programa RStudio 2023.03.0 (R CORE TEAM, 2023).

Determinação de cromo total, Cr(III) e Cr(VI)

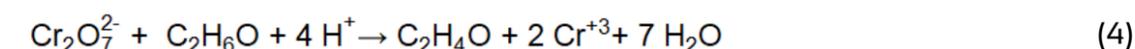
O método realizado está de acordo com o *Standard Methods for the examination of water and wastewater* (APHA, 2017): a quantificação do Cromo Total foi realizada de forma direta, por espectrometria de absorção atômica em chama; a determinação da concentração de Cr(VI) foi feita por meio de método espectrofotométrico pela reação do cromo com a 1,5-difenilcarbazida, em meio ácido, e posterior leitura de absorbância em 540 nm e a concentração de Cr(III) foi calculada por

diferença entre os valores obtidos para cromo total e Cr(VI). Essas quantificações foram realizadas antes e após os tratamentos de remoção de cromo.

Resultados e Discussão

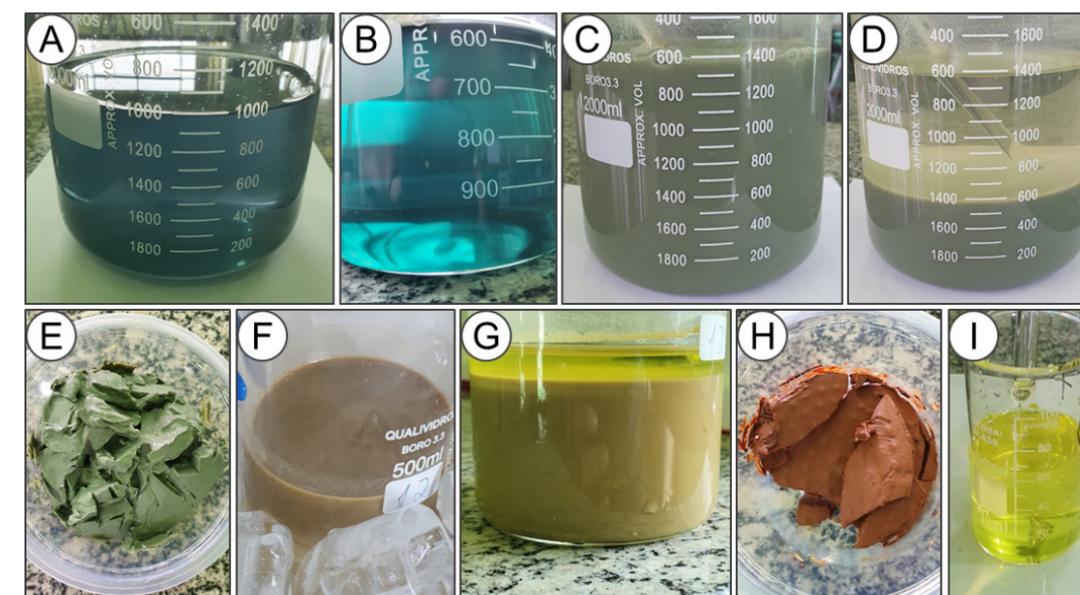
Recuperação de cromo do resíduo laboratorial

O resíduo bruto pode ser caracterizado como uma solução aquosa transparente, de coloração verde (Figura 1A), com elevada acidez (pH 1,0) e concentrações de Cr(III) e Cr(VI) iguais a 0,29 mg L⁻¹ e 0,89 mg L⁻¹, respectivamente. A primeira parte da recuperação do cromo se inicia com a adição de etanol ao resíduo para a redução do Cr(VI) a Cr(III), conforme reação representada na equação (7). Nesse estágio, o pH ácido do resíduo favoreceu a oxidação do etanol e, conseqüentemente, a redução do cromo.



O etanol remanescente foi evaporado (Figura 1B) e o pH foi ajustado para o intervalo de 8,0 a 9,0, para precipitar o Cr(III) na forma de hidróxido (Figura 1C). Após 24 h de decantação, observa-se um sobrenadante incolor e um precipitado de coloração verde escura, característica do Cr(OH)₃ (Figura 1D). Essa mistura foi filtrada à vácuo e o sólido separado (Figura 1E) foi utilizado para as etapas posteriores.

Figura 1 - Processo de precipitação e recuperação do cromo a partir de resíduo químico proveniente de quantificação de COT em solos.



A: resíduo bruto; B: após adição de etanol e evaporação; C: alcalinização; D: decantação; E: precipitado de hidróxido de cromo; F: oxidação com peróxido de hidrogênio; G: decantação; H: precipitado; I: solução de cromo reciclado.

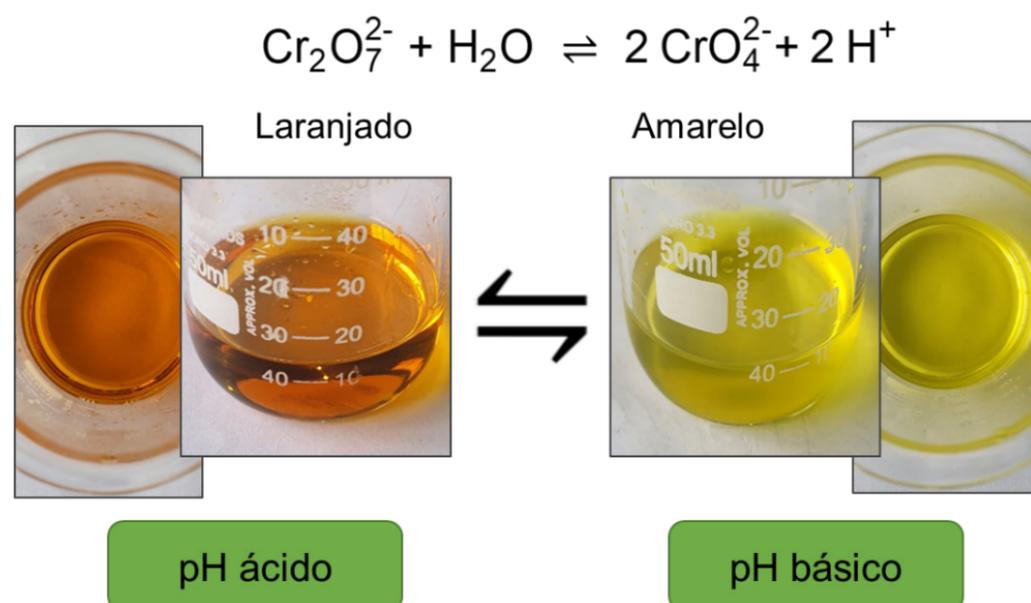
Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

O precipitado foi ressuscitado em solução básica de NaOH 5 mol L⁻¹, até o pH do meio atingir o valor de 10,0. Em seguida, sob banho de gelo, foi adicionado peróxido de hidrogênio (Figura 1F), para oxidação do Cr(III) a Cr(VI). Após o término da reação (Figura 1G), essa mistura foi filtrada à vácuo,

obtendo-se um precipitado marrom avermelhado (Figura 1H), cor característica da presença do íon Fe(III), e uma solução amarela (Figura 1I).

Essa solução foi, então, submetida a um teste qualitativo da presença de cromo, baseado na diferença de coloração apresentada por essa espécie quando submetida a diferentes potenciais hidrogeniônicos: em pH básico, o Cr(VI) tende a assumir a forma iônica cromato (CrO_4^{2-}), de coloração amarela; enquanto em pH ácido, assume a forma iônica dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), de coloração alaranjada. Assim, quando a solução teste foi acidificada, imediatamente apresentou coloração alaranjada, indicativa da presença de cromo na amostra (Figura 2).

Figura 2 - Teste qualitativo da presença de cromo no meio. À esquerda, dicromato em pH ácido, com coloração alaranjada; à direita, cromato em meio básico, com coloração amarelada.



Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

Em seguida, a concentração de cromo foi determinada por volumetria, obtendo-se a concentração de 0,133 mol L⁻¹ para o íon dicromato. Essa solução foi utilizada para preparar uma solução de trabalho de dicromato a 0,0667 mol L⁻¹ e ácido sulfúrico 50% (v/v), análoga à utilizada para a quantificação de COT em solos pela metodologia da EMBRAPA (2017).

O reuso do cromo representou uma economia de aproximadamente 8% da massa de reagente de grau analítico utilizada para preparação das soluções de trabalho. Além disso, o tempo estimado para realizar o procedimento de recuperação foi de 3 dias, devido aos longos tempos de reação que são necessários na etapa de oxidação do Cr(III) com peróxido de hidrogênio.

Quantificação de carbono orgânico total (COT) em solos

Os teores de carbono orgânico total (COT) de 51 amostras de solo foram determinados utilizando-se o método sem reuso (EMBRAPA, 2017), e o método com reuso. Os dados obtidos foram dispostos na Tabela 1.

Observa-se que, em sua maioria (43 das 51 amostras), os valores de COT obtidos pelo método com reuso tendem a ser subestimados, em relação aos valores obtidos pelo método sem reuso. Essa tendência sugere um erro sistemático relacionado provavelmente aos componentes presentes na matriz da solução de cromo recuperado que podem interferir na quantificação do íon dicromato durante o ensaio volumétrico.

Tabela 1 - Valores médios ± desvio padrão da quantificação de Carbono Orgânico Total (COT) em solos, obtidos com o método sem reuso (EMBRAPA, 2017) e com o método com reuso de cromo.

Amostra	Concentração de Carbono Orgânico Total no Solo (g kg ⁻¹)	
	Método sem Reuso	Método com Reuso
713	0,66 ± 0,05	0,28 ± 0,10
1303	3,66 ± 0,13	3,33 ± 0,14
1304	4,17 ± 0,03	3,68 ± 0,11
869	4,36 ± 0,16	3,72 ± 0,01
698	5,09 ± 0,08	4,81 ± 0,11
1325	5,53 ± 0,02	5,13 ± 0,05
1233	5,65 ± 0,12	5,36 ± 0,08
1302	5,79 ± 0,06	5,38 ± 0,03
1226	5,79 ± 0,08	5,57 ± 0,05
1222	6,15 ± 0,10	5,91 ± 0,10
1227	6,20 ± 0,09	6,06 ± 0,05
1299	6,96 ± 0,12	6,98 ± 0,07
1232	7,38 ± 0,07	7,74 ± 0,06
1300	7,47 ± 0,11	7,06 ± 0,07
1301	7,72 ± 0,09	7,67 ± 0,16
1231	8,35 ± 0,04	8,12 ± 0,10
1250	8,60 ± 0,08	8,78 ± 0,15
1221	8,70 ± 0,10	8,95 ± 0,03
1229	8,88 ± 0,13	8,95 ± 0,07
1223	9,60 ± 0,13	9,48 ± 0,14
1334	10,46 ± 0,09	9,58 ± 0,08
831	11,17 ± 0,38	10,22 ± 0,24
1326	11,59 ± 0,12	10,63 ± 0,10
1238	11,77 ± 0,24	10,82 ± 0,20
1240	11,94 ± 0,28	10,35 ± 0,00
1237	11,96 ± 0,51	11,08 ± 0,09
1230	12,45 ± 0,07	12,57 ± 0,06
1339	12,52 ± 0,08	11,13 ± 0,05
1241	12,75 ± 0,16	12,88 ± 0,09
877	12,96 ± 0,15	12,62 ± 0,07
1338	13,27 ± 0,07	13,27 ± 0,07
1236	13,45 ± 0,13	13,16 ± 0,10
875	14,03 ± 0,17	12,62 ± 0,12
1351	14,33 ± 0,18	13,18 ± 0,08
1242	14,50 ± 0,15	13,33 ± 0,05
1340	14,58 ± 0,07	13,84 ± 0,05
1243	15,60 ± 0,18	14,49 ± 0,07
1234	15,79 ± 0,05	14,62 ± 0,11
1346	16,48 ± 0,14	15,18 ± 1,64

Tabela 1 - Valores médios \pm desvio padrão da quantificação de Carbono Orgânico Total (COT) em solos, obtidos com o método sem reuso (EMBRAPA, 2017) e com o método com reuso de cromo. (cont.).

1235	17,53 \pm 0,07	16,46 \pm 0,06
918	17,78 \pm 0,00	16,74 \pm 0,30
1348	20,36 \pm 0,14	19,65 \pm 0,19
1343	20,52 \pm 0,17	19,71 \pm 0,11
1350	21,26 \pm 0,37	19,87 \pm 0,05
870	21,29 \pm 0,16	20,04 \pm 0,13
1347	21,61 \pm 0,33	20,44 \pm 0,05
874	21,98 \pm 0,20	21,09 \pm 0,09
901	25,36 \pm 0,36	24,29 \pm 0,07
1248	26,36 \pm 0,08	25,20 \pm 0,07
1247	26,84 \pm 0,19	25,99 \pm 0,07
1249	28,30 \pm 0,29	26,81 \pm 0,07

Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

Para averiguar a normalidade dos dados foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk. Para isso, foram assumidas as seguintes hipóteses: H_0 (os resíduos seguem uma distribuição normal) e H_1 (os resíduos não seguem uma distribuição normal). Nesse teste foram obtidos os valores de 0,95587 (p-valor 0,05564) para o método sem reuso e 0,95693 (p-valor 0,06172) para o método com reuso. Visto que para ambos os métodos de determinação de COT, a probabilidade calculada (p-valor) do teste de Shapiro-Wilk é maior que 0,05, deve-se aceitar a hipótese H_0 , isto é, os resíduos seguem uma distribuição normal, ao nível de significância de 5%.

Após confirmada a normalidade dos dados, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson entre os dois conjuntos de dados. O valor obtido para a correlação foi de 0,9978643 (p-valor=2,2E-16, portanto, inferior a 0,05). Também foram feitos testes de repetibilidade, com 6 determinações; o desvio padrão relativo (DPR) determinado para o método com reuso foi de 1,60%, enquanto para o método sem reuso, 3,36%. Já os testes de precisão intermediária (com 6 repetições) foram realizados em dois dias diferentes, com dois analistas diferentes; para o analista 1 os resultados de DPR foram 2,05% e 0,87%; e para o analista 2, os resultados de DPR foram 1,91% e 1,29%.

Esses dados indicam uma forte correlação linear positiva entre os resultados obtidos em ambos os métodos analíticos, ao nível de significância de 5%. Além disso, demonstram que os desvios padrões relativos de ambos os métodos estão dentro do limite tolerado (5%) tanto para repetibilidade quanto para precisão intermediária; e a correlação entre os conjuntos de dados satisfaz a recomendação (superior a 0,990) para a validação de métodos analíticos preconizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA (BRASIL, 2017).

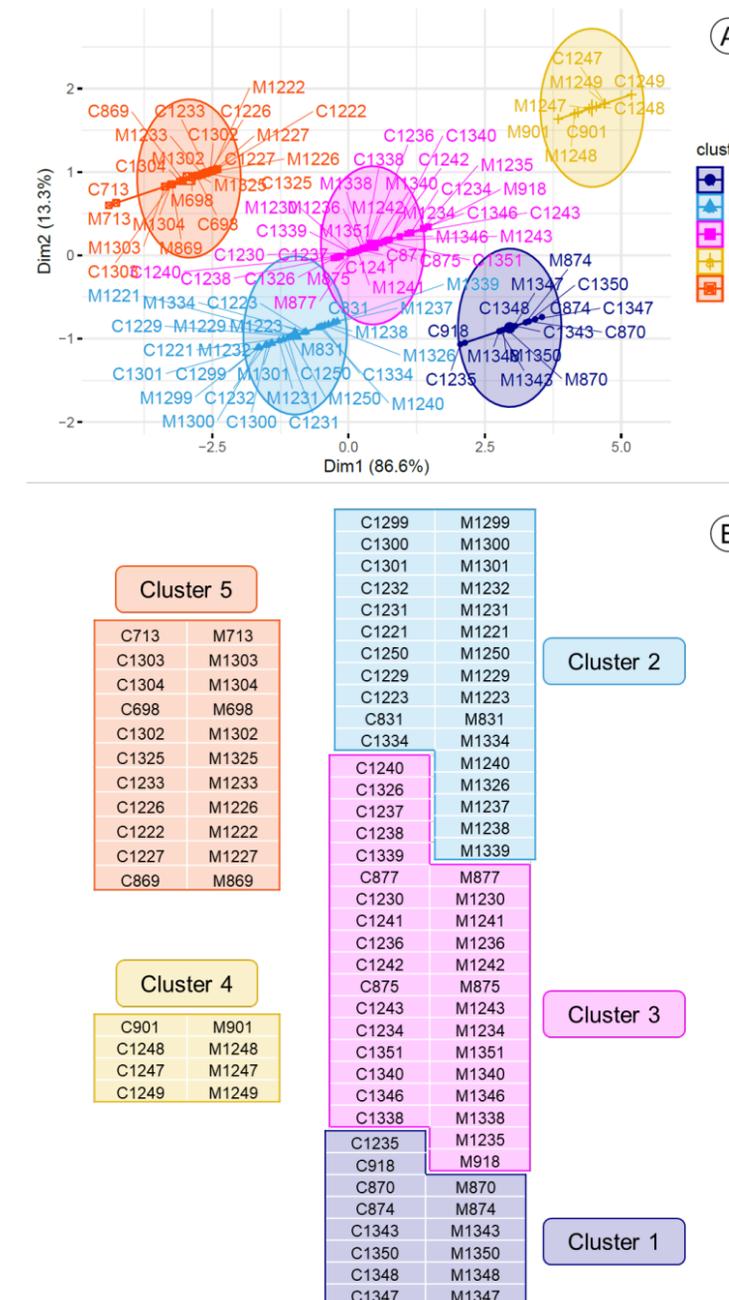
Para comparar as médias obtidas em ambos os métodos de determinação de COT foi empregada a análise de *clusters*. Nesse tipo de análise, os dados são classificados em grupos (*clusters*) de acordo com a sua similaridade, ou distância entre si, de modo que os pontos de um mesmo grupo sejam os mais similares quanto possível quando comparados entre si, e os mais divergentes quanto possível quando comparados com pontos de grupos diferentes.

O modelo de clusterização utilizado foi o *K-means*, que classifica e agrupa os dados de acordo com a soma dos quadrados das distâncias euclidianas entre os pontos e seus centroides, de modo a minimizar a variação intragrupo (KASSAMBARA, 2017). Inicialmente foi determinado o número ótimo de grupos (5 *clusters*) e os resultados foram agrupados por similaridade (Figura 3A), de acordo com o modelo de clusterização.

Pode-se observar (Figura 3B) que a maior parte das amostras analisadas (44) produziram resultados similares para COT tanto pelo método sem reuso, quanto pelo método com reuso, uma

vez que esses valores foram agrupados em seus respectivos *clusters*. Entretanto, sete amostras produziram resultados pelo método com reuso que foram agrupados em *cluster* diferente do resultado obtido com o método sem reuso; isto é, os resultados obtidos nos diferentes métodos não foram similares.

Figura 3 - Agrupamentos por similaridade (*clusters*). As amostras estão identificadas com seus respectivos números, precedidos de "C" para análises realizadas pelo método sem reuso, e de "M" para análises realizadas pelo método com reuso de cromo.



A: Representação gráfica, cada *cluster* está representado por uma elipse; **B:** Representação em lista, cada *cluster* está representado por um grupo de coloração diferente.

Fonte: elaborados pelos autores, 2023.



Esses resultados divergentes foram organizados na Tabela 2, na qual também pode-se observar a diferença entre eles, que variam entre 0,88 e 1,59 g kg⁻¹ de COT. Tais diferenças são significativas sob a ótica de validação analítica, porém no âmbito agrônomo não interferem significativamente em recomendações de fertilidade e/ou interpretações dessa natureza relacionadas ao solo. Essas pequenas diferenças podem indicar ainda a presença de erros aleatórios relacionados a esses resultados, que associados aos erros sistemáticos, discutidos anteriormente, podem ter produzido valores divergentes que foram detectados pelo tratamento estatístico.

Tabela 2 - Valores médios ± desvio padrão da quantificação de Carbono Orgânico Total (COT) em solos, obtidos pelo método sem reuso (EMBRAPA, 2017) e pelo método com reuso de cromo; e a diferença entre os resultados obtidos.

Amostra	Concentração de Carbono Orgânico Total no Solo (g kg ⁻¹)		Diferença
	Método sem Reuso	Método com Reuso	
1326	11,59 ± 0,12	10,63 ± 0,10	0,96
1238	11,77 ± 0,24	10,82 ± 0,20	0,95
1240	11,94 ± 0,28	10,35 ± 0,00	1,59
1237	11,96 ± 0,51	11,08 ± 0,09	0,88
1339	12,52 ± 0,08	11,13 ± 0,05	1,39
1235	17,53 ± 0,07	16,46 ± 0,06	1,07
918	17,78 ± 0,00	16,74 ± 0,30	1,04

Fonte: elaborados pelos autores, 2023.

Diante desses resultados, pode-se dizer que o reuso do cromo não afetou significativamente o comportamento linear da metodologia analítica, que também apresentou repetibilidade e precisão intermediária adequada e produziu resultados similares aos obtidos com o método sem reuso (EMBRAPA, 2017), confirmando a confiabilidade dos resultados.

Conclusão

O procedimento de recuperação de cromo a partir do resíduo laboratorial possibilitou uma economia de, aproximadamente, 8% da massa de K₂Cr₂O₇ de grau analítico utilizada para preparar as soluções de trabalho empregadas nas quantificações de COT das amostras de solo.

A determinação de COT com reuso de cromo apresentou resultados quantitativos com excelente correlação linear positiva quando comparado com o método sem reuso, ao nível de significância de 5%. Além disso, esse método produziu resultados similares aos obtidos com o método sem reuso, com repetibilidade e precisão intermediária adequadas, evidenciando a sua confiabilidade analítica.

Por fim, considerando o âmbito em que as análises são realizadas e a finalidade para a qual esses resultados são utilizados, que são os usos agrônomo do solo, é importante dizer que as pequenas divergências de resultados encontradas ao longo desse trabalho não são consideradas significativas, de modo que o método pode ser aplicado sem comprometimento dos resultados.

Agradecimentos

Aos autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Química Tecnológica e Ambiental (PPGQTA) do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) pelo suporte acadêmico e pelo financiamento do projeto de pesquisa (Edital 116/2021 DDPG/PROPES/IFMT). E também ao Instituto Federal de Rondônia (IFRO), pelo suporte na realização de experimentos e incentivo à qualificação, por meio de suas ações e políticas institucionais.

Referências



APHA - American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and waste water**. Washington DC: American Public Health Association, 2017.

BRASIL, Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 147, p. 3-7, 3 ago. 2010. Seção 1.

BRASIL, Resolução n. 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 92, p. 89, 16 mai. 2011. Seção 1.

BRASIL, Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n. 166, de 24 de julho de 2017, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Dispõe sobre a validação de métodos analíticos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 141, 25 jul. 2017. Seção 1.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

FERRAZ NETO, J. **Desenvolvimento de metodologia para determinação de matéria orgânica do solo por análise de imagens**. 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.

FERNANDES, R. B. A.; CARVALHO JUNIOR, I. A.; RIBEIRO JUNIOR, E. S.; MENDONÇA, E. S. Comparação de diferentes métodos de determinação de carbono orgânico total de solos e de substâncias húmicas de solos brasileiros. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 62, n. 5, p. 496-501, 2015.

HOOGSTEN, M. J. J.; LANTINGA, E. A.; BAKKER, E. J.; GROOT, J.; TITTONELL, P. Estimating soil organic carbon through loss on ignition: effects of ignition conditions and structural water loss. **European Journal of Soil Science**, v. 66, p. 320-328, 2015.

KASSAMBARA, A. **Practical Guide to Cluster Analysis in R**. 1st ed. USA: STHDA, 2017.

MACHADO, J. M. C.; OLIVEIRA, L. M. C. P. E.; KAMOGAWA, M. Y. Reciclagem de crômio de resíduos químicos provenientes da determinação de carbono oxidável em fertilizantes orgânicos. **Química Nova**, v. 34, n. 1, p. 131-134, 2011.

MEBIUS, L.J. A rapid method for the determination of organic carbon in soil. **Analytical Chimica Acta**, v. 22, p. 120-124, 1960.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. [Vienna, Austria], 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 285p. 2001.

SUSSULINI, A.; ARRUDA, M. A. Z. Determinação de cromo (VI) por espectrometria de absorção atômica com chama após a extração e pré-concentração no ponto nuvem. **Eclética Química**, São Paulo, SP, v. 31, n. 1, p. 73-80, 2006.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v. 34, p. 29-38, 1934. **Competências digitais em educação: do conceito à prática – Resenha crítica da obra**



Resenha





Competências digitais em educação: do conceito à prática – Resenha crítica da obra

Joyce Duarte Queiroz*

*Mestra em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Pós-graduada em Educação Ambiental Urbana (ESAB), em Educação a Distância (IFNMG) e em Educação Especial e Inclusiva (FAVENI). Graduada em Geografia (UNIMONTES) e licenciada em Pedagogia (UNIFACVEST).

*Autor para correspondência e-mail: jodqueiroz@gmail.com

Palavras-chave

Competências digitais
Educação
Tecnologias digitais

Keywords

Digital skills
Education
Digital technologies

Resumo: A presente resenha tem por finalidade promover uma análise crítica do livro intitulado "Competências Digitais em Educação: da Teoria à Prática". A obra se concentra na identificação e reflexão sobre a implementação das competências digitais demandadas na contemporaneidade em contexto educacional, adaptando-as de maneira a contribuir com estratégias enriquecedoras tanto para docentes quanto discentes. O livro destaca a importância das competências digitais na EaD e oferece insights sobre como essas competências podem ser desenvolvidas e avaliadas, tanto para professores quanto para alunos. Ele enfoca a necessidade de adaptação à era digital e ao uso eficaz da tecnologia na educação.

Digital skills in education: from concept to practice – Critical review of the work

Abstract: The purpose of this review is to promote a critical analysis of the book entitled "Digital Skills in Education: from Theory to Practice". The work focuses on identifying and reflecting on the implementation of digital skills demanded in contemporary times in an educational context, adapting them in order to contribute to enriching strategies for both teachers and students. The book highlights the importance of digital skills in distance learning and offers insights into how these skills can be developed and assessed, both for teachers and students. It focuses on the need to adapt to the digital age and effectively use technology in education.

Recebido em: 10/11/2023
Aprovação final em: 15/12/2023



Introdução

Esta obra aborda o conceito de competências digitais e explora estratégias pedagógicas para o seu desenvolvimento. A discussão está centrada no contexto da Educação a Distância (EaD), e as autoras adotam o modelo C.H.A (Conhecimentos, Habilidades e Atitudes) como a principal definição de competências digitais.

O primeiro capítulo, escrito por Ketia Kellen Araújo da Silva, Leticia Rocha Machado e Patricia Alejandra Behar, destaca a necessidade de adaptação contínua a um cenário caracterizado por mudanças constantes. As autoras argumentam que as competências digitais atuais devem abranger conhecimentos, habilidades e atitudes alinhadas com as demandas contemporâneas.

A urgência do desenvolvimento dessas competências é ressaltada, especialmente à luz de eventos como a pandemia, que evidenciaram a necessidade tanto para professores quanto para alunos. No entanto, a formação profissional enfrenta desafios significativos, exigindo um amplo debate em prol da igualdade na construção dessas competências.

No Brasil, as atividades digitais avançadas, como o e-learning, ainda são limitadas. Portanto, é fundamental repensar o papel dos professores e as abordagens de ensino, promovendo uma participação mais ativa na aprendizagem. A inclusão digital na cultura contemporânea é crucial para tornar a aprendizagem eficaz e inclusiva, demandando o comprometimento de todos os envolvidos, especialmente dos professores.

O Capítulo 2, intitulado "Avaliação de Competências Digitais" e escrito por Maira Bernardi, Michele Alda Rosso Guizzo e Ketia Kellen Araújo da Silva, aborda o desafiador processo de avaliação das competências digitais. Esta avaliação não deve se limitar apenas à verificação de conhecimento, mas também incluir a avaliação das habilidades e atitudes necessárias no contexto digital. A inclusão de tecnologia tem transformado o ensino, levando à hibridização do ensino presencial e ao crescimento do ensino online. Na Educação a Distância (EaD), a avaliação desempenha um papel crucial, ocorrendo em várias etapas e locais, aproveitando a tecnologia como facilitadora.

No capítulo 3, "O aluno dos anos iniciais do ensino fundamental e as competências digitais", as autoras Gabriella Thaís Schorn, Ketia Kellen Araújo da Silva e Patrícia Alejandra Behar, destacam que na área da educação, acompanhar as diversas transformações da sociedade representa um desafio. Isso porque exige que os educadores adotem novas estratégias e abordagens pedagógicas inovadoras. Reconhecer as particularidades de cada aluno é fundamental, independentemente de sua geração, tornando a integração de tecnologias digitais com ambientes físicos imperativa para promover o desenvolvimento de competências digitais ao longo de suas experiências. É importante ressaltar que o mero uso de tecnologias digitais não garante o sucesso na aprendizagem. Portanto, é necessário adotar metodologias que permitam ao aluno desempenhar um papel ativo em seu processo de aprendizagem.

No capítulo 4, intitulado "Competências Digitais Docentes no Ensino Híbrido," as autoras Maira Bernardi, Cláudia Zank e Silvia Moresco argumentam que o mundo real e o virtual, anteriormente separados, agora se tornam híbridos, já que a convergência de processos não reconhece mais barreiras entre o espaço físico e o digital. No cenário atual, as competências digitais e o amplo acesso a tecnologias, como conexões de alta velocidade e dispositivos móveis, são cruciais para a implementação de abordagens educacionais inovadoras. Educadores que não se adaptam às mudanças da era digital, recusando-se a incorporar ferramentas digitais em suas aulas presenciais e a distância, correm o risco de se tornarem obsoletos em suas carreiras. Para adotar abordagens de ensino híbridas, os educadores devem dominar as ferramentas digitais e selecioná-las com base em seus objetivos pedagógicos.

O Capítulo 5, intitulado "Competências para a Escrita Coletiva Digital," das autoras Joselina Silva da Silva Mendes, Sandra Andrea Assumpção Mari, Ana Carolina Ribeiro Ribeiro, Débora Luiza da Silva, e Patrícia Alejandra Behar, reflete sobre a transformação na forma como as pessoas se comunicam na era digital. A disseminação da internet intensificou a interação, possibilitando



uma comunicação quase instantânea, independentemente do tempo e da distância, graças às ferramentas tecnológicas. Nesse contexto, a colaboração e a cooperação entre indivíduos se fortalecem, facilitando a construção e o compartilhamento de conhecimentos. Conforme as autoras, a escrita coletiva em ambiente digital traz consigo características que podem aprimorar a dinâmica da escrita entre seus participantes. Na esfera educacional, tanto os professores quanto os alunos precisam compreender as particularidades da produção de texto em colaboração no contexto digital. Torna-se imperativo criar competências para realizar com sucesso esse tipo de atividade, fortalecendo, assim, a produção textual e a interação entre os participantes.

O Capítulo 6, intitulado “Modelo de Construção e Avaliação de Competências Digitais para Alunos da EaD: MCOMPDIGEAD 2.0,” é escrito por Ketia Kellen Araújo da Silva e Patricia Alejandra Behar. As autoras relatam que no ensino superior na modalidade a distância, são escassas as iniciativas que buscam imergir os estudantes no ambiente digital e proporcionar um espaço para o desenvolvimento de competências necessárias para a sua aprendizagem. A criação de um modelo de competências digitais adaptado ao perfil do aluno na EaD se torna um desafio, visando definir um referencial comum. No entanto, é imprescindível conduzir estudos que considerem o contexto nacional para definir as competências digitais que melhor se adequem. As autoras apresentam um referencial denominado “Modelo de Competências Digitais em Educação a Distância (EaD)” - o MCompDigEaD 2.0. Assim, elas definiram os principais elementos: domínio tecnológico, organizado por áreas; competências gerais e específicas; os conhecimentos, habilidades e atitudes (CHA) de cada competência, bem como níveis de proficiência e casos de uso na EaD.

O Capítulo 7, intitulado “Competências Sociais para Educação a Distância: um Foco no Trabalho em Grupo,” é escrito por Gislaine Rossetti Madureira Ferreira, Ana Carolina Ribeiro Ribeiro, Leticia Rocha Machado, Ketia Kellen Araújo da Silva, Jacqueline Mayumi Akazaki e Patricia Alejandra Behar. As autoras enfatizam a importância de estratégias de ensino que incentivem o desenvolvimento de habilidades de planejamento, problematização e pensamento crítico, essenciais para o sucesso no ambiente virtual. O papel do professor é destacado na criação de abordagens que promovam a autonomia dos alunos, resultando em um ambiente virtual de aprendizagem caracterizado pela proximidade e confiança mútua. A habilidade de trabalho em grupo, considerada uma competência transversal, é fundamental em todos os aspectos da vida do aluno na EaD, abrangendo o domínio cognitivo, social, emocional, tecnológico e outros.

No Capítulo 8, “Competências Digitais para o Sujeito Móvel,” as autoras discutem a adoção de dispositivos móveis por educadores e como isso pode levar ao desenvolvimento de competências como proatividade, criatividade, autonomia e habilidades de trabalho em equipe no contexto do m-learning. Considerando o perfil dos alunos contemporâneos, que estão altamente conectados à internet e são caracterizados pela dinamicidade, é necessário adotar abordagens pedagógicas inovadoras compatíveis com essas características. Apresentam sete competências digitais para esse perfil: fluência digital em dispositivos móveis, organização, comunicação, colaboração, presença social, criação de materiais digitais para m-learning e pesquisa virtual.

No Capítulo 9, “Competências Digitais para Docentes com Foco no M-Learning,” escrito por Anna Helena Silveira Sonogo, Leticia Rocha Machado, Ana Carolina Ribeiro Ribeiro e Patricia Alejandra Behar, as autoras relatam que, diante dos desafios decorrentes da realidade digital, os educadores enfrentam o desafio de inovar na elaboração de planos de ensino, incluindo a integração de dispositivos móveis para promover o m-learning. A mobilidade e a conectividade à internet desempenham um papel fundamental na sociedade atual. Portanto, torna-se necessária a construção de competências digitais que apoiem o m-learning nas instituições de ensino. De acordo com as autoras, a aprendizagem móvel (m-learning) pode ocorrer a qualquer momento, aproveitando dispositivos móveis conectados às redes 3G, 4G ou Wi-Fi.

O Capítulo 10, “Cybersênior na Educação a Distância: Construção de Competências Digitais,” é escrito por Tássia Priscila Fagundes Grande, Leticia Rocha Machado, Devse Cristina Frizzo Sampaio, Jozelina Silva da Silva Mendes, Bruna Kin Slodkowski e Patricia Alejandra Behar. Este capítulo explora o perfil dos “cybersênior” e as competências digitais. As autoras discutem que os idosos



têm potencial para cursos a distância, adaptados às suas necessidades, tornando-se uma opção acessível também para aqueles com limitações físicas. Os “cybersênior,” que possuem habilidades básicas em tecnologia e familiaridade com redes sociais, apresentam potencial como público-alvo para cursos online. Estudos identificaram três grupos de idosos em relação à tecnologia: iniciantes, intermediários e avançados. Os intermediários e avançados são denominados “cybersênior,” e três competências gerais com competências específicas foram definidas para atender a esse público: alfabetização digital, letramento digital e fluência digital.

O capítulo 11, Competências do professor-autor no meio digital: um foco em materiais educacionais digitais, é escrito por Cristina Alba Wildt Torrezzan e Jozelina Silva da Silva Mendes. O capítulo destaca os desafios que os professores enfrentam ao desenvolver esses materiais. Embora o uso de Materiais Educacionais Digitais (MEDs) possa aprimorar a experiência de aprendizagem dos alunos e oferecer acesso a recursos de ensino à distância, a simples criação desses materiais não garante sua eficácia em sala de aula. É fundamental incorporar estratégias pedagógicas na concepção e aplicação dos MEDs, o que pode ser particularmente desafiador para professores com menos familiaridade em aspectos gráficos e técnicos. Muitos educadores recorrem a ferramentas digitais que fornecem estruturas predefinidas para criar ou adaptar. Portanto, o papel do professor-autor é essencial na seleção e adaptação de recursos educacionais para garantir a eficácia do ensino.

Conclusão

Este livro traz discussões relevantes para a comunidade acadêmica, explorando questões que precisam ser melhor compreendidas devido ao contexto da cultura digital em que estamos imersos. Os desafios relacionados à utilização de tecnologias digitais na educação devem ser superados no contexto brasileiro. Portanto, torna-se necessário desenvolver competências digitais que permitam o uso seguro, crítico e eficaz dessas tecnologias, utilizando-as para impulsionar a educação e facilitar a integração e inclusão das pessoas na sociedade digital.

Referência

BEHAR, P. A.; SILVA, K. K. A, da. (Org). **Competências digitais em educação: do conceito à prática**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2022. 216p.