



Revista Brasileira

Multidisciplinar

Brazilian Multidisciplinary Journal - ReBraM

Volume 22 Número 2, 2019

ISSN- 1415-3580
e-ISSN 2527-2675

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

Editores

Bruna Galdorfini Chiari Andréo

Luís Henrique Rosim

Maria Lúcia Ribeiro

.....59

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

Capa

Thatiany Mariano

Revista Brasileira Multidisciplinar – ReBraM. vol 22. , n. 2. Araraquara, 2019 191 p.- [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)

SUMÁRIO

ARTIGO DE REVISÃO

TUBERCULOSE: HISTÓRICO E TRATAMENTO /.....6

Tuberculosis: history and evolution of disease treatments

Antônio Carlos Massabni

Eduardo Henrique Bonini

REABSORÇÃO RADICULAR RELACIONADA AS TÉCNICAS.....35

E APARELHOS ORTODÔNTICOS/ *Root resorptions related to orthodontic techniques and appliances*

Bruna Rozzetti Silva

Carlos Sanches Vargas Jr

Karina Eiras Dela Coleta Pizzol

ARTIGO DE DIVULGAÇÃO

RESVERATROL: PAPEL NAS DOENÇAS CARDIOVASCULARES /.....48

Resveratrol: role in cardiovascular diseases

Thaís Botelho Nogueira Figueira

Camile Cecconi Cechinel Zanchett

ARTIGO ORIGINAL

O DESASTRE DE MARIANA/MG NA PERSPECTIVA60

DAS ALTERAÇÕES LEGISLATIVAS AMBIENTAIS / *Mariana/MG disaster: a case study from the environmental legislative changes perspective*

Maria Fernanda Kauling

Camila Gohara

Crissie Jaqueline Giese

Danieli Sikora

Ester Fani Gutstein

Isadora Cristina Borges

Ketlin Kiste Pereira

Thais Schreiner de Oliveira

Valéria de Melo Gandin

Gildo Balliana Jr

RESPONSABILIDADE CIVIL DIANTE DOS IMPACTOS.....77

CAUSADOS POR EXPOSIÇÃO AOS AGROTÓXICOS À SAÚDE HUMANA / *Civil liability on the impacts caused by exposure to pesticides to human health*

Susan Costa

Manoel Baltasar Baptista da Costa

Hildebrando Herrmann

MOTIVAÇÃO E SATISFAÇÃO NO AMBIENTE DE TRABALHO:	92
UM ESTUDO COM PROFISSIONAIS DA HOTELEIRA DE NATAL/RN (BRASIL) / Motivation and satisfaction in the work environment: A study with professionals of the hotel sector of Natal/RN (Brazil)	
Daene Silva de Morais Lima	
ESTUDO COMPARATIVO DE QUATRO MÉTODOS	107
FARMACOTÉCNICOS PARA PREENCHIMENTO DE CÁPSULAS GELATINOSAS RÍGIDAS / Comparative study of four pharmacotechnical methods for filling rigid gelatinous capsules	
Andréia de Haro Moreno Miryan Caroline de Abreu	
OS NÚMEROS PRIMOS DE ISHANGO / The prime numbers of Ishango	120
Carla Santos	
ALÁ FUNFUN: EXPERIÊNCIAS E SABERES NO	131
ILÊ AXÉ IJEXÁ ORIXÁ OLUFON, EM ITABUNA-BA /	
<i>Alá funfun: experiences and knowledge in ilê axé ijexá orixá olufon, in itabuna-ba</i>	
Moises dos Santos Viana Raimundo Nunes de Oliveira Iajima Silena Soares Santos	
<hr/> <hr/>	
COMUNICAÇÃO BREVE	
PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS, TEMÁTICA AMBIENTAL	147
E RAZÃO INSTRUMENTAL / National curricular parameters, environmental issues and instrumental reason	
Flávio Roberto Chaddad	
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE	165
ANTIMICROBIANA DE KEFIR COLETADO EM DIFERENTES DOMICÍLIOS FRENTE À CEPAS DE ESCHERICHIA COLI NEWP 0022 / Physical-chemical characterization and antimicrobial activity of kefir collected in different houses against cepas of Escherichia Coli newp 0022	
Josyanne de Melo Alves Higor Rafael de Oliveira Lucindo Christiane Oliveira Jordão Cátia Rezende	
RECESSÃO GENGIVAL: UMA REVISÃO NARRATIVA /	178
GINGIVAL RECESSION: A NARRATIVE REVIEW	
Gingival recession: a narrative review Glaysen Pereira Vitor	
<hr/> <hr/>	
RESENHA	
BIODIVERSIDADE, ECOLOGIA E O MUNDO SECRETO DAS ÁRVORES	186
<i>Biodiversity, ecology and the secret world of trees</i>	
Rodrigo Ferraz Ramos Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos	

Artigo de Revisão

TUBERCULOSE: HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DOS TRATAMENTOS DA DOENÇA

Antonio Carlos Massabni[†]; Eduardo Henrique Bonini^{**}

[†]Docente no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia em Medicina Regenerativa e Química Medicinal da Universidade de Araraquara-UNIARA.

^{**}Universidade de Araraquara (Uniará).

*Autor para correspondência e-mail: amassabni@uol.com.br

PALAVRAS-CHAVE

Tuberculose
Mycobacterium tuberculosis
Fármacos
Resistência aos Fármacos

KEYWORDS

Tuberculosis
Mycobacterium tuberculosis
Drugs
Drug resistance

RESUMO

A tuberculose (TB) é uma doença infectocontagiosa causada pela micobactéria do gênero *Mycobacterium*, sendo a espécie *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb) a mais comum. A TB afeta principalmente os pulmões, mas pode afetar praticamente todos os órgãos do corpo. É uma das doenças que mais causa mortes no mundo, sendo a mais letal causada por um único agente infeccioso e acomete 1/3 da população mundial. Cerca de 10 milhões de pessoas desenvolvem a doença no mundo todo e dois milhões morrem anualmente. Os objetivos deste trabalho são apresentar o histórico da doença, desde seus primeiros registros até o aparecimento dos tipos multidrogas-resistentes, sua epidemiologia e imunologia, o mecanismo de ação do bacilo de Koch, a busca por novas drogas e vacinas, as principais formas de tratamento e atualizar as informações identificadas nos artigos publicados na literatura sobre o tema até o ano de 2018, através de extensa pesquisa bibliográfica em relatórios e bases de dados nacionais e internacionais. Os marcos da Estratégia para o Fim da TB no mundo até 2035 só poderão ser alcançados se serviços de diagnóstico, tratamento e prevenção da TB forem fornecidos em nível universal e se houver mobilização de vários setores da sociedade (em diferentes níveis: individual, comunitário e político) para diminuir fatores socioeconômicos que induzem a proliferação da doença. Um dos desafios para eliminar a progressão da TB no mundo é o surgimento de Mtb resistente aos fármacos tradicionais, sendo urgentemente necessário o desenvolvimento de drogas anti-TB de ação mais potente e rápida com novos modos de ação para superar a resistência cruzada com a atual medicação.

ABSTRACT

TUBERCULOSIS: HISTORY AND EVOLUTION OF DISEASE TREATMENTS

Tuberculosis (TB) is an infectious-contagious disease caused by the *Mycobacterium* genus, most specifically *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb). TB primarily affects the lungs, but can also affect practically all organs of the body. It is one of the diseases that causes more deaths in the world, being the most lethal caused by a single infectious agent 1/3 of the world's population. About 10 million people develop the disease worldwide and two million die annually. The objectives of this work are to present the history of the disease, since its main records until the appearance of multidrug-resistant types, its epidemiology and immunology, Koch's bacillus action mechanism, the search for new drugs and vaccines, the main forms of treatment, and update the identified information in articles on this subject until the year 2018, through extensive bibliographic research in national and international reports and databases. The milestones of TB strategy in the world until 2035 will only be reached if diagnosis, treatment and prevention of TB services are provided at universal level and if there is mobilization of several sectors of society (at different levels: individual, community and political) to diminish socioeconomic factors that induce the disease proliferation. One of the challenges to eliminate the TB progression is the emergence of Mtb resistant to traditional drugs, being urgently necessary to develop more potent and rapid anti-TB drugs with new modes of action to overcome cross-resistance with the current medication.

INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é uma doença infectocontagiosa crônica causada pela micobactéria do gênero *Mycobacterium*, sendo a espécie *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb) a mais comum. Uma das doenças que mais causam mortes no mundo, a TB afeta principalmente os pulmões (TB pulmonar), mas pode também afetar praticamente todos os órgãos do corpo humano (TB extrapulmonar). A TB é transmitida quando pessoas doentes com TB pulmonar expõem o agente etiológico pelo ar, através da fala, da tosse ou do espirro. Taxas tão elevadas de infecção e óbitos são causadas principalmente pela pobreza, que aumenta os riscos de subnutrição e dificulta o acesso à educação e à informação, e a baixa ou inexistente seguridade social (saneamento básico e tratamento universal a doenças como AIDS, hepatite e diabetes) (WHO, 2018). Além disso, o fato de o espectro da TB ser muito dinâmico também acarreta um aumento do número de doenças e de óbitos, pois a doença pode assumir várias fases: desde uma infecção assintomática até uma enfermidade potencialmente letal, fazendo com que a pessoa infectada não acredite na gravidade da doença e abandone o tratamento antes do tempo recomendado ou faça uso errado ou irregular dos medicamentos (BARRY III *et al.*, 2009).

Tuberculose é assim identificada (FRITH, 2014), pois o Mtb, ao infectar o tecido pulmonar, atrai os macrófagos alveolares, que, ao defenderem o organismo da ameaça, fagocitam os bacilos e criam pequenos túberculos (granulomas) onde o Mtb fica alojado em estado latente (ILTb), podendo sobreviver por décadas nesse estado. São dois os estados da TB: a fase latente, na qual a doença é assintomática e não transmissível, e o estado ativo, no qual o Mtb consegue se proliferar e se espalhar no organismo, o que geralmente ocorre quando o sistema imunológico do indivíduo está deficiente (PAI *et al.*, 2016).

Propagada por todo o mundo, a TB afeta 1/3 da população mundial e aproximadamente 10 milhões de pessoas desenvolvem TB a cada ano, resultando em 2 milhões de mortes (WHO, 2018). De acordo com o Relatório Sobre a Tuberculose em 2018 da Organização Mundial da Saúde (OMS), a TB é uma das 10 principais causas de mortes em seres humanos, sendo a mais letal causada por um único agente infeccioso (acima do HIV/AIDS). Estima-se que 10 milhões de pessoas desenvolveram TB em 2017 e a doença causou aproximadamente 1,3 milhão de mortes entre pessoas com HIV-negativo e cerca de 300.000 mortes por TB entre pessoas com HIV-positivo (WHO, 2018)¹. As regiões do oeste do Pacífico e do sudeste da Ásia registraram 56% dos casos de TB, a Índia 24% e a China 11% sendo os países com o maior número de registros. Além dessas regiões, 25% dos casos ocorreram no continente africano (ZUMLA *et al.* 2015). As taxas de incidência da TB em 2017 no mundo podem ser vistas na representação gráfica na Figura 1. O Ministério da Saúde informou que, no Brasil, no mesmo período, a TB causou 4.426 mortes e a micobactéria causou 72.770 novos casos (BRASIL, 2018a).

Presume-se que um número relativamente pequeno de pessoas infectadas com o Mtb desenvolverá TB ao longo da vida (5%-10%). A probabilidade de desenvolver TB é muito maior entre pessoas infectadas pelo HIV e/ou afetadas por fatores de risco, como subnutrição e diabetes, e usuárias de entorpecentes cigarro e álcool. No geral, cerca de 90% dos casos ocorrem entre adultos. A proporção homens:mulheres adultos é de aproximadamente 2:1 (WHO, 2018). Embora o tratamento médico padrão que usa medicamentos para TB seja altamente eficaz, são necessárias terapias mais efetivas para reduzir o número de casos infecciosos. Os números de novos casos de TB multirresistente (TBMDR) e de TB extensivamente resistente a fármacos (TBXDR) continuam a aumentar (ZUMLA *et al.* 2015). A sigla TBMDR é usada para a TB resistente aos fármacos rifampicina e isoniazida, e a sigla TBXDR é usada para a TB resistente a esses dois fármacos, a uma quinolona e a um aminoglicosídeo (WHO, 2018). Em comparação com Índia e China, o Brasil está

Recebido em: 10/02/2019

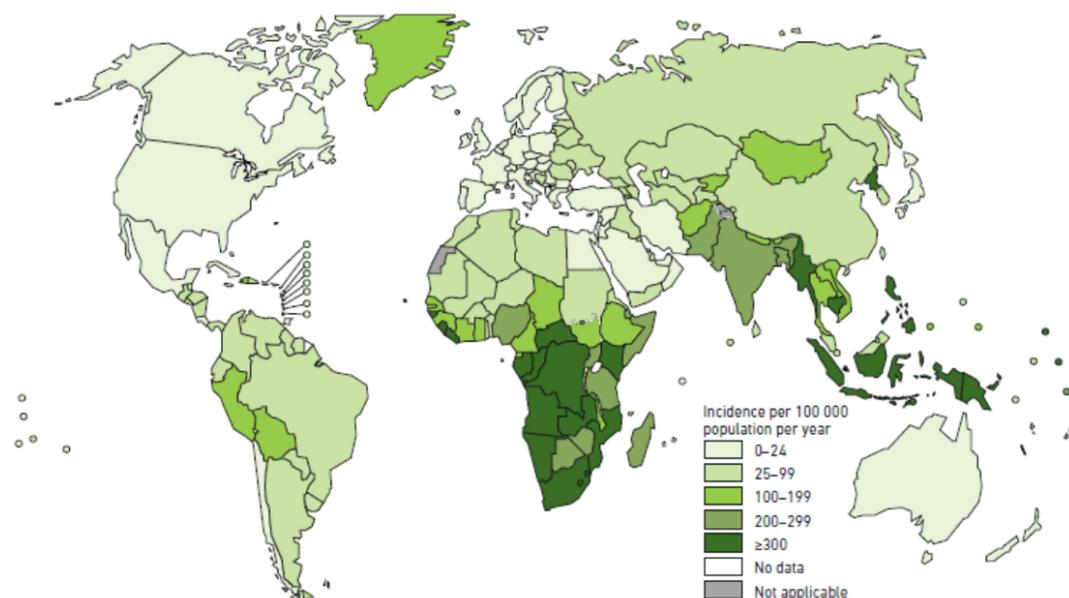
Aprovação final em: 18/04/2019

DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i2.678>

¹As mortes ocorridas pela comorbidade HIV/AIDS e TB são contabilizadas como causa principal pelo HIV no Sistema Internacional de Classificação de Doenças. (ICD-10) (WHO, 2018).

em uma situação confortável em relação à TBMDR e à TBXDR, com incidência de 1,5% entre todos os casos e 8% entre os casos de retratamento (TELAROLLI JR.; LOFFREDO; GASPARETTO, 2017). Conhecer o perfil epidemiológico da TB é fundamental para reduzir o tempo entre os primeiros sintomas, o diagnóstico e o início do tratamento medicamentoso supervisionado. Taxas mais altas de mortalidade estão associadas a diagnósticos tardios, que, por sua vez, resultam de falhas na organização dos sistemas de atenção primária à saúde (TELAROLLI JR.; LOFFREDO; GASPARETTO, 2017).

Figura 1 – Taxas de incidência da TB no mundo por 100.000 habitantes em 2017.



Fonte: Global TB report 2018.

OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são: apresentar o histórico da doença, desde seus primeiros registros até o aparecimento dos tipos multidrogas-resistentes, sua epidemiologia e sua imunologia, o mecanismo de ação do bacilo de Koch, a busca por novas drogas e vacinas, as principais formas de tratamento da TB e atualizar as informações identificadas nos artigos publicados na literatura sobre o tema até o ano de 2018. Foi feita uma análise da incidência atual da doença por órgãos nacionais e internacionais relacionados à saúde na introdução de novas drogas ou na melhoria dos fármacos existentes, para se reduzir o tempo de tratamento de 6 para 3 meses, por exemplo, evitando-se assim o abandono do tratamento e aumentando a adesão, para a prevenção de TBMDR e TBXDR.

METODOLOGIA

Para a apresentação das informações farmacológicas e dos dados estatísticos deste trabalho foram utilizados relatórios de entidades internacionais e nacionais na área da saúde, como a Organização Mundial da Saúde, o Ministério da Saúde do Brasil e a Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo. Para a elaboração da parte histórica, epidemiológica e imunológica deste trabalho, foram usados livros e artigos

científicos localizados em bases de dados, como Google Acadêmico, PubMed, SciELO, Science Direct e *websites* na internet.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

HISTÓRIA

PRÉ-HISTÓRIA E ANTIGUIDADE

Supõe-se que o gênero *Mycobacterium* tenha se originado há mais de 150 milhões de anos. Há três milhões de anos, um microrganismo ancestral do Mtb pode ter infectado os primeiros hominídeos na África Oriental. Entre 20.000 e 15.000 anos atrás, o ancestral comum do Mtb pode ter surgido. A TB esteve restrita a pequenos grupos até a Revolução Agrícola (cerca de 12.500 anos atrás), quando os agrupamentos e tribos cresceram devido ao surgimento de sociedades sedentárias (BERTOLLI FILHO, 2001). Desde então, a TB tem estado presente no cotidiano da humanidade, adaptando-se ao seu novo hospedeiro: alocando-se principalmente nos pulmões dos seres humanos (“um ambiente ao mesmo tempo quente e úmido, arejado e sombrio”), o Mtb encontrou um microecossistema favorável à sua sobrevivência e proliferação (BERTOLLI FILHO, 2001).

As primeiras comprovações da existência da TB em civilizações antigas foram encontradas em múmias egípcias, datadas de 4.400 atrás, que revelam deformidades esqueléticas típicas da TB. As lesões e as anormalidades características da doença são ilustradas no início da arte egípcia (BARBERIS *et al.*, 2017). Essas descobertas revelaram que muitos faraós foram acometidos pela TB e morreram muito jovens. Amenófis IV e sua esposa Nefertiti provavelmente morreram de TB há 3.300 anos (ROSEMBERG, 1999).

Papiros médicos propunham inúmeras preparações para combater a tosse de uma doença hoje diagnosticada como TB. Os egípcios usavam a planta *djaret* (que seria a alfarroba ou a *colocíntida*), mel, tâmaras ou trevo amarelo. A terapia egípcia também incluía fumigações, destinadas a fazer o paciente inalar as substâncias medicamentosas, mas também para expulsar as respirações patogênicas: utilizavam-se resinas aromáticas, como polpa de tâmaras moída em uma massa; aqueciam-se sete pedras no fogo; colocava-se uma pedra aquecida untada com o emplastro em um pote, com o fundo perfurado; uma haste oca de cana era inserida nesse buraco, e o paciente colocava sua boca na abertura da haste, para inalar o vapor que ela exalava. O procedimento se repetia para as outras seis pedras. Em seguida, o paciente teria uma alimentação baseada em gordura, como carne, manteiga ou óleo (ZISKIND; HALIOUA, 2007).

Os primeiros documentos escritos sobre a TB foram encontrados na Índia e na China e datam de 3.300 e 2.300 anos atrás, respectivamente (BARBERIS *et al.*, 2017). Os termos “consunção” e “tísica”, usados para denominar a TB na Antiguidade e na Idade Média, surgiram na Índia e significam “emagrecimento ou depauperação do corpo” (BERTOLLI FILHO, 2001).

Na Índia, Sushruta, considerado o pai da cirurgia, descreveu a TB em *Sushruta samhita*, um compêndio de trabalhos sobre medicina e cirurgia escrito há 2.600 anos. A TB foi por ele chamada de *Kshaya* (definhamento) ou *Raja Yakshama* (rainha das doenças). Várias escrituras indianas descreveram métodos para tratar a doença. Além de medicamentos, leite (inclusive humano), uma quantidade moderada de álcool e carne de aves e animais que habitavam áreas secas eram recomendados. O *Yajur Veda* recomendava que um tuberculoso deveria viver em altitudes elevadas (TYAGI; DHAR, 2003).

Na China antiga, acreditava-se que sacerdotes taoístas curavam a TB através de medicamentos, acupuntura e talismãs e encantamentos sobrenaturais. Talismãs mágicos ardentes faziam com que o paciente de TB tossisse, o que era considerado um tratamento eficaz. Para curar a doença, os sacerdotes produziam um jato de fumaça queimando trinta e seis encantamentos e instruíam o paciente a inalar seus gases, por mais incômodo que fosse. Sempre que o paciente sentisse formação de muco em sua garganta,

era aconselhado a tossir e cuspi-lo. Acreditava-se que o paciente menos afetado pelo “*chi ímpio*” não tinha muita fleuma para expelir, mas se ele era profundamente afetado, tendia a vomitar e a expectorar fortemente até que parasse, e então sua doença seria curada. Quando o elemento iníquo era erradicado, o paciente não precisava mais ser fumigado com encantamentos (TS’UN-YAN, 1971).

Textos famosos da Antiguidade também fazem menção ao que pode ter sido a TB: um pilar de pedra escrito durante o reinado de Hamurabi da Babilônia menciona uma doença pulmonar crônica (4.000 anos atrás), uma “doença debilitante” foi descrita em um dos primeiros trabalhos médicos encontrados: o chinês *Huangdi Neijing* (5.000 anos atrás) (FRITH, 2014). A presença e a expansão da TB na China podem ter sido relatadas como uma doença de transmissão enigmática mas frequente, como encontrado em inúmeras descrições de “Lao-bing” (TB) em textos médicos históricos (LIU *et al.*, 2018). Também se encontra referência à TB em textos hebraicos, como nos livros Deuteronômio e Levítico do Antigo Testamento:

Então eu também vos farei isto: porei sobre vós terror, a tísica e a febre ardente, que consumam os olhos e atormentem a alma; e semeareis em vão a vossa semente, e vossos inimigos a comerão. (BÍBLIA SAGRADA, Levítico 26.16 p. 188).

Na Grécia Antiga, a TB era bem conhecida e era chamada de *Phtisis*. Hipócrates descreveu a *Phtisis* como uma doença letal, principalmente em jovens adultos, descrevendo com precisão seus sintomas e as lesões pulmonares em forma de tubérculos (BARBERIS *et al.*, 2017).

Vários médicos greco-romanos da Antiguidade fizeram descobertas assertivas sobre a TB: Isócrates presumiu que a TB era uma doença infecciosa; Aristóteles sugeriu que porcos e bois eram agentes contagiantes (BARBERIS *et al.*, 2017). O médico pessoal do Imperador Romano Marco Aurélio, o grego Cláudio Galeano, postulou que os sintomas da TB incluíam febre, suor, tosse e expectoração manchada de sangue; ele recomendou aos doentes viagens a lugares costeiros e de ar fresco (BARBERIS *et al.*, 2017).

Outros tratamentos empregados na época encontram-se nos escritos de Plínio, o Jovem, várias prescrições, como:

ingestão de pulmão de lobo cozido em vinho, acompanhado de uma bebida composta de bile de urso, saliva de cavalo e mel (...), carne de lebre e de caracol e a combinação de pó de chifre de cervo e um pouco de terra da ilha de Samos diluídos em vinho de murta. O leite, especialmente o de origem bovina, complementava qualquer prescrição medicamentosa, estando presente em todas as recomendações clínicas, desde as primeiras observações registradas sobre a mortal enfermidade. (...) Além disso, alguns derivados minerais ganharam créditos curativos, destacando-se, entre outros, o arsênico e o enxofre, aconselhando-se também a recorrência a eméticos e purgativos e a prática continuada de sangrias (BERTOLLI FILHO, 2001).

Na América, a mais antiga comprovação de existência da TB foi feita em uma jovem cujo corpo mumificado foi encontrado na região onde hoje é o Peru. No pulmão direito havia um nódulo hiliar volumoso contendo bacilos do Mtb. Constatou-se que a índia viveu há 3.100 anos. Esse caso é o primeiro diagnóstico bacteriológico de certeza em múmia, comprovando a existência da TB na América na era pré-colombiana (ROSEMBERG, 1999).

Existe um consenso quase universal de que a TB chegou às Américas com seus primeiros imigrantes da Ásia há pelo menos 10 mil anos e deve ter persistido em alguns grupos sociais pequenos e dispersos por milhares de anos até atingir proporções epidêmicas há 1.500 anos, provavelmente na região dos Andes.

Há abundantes evidências arqueológicas de que a doença ocorreu em todo o hemisfério antes da chegada dos primeiros exploradores europeus. Não há registro da existência de outra espécie do bacilo da TB além do Mtb (DANIEL, 2000). Outra possibilidade aventada na paleoepidemiologia da TB na América do Norte pré-histórica é que a maioria dos casos da doença é datada do segundo milênio, depois que os vikings com seus bovinos domesticados se estabeleceram em colônias na costa leste. De acordo com documentos escritos eles trocaram bens, incluindo leite de vaca, com grupos indígenas, e esse fato pode ser considerado como o início da possível penetração de cepas europeias de micobactérias na América do Norte antes do século 15 (GOMES I PRAT; SOUZA, 2003).

Paleontólogos descreveram casos de TB em diversas regiões da América do Norte pré-colombiana. Há confirmações em Pueblo Bonito, atual Novo México, nos Estados Unidos, por volta de 1.190 a 890 anos atrás, e no norte do Arizona, por volta de 1.120 a 920 anos atrás. Estudos demonstraram que a TB era endêmica nessa região durante o auge do desenvolvimento cultural dos povos indígenas ali encontrados. As condições epidemiológicas que teriam promovido a doença nos chamados *pueblos* incluem falta de conhecimento dos germes, condições de vida superlotadas, utensílios de alimentação comuns, pouca ventilação e pouca exposição à luz solar. Casos de TB também foram encontrados em populações próximas ao Mississipi, em Ohio, por volta de 750 anos atrás; e no Tennessee, há 800 anos. No Canadá, são descritos casos de TB em nativos iroqueses na região de Ontário (GOMES I PRAT; SOUZA, 2003).

Devido à ausência de provas escritas, não há registro de métodos de tratamento contra a TB utilizados pelos povos americanos pré-colombianos.

IDADE MÉDIA

Na Europa, durante a Idade Média, o registro escrito sobre a TB se tornou esparso, o que não significa que a doença não estava presente. A escrófula, uma doença que afetava os linfonodos cervicais, foi descrita como uma nova forma clínica de TB. Era conhecida na França e na Inglaterra como “o mal do rei” (*king’s evil / maladie du roi*), pois acreditava-se que as pessoas infectadas poderiam ser curadas após a imposição de mão dos reis. Essa prática, estabelecida pelos reis ingleses e franceses, continuou por vários séculos. A Rainha Ana foi a última monarca inglesa a usar essa prática (1712). Na França, a prática continuou até 1825 (BARBERIS, 2017). Embora não existam registros do número de mortes e de infectados pela TB nesse período, sabe-se que multidões de tuberculosos existiram por toda a Europa. Como exemplo, “Carlos II da Inglaterra durante os 25 anos de reinado tocou 90.798 escrofulosos” (ROSEMBERG, 1999). Apesar disso, a TB foi praticamente ignorada na Europa Medieval, em parte pelo declínio da vida urbana e pela falta de conhecimento popular, bem como por ser uma doença que leva à morte lentamente (BERTOLLI FILHO, 2001).

A partir dos séculos 15 e 16, com o advento do Renascimento, novos conhecimentos surgiram, incluindo novos conhecimentos sobre doenças. Iniciaram-se várias tentativas médicas de expandir o conhecimento sobre a TB. Destacam-se o médico italiano Girolamo Fracastoro que, em 1546, opôs-se ao princípio hipocrático que argumentava que “um tísico nasce de outro tísico”; também postulou, baseado nos seus conhecimentos da medicina árabe, que a TB era transmitida por “micropartículas” transportadas pelas correntes aéreas que se depositavam em objetos do convívio com a pessoa infectada; o francês Franciscus Sylvius descreveu pela primeira vez “a existência de pequenas granulações nos pulmões contaminados que, quando ganhavam aspecto purulento, faziam surgir cavidades” e sua dimensão e tamanho anunciavam a gravidade da doença. (BERTOLLI FILHO, 2001). Em 1679, o médico de Amsterdã Sylvius de la Boë foi provavelmente o primeiro a usar o termo tubérculos na tísica do pulmão, que ele denominou *tubercula glanulosa* (FRITH, 2014).

Como tratamento para a TB, “médicos romanos recomendavam temporadas em Veneza, com passeios diários de gôndola, devendo o barqueiro cantar canções eróticas” e o consumo de leite, cuja recomendação permaneceu por quase 3 mil anos, desde as civilizações antigas da Pérsia e Hindu até o século 19. Eram indicados o leite de jumenta, de cabra, de fêmea de elefante e de camelo. O médico e filósofo persa Avicena, embora tenha sido um dos primeiros a reconhecer a natureza contagiosa da TB (ARMINDO, 2014), indicava como tratamento, além de infusão de rosas vermelhas em mel, que “os homens típicos deveriam tomar leite de mulher jovem e bela”, e na Europa, “Petrus Forestus explicava que o leite de mulher deveria ser o mais fresco possível e, portanto, sugado diretamente da mama, razão porque ela deveria dormir com o doente” (ROSEMBERG, 1999).

Nas Américas, a ocorrência da TB parece ter diminuído muito antes da chegada dos colonizadores europeus, deixando uma população indígena altamente suscetível a ser devastada pela reintrodução da micobactéria. Na América Central, o padre e cronista espanhol Diego Durán, registrou que, dos 50 a 60 escravos sacrificados no funeral do governante mexicano Axayacatl em 1479, muitos eram corcundas e pode-se supor que alguns deles tinham TB (DANIEL, 2000).

ERA CONTEMPORÂNEA

No século 18, na Europa Ocidental, a TB tornou-se epidêmica, com uma taxa de mortalidade de até 900 mortes por 100 mil habitantes por ano. Durante a Revolução Industrial, o aumento de condições sociais particularmente problemáticas, tais como ambientes de trabalho extremamente degradantes, alojamentos mal ventilados e superlotados, falta de saneamento básico, desnutrição e outros fatores de risco estiveram intimamente associados à doença (BARBERIS *et al.*, 2017).

Na Ásia, e na China mais especificamente, não há registro histórico de um grave surto de TB, ao contrário da situação na Europa, onde a epidemia dos séculos 18 a 19 constituiu-se em um fenômeno epidemiológico definido e documentado, com impactos culturais e demográficos marcantes. Uma possível explicação para essa disparidade são as diferenças no ritmo da industrialização na China e na Europa. Uma vez que a China não participou da Revolução Industrial e a taxa de urbanização histórica no país raramente excedia 10% da população total, o crescimento da população de patógenos foi impulsionado por transições ecológicas comuns, como o crescimento da população hospedeira e um aumento na urbanização (LIU *et al.*, 2018).

A falta de fármacos eficientes impôs à Medicina da época indicar a climatoterapia como principal recurso de tratamento. Clima montanhoso e marítimo, baixas pressões atmosféricas (consequentemente menor quantidade de oxigênio) e ar puro, temperaturas amenas e constantes ao longo do ano, e locais com insolação abundante (VIEIRA, 2011) eram indicados. Por outro lado, alguns médicos indicavam presença de ozônio na atmosfera como elemento natural curativo da TB (ESPINOZA, 2008).

Além desses tratamentos, sete outros, chamados de “septeto da panacea”, por serem indicados para todos os males, eram: sangria, purgativos, ventosas, vesicatórios, eméticos, sanguessugas e clísteres. Os seis primeiros eram procedurais em todos os centros médicos. A sangria, técnica estipulada por Galeno, foi praticada quase até o final do século 19. Indicava-se até para os doentes tuberculosos, pois acreditava-se que, ao retirar-lhes o sangue, as hemoptises diminuiriam. Ao contrário, os pacientes tornavam-se anêmicos, ficando ainda mais debilitados (ROSEMBERG, 1999). Era também indicada alimentação rica em carboidratos e longas cavalgadas (BERTOLLI FILHO, 2001).

A palidez anêmica das pessoas afetadas pela TB deu origem ao termo “peste branca” no século 18. Os termos consunção e tísica continuaram sendo usados até o século 18, porém, o médico e pesquisador Johann Lukas Schönlein cunhou o termo “tuberculose” no século 19 (BARBERIS, 2017), que passou a

ser usado também por Hermann Brehmer, Jeain Antoine Villemin e Robert Koch (FRITH, 2014).

René Théophile Hyacinthe Laennec, lembrado pela invenção do estetoscópio, elucidou a patogênese da TB e unificou o conceito da doença, tanto a pulmonar como a extrapulmonar. Laennec escreveu claramente sobre a patologia da TB, descrevendo a maioria dos sinais físicos causados por ela e introduziu termos para descrever essas descobertas que ainda estão em uso. A compreensão moderna da TB começou com o tratado de Laennec. Nessa época, as taxas de mortalidade em Londres, Estocolmo e Hamburgo aproximavam-se de 800 a 1.000 casos em cada 100 mil pessoas por ano (DANIEL, 2006).

Somente no ano de 1865, por meio das experiências realizadas pelo cirurgião militar francês Jean Antoine Villemin foi possível constatar a condição infecciosa e inoculável da TB. Os experimentos de Villemin consistiram na inoculação em diversas espécies de cobaias sadias de “uma pequena quantidade de líquido purulento de uma cavidade tuberculosa” removida na autópsia de um indivíduo que havia morrido de TB, resultando no adoecimento de todos os animais utilizados. Villemin concluiu que a TB é uma doença contagiosa e dependente de um agente causal específico, uma forma de vida “infinitamente pequena” (BERTOLLI FILHO, 2001). Mais ou menos na mesma época, William Budd escreveu sugerindo que a TB “é disseminada pela sociedade por germes específicos... expelidos por pessoas... sofrendo da doença” (DANIEL, 2006).

Receituários de pessoas ilustres, como o pianista e compositor Frédéric Chopin, de meados do século 19, podem elucidar mais detalhadamente como a TB era tratada antes da descoberta da estreptomocina:

opiácios (xaropes e injeções de morfina), ferruginosos, creosoto, pomada de iodeto de potássio nas axilas, exercícios (dança para a primeira), sanguessugas, sangrias, bálsamo de Peru e musgo da Islândia. É interessante que após a descoberta da estreptomocina, estudaram-se muitos musgos, entre eles o da Islândia, do qual se isolou um antibiótico com certo poder bactericida *in vitro* sobre o *Mycobacterium tuberculosis* (ROSEMBERG, 1999).

A história da TB mudou drasticamente em 24 de março de 1882, quando Hermann Heinrich Robert Koch apresentou à Sociedade Fisiológica de Berlim demonstrações do bacilo da TB que ele havia identificado, além de seus famosos postulados, que até hoje estabelecem o padrão para a demonstração de etiologia infecciosa (DANIEL, 2006).

Koch comprovou que a TB é uma patologia causada exclusivamente pelo bacilo do gênero *Mycobacterium*; que sua forma de contágio é resultado da eliminação da bactéria do corpo, através do espirro, de gotículas de saliva e de catarro; que a TB afeta tanto o ser humano quanto os animais; que as gotículas de Pflüger que o enfermo expele são extremamente perigosas, pois aumentam as chances de infecção dos sadios. Graças ao seu postulado, aumentou-se a cobrança da sociedade para que médicos e infectados seguissem regras sanitárias rígidas, como desinfecção de objetos pessoais e de cuidado dos doentes (BERTOLLI FILHO, 2001). As contribuições de Koch para a bacteriologia fizeram com que ele fosse agraciado com o Prêmio Nobel de Medicina em 1905 por sua elucidação da etiologia da TB. O Mtb ficou conhecido com o nome popular de bacilo de Koch graças às suas descobertas (DANIEL, 2006).

Em 1890, Koch declarou ter isolado uma substância de bacilos da TB que poderia “tornar inofensivas as bactérias patogênicas encontradas em um corpo vivo e fazer isso sem desvantagem para o corpo”. A substância foi chamada de tuberculina e injeções dela rapidamente entraram em voga como tratamento para a doença (DANIEL, 2006). Porém, a eficácia da vacina como terapia contra a TB foi um desastre comprovado, levando a inúmeras mortes, pois as doses de tuberculina “desencadearam intensas reações sistêmicas e graves progressões lesionais, com grandes destruições pulmonares e generalização da doença, levando rapidamente à morte” (ROSEMBERG, 1999).

O período sanatorial de atendimento aos pacientes com TB iniciou-se em 1854, quando o médico Hermann Brehmer inaugurou a primeira instituição especializada no tratamento de TB, localizada nas montanhas da Silésia (MARTINI *et al.*, 2017).

As diretrizes internacionais para o combate à TB consolidadas no final do século 19 centralizaram-se em dois estabelecimentos: o dispensário e o sanatório. As funções principais dos dispensários eram a busca por focos de contágio, a divulgação de noções de higiene e a prestação de assistência médica e social aos tuberculosos. Já as funções dos sanatórios eram o isolamento nosocomial e o tratamento contínuo. Através dessas duas instituições, pretendia-se dificultar a proliferação da TB (ANTUNES; WALDMAN; MORAES, 2000).

O tratamento nos dispensários era preferencialmente voltado às classes mais pobres. Suas atividades abrangiam desde exames diagnósticos, encaminhamento para consultórios médicos e serviços de enfermagem, até a assistência social aos doentes, com a colaboração de entidades filantrópicas, que distribuíam medicamentos, roupas e alimentos. O tratamento nos sanatórios podia durar vários anos e exigia uma rígida disciplina dos internos: higiene, repouso, alimentação, ar puro, e acompanhamento médico. Acreditava-se que a hospitalização possibilitaria melhorar a alimentação e tornar os efeitos de um acompanhamento médico prolongado mais efetivo, além de reduzir o contágio (ANTUNES; WALDMAN; MORAES, 2000).

Até o início do século 20, antes do surgimento dos fármacos anti-TB, foram desenvolvidas várias técnicas cirúrgicas para tratamento da TB, dentre elas, o colapso pulmonar, o pneumotórax, drenagens cavitárias, toracoplastia, lobectomia e ressecção do ápice do lobo superior do pulmão, sendo esta a escolha preferencial em determinados casos, quando o tratamento padrão da TB apresentava resistência (MARSICO, 2006).

HISTÓRIA DA TB NO BRASIL

Os primeiros povos das Américas provavelmente viviam em grupos populacionais pequenos e dispersos. Há registros de epidemias de TB na região dos Andes há 1.500 anos. Essa epidemia provavelmente não alcançou a região onde é hoje o Brasil, pois os nativos brasileiros eram extremamente susceptíveis à doença quando da chegada dos exploradores europeus (DANIEL, 2000).

Durante a colonização portuguesa, colonos e jesuítas infectados pela TB, ao manterem contato permanente com os indígenas, proporcionaram o adoecimento e a morte de muitos nativos. Registros indicam que o Padre Manuel da Nóbrega, que aportou no Brasil em 1549, foi o primeiro indivíduo conhecido portador de TB no país. Cartas dos jesuítas Inácio de Loyola e José de Anchieta, datadas de 1555 e 1583 respectivamente, destinadas ao reino de Portugal, fazem referências a quadros clínicos similares à TB: “os índios, ao serem catequizados, adoecem, na maior parte, com escarro, tosse e febre, muitos cuspiendo sangue, a maioria morrendo com deserção das aldeias” (MACIEL *et al.*, 2012).

Estima-se que a mortalidade por TB, na época do Brasil Imperial, aproximava-se de 660 por 100 mil habitantes. Da mesma forma que na Europa durante a Revolução Industrial, a epidemia de TB no Brasil se espalhou pela maioria das cidades, afetando a população mais pobre, estabelecida em locais com moradias insalubres, com falta de higiene e alimentação deficiente (MACIEL *et al.*, 2012).

Ao longo do século 19 e no início do século 20, devido à negligência dos governos, à falta de informação e acesso a saneamento básico da maioria da população, a TB se tornou a principal causa de morte no Rio de Janeiro. Nesse período, a TB registrava cerca de 700 mortes a cada 100 mil habitantes (MACIEL *et al.*, 2012).

As primeiras iniciativas voltadas à organização de serviços diferenciados de atenção aos tuberculosos

foram movidas no campo da filantropia, em especial por intermédio da Liga Brasileira contra a Tuberculose, criada em 1900 (ANTUNES; WALDMAN; MORAES, 2000).

No Brasil, desde o período da colonização até a criação dos sanatórios e dispensários a partir da década de 1920, as Santas Casas de Misericórdia amparavam os infectados com alimentação e descanso, desempenhando um papel importante e solidário na atenção aos tuberculosos. No entanto, as altas taxas de mortalidade se mantiveram até meados do século 20, época na qual o advento da terapia farmacológica passou a surgir em todo o mundo (MACIEL *et al.*, 2012).

A BACTÉRIA

O gênero *Mycobacterium* é o único da família *Mycobacteriaceae*, que compreende mais de 100 espécies e são assim chamadas pois possuem ácidos micólicos em sua parede celular (COELHO; MARQUES, 2006), o que lhes confere baixa permeabilidade, reduz a efetividade da maioria dos antibióticos e facilita sua sobrevivência nos macrófagos (BRASIL, 2018b).

A espécie-tipo do gênero é o *Mycobacterium tuberculosis*, bacilo responsável por cerca de 98,5% dos casos de infecção de TB (WHO, 2018). A TB também pode ser causada por qualquer uma das sete espécies que formam o complexo *Mycobacterium tuberculosis*: *M. tuberculosis*, *M. bovis*, *M. africanum*, *M. canettii*, *M. microtti*, *M. pinnipedi* e *M. caprae*. Outras espécies são denominadas micobactérias não causadoras de TB (BRASIL, 2018b).

As espécies *Mtb*, *Mycobacterium africanum* e *Mycobacterium canettii* são patógenos humanos, enquanto *Mycobacterium microtti* é patógeno de roedores, *Mycobacterium pinnipedi* infecta focas e leões marinhos, *Mycobacterium caprae* infecta ovinos e caprinos e *M. bovis* possui um espectro maior de espécies hospedeiras, incluindo bovídeos e humanos (BAÑULS *et al.*, 2015).

As bactérias do complexo *Mtb* têm sua estrutura bacilar apresentando-se como bacilos finos, ligeiramente curvos, medindo de 0,2 a 0,6 mm de diâmetro e 1 a 10mm de comprimento. Os bacilos são imóveis, não esporulados, não capsulados, aeróbios, álcool-ácido resistente (BAAR), e sua faixa de temperatura ótima de crescimento é de 35 a 37 °C. (COELHO; MARQUES, 2006). Seu genoma contém 4.000 genes, dos quais 3.924 já foram decodificados e 4.411.529 pares de bases nucleotídicas (ROSEMBERG, 1999).

EPIDEMIOLOGIA

A probabilidade de uma pessoa ser infectada pela bactéria da TB depende de fatores externos. Entre eles, pode-se citar o grau de infectividade do caso-índice, a duração do contato e o tipo de ambiente compartilhado. Estima-se que uma pessoa com TB infecte de 10 a 15 pessoas por ano (BRASIL, 2018b).

Após a transmissão pelas vias aéreas, o período de incubação dura cerca de três dias e, a partir de então, o período de reprodução das micobactérias tem ciclo de 18 horas. O organismo dá início à reação de combate ao bacilo através de resposta imunitária inespecífica (surgimento de secreção, fagocitose e reação inflamatória exsudativa) e, logo depois, por meio de reações imunológicas específicas, com a ampliação da capacidade de fagocitose das células mobilizadas contra os bacilos (BRASIL, 2018b).

A fagocitose é feita por macrófagos alveolares e células dendríticas que saem do sistema linfático em direção do linfonodo regional e formam o complexo de Ghon. Ao mesmo tempo, os fagócitos penetram no parênquima pulmonar, o que dá início a um foco inflamatório, para onde outros macrófagos serão atraídos. É esse acúmulo de células inflamatórias, coordenadas por linfócitos T ao redor dos bacilos que forma um granuloma. As células T são fundamentais para a estabilidade do granuloma, uma vez que elas ficam em contato com fagócitos mononucleares e influenciam seu estado de diferenciação e ativação

(TEIXEIRA *et al.*, 2007). O desenvolvimento da doença pode seguir caminhos diversos: o primeiro foco da infecção usualmente resulta em uma lesão inflamatória, localizada na região subpleural. Em seguida, entre três e oito semanas, os bacilos formam colônias que produzem uma inflamação, o que torna patente a destruição dos tecidos pulmonares (PAI *et al.*, 2018). O organismo reage fazendo com que células linfocíticas e histiocitárias cubram a lesão, possibilitando a constituição de um granuloma. Os bacilos, entretanto, se propagam livremente pela via linfática para os gânglios satélites da região; caracterizando o chamado complexo primário de Ranke. O foco pulmonar regressivo, visível nas radiografias, é chamado de foco de Gohn. Cerca de 90% dos infectados conseguem bloquear o avanço da doença, a partir da formação do complexo primário de Ranke, permanecendo apenas com a TB latente (SÃO PAULO, s. d.).

É possível que a infecção regrida a ponto de chegar à cura espontânea, seja por causa das respostas imunes inatas ou por causa da imunidade adquirida das células T. Indivíduos que eliminaram a infecção podem apresentar resultados negativos no teste tuberculínico (*tuberculin skin test*, TST) ou no teste de liberação de interferon- γ (*Interferon-gamma release assay*, IGRA). Alguns indivíduos eliminam o patógeno, mas retêm forte memória de resposta de células T e serão positivos no TST ou no IGRA (PAI *et al.*, 2018). No entanto, a doença pode evoluir para uma forma crônica ou para a TB progressiva aguda. É possível também que a ILTB converta-se em TB ativa, mesmo após anos de latência (PAI *et al.*, 2018).

ILTB E TB ATIVA

Embora a TB possa ser vista como um contínuo dinâmico desde a infecção pelo Mtb até a doença infecciosa ativa, os pacientes, por questões clínicas e de saúde pública, são considerados como portadores de infecção latente (ILTB) ou TB ativa. Indivíduos podem avançar ou retroceder nesse contínuo, dependendo das alterações na imunidade e nas comorbidades. Se o patógeno não for eliminado, as bactérias persistem em um estado latente que pode ser detectado como resultados positivos de TST ou IGRA. Esses testes induzem respostas de células T contra antígenos de Mtb (PAI *et al.*, 2018).

Pacientes com TB subclínica podem não relatar sintomas, mas serão positivos para a cultura (são geralmente negativos para baciloscopia devido à baixa carga bacilar). Pacientes com TB ativa apresentam sintomas como tosse, febre e perda de peso, e o diagnóstico geralmente pode ser confirmado com baciloscopia de escarro, cultura e testes moleculares. Pacientes com TB ativa podem às vezes ser negativos no TST ou no IGRA por causa da anergia induzida pela própria doença ou imunossupressão causada por comorbidades, como a infecção por HIV ou desnutrição (PAI *et al.*, 2018).

Indivíduos com TB subclínica ou ativa devem receber um dos esquemas de tratamento recomendados para TB ativa, que consistem em uma fase intensiva com quatro medicamentos (rifampicina, isoniazida, pirazinamida e etambutol), seguida por uma fase de continuação mais longa com dois medicamentos (rifampicina e isoniazida) (PAI *et al.*, 2018).

Estima-se que cerca de 1,7 bilhão de pessoas, 23% da população mundial, tenha TB latente e, portanto, esteja em risco de desenvolver TB ativa durante sua vida (WHO, 2018).

OUTRAS FORMAS DE TB

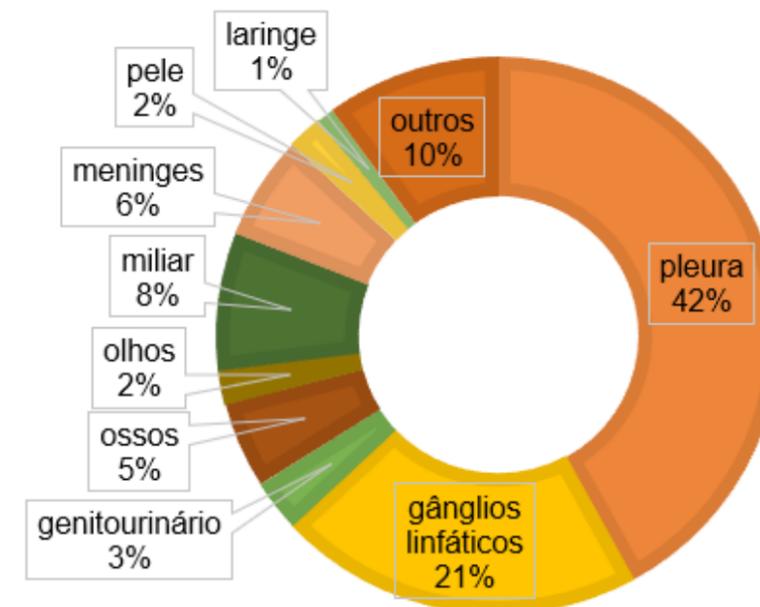
A TB extrapulmonar constitui cerca de 15 a 20% de todos os casos de TB em pacientes imunocompetentes e responde por mais de 50% dos casos em indivíduos HIV-positivos. Os gânglios linfáticos são o local mais comum de infecção, seguidos da cavidade pleural, regiões osteoarticular, genitourinária, cutânea, meningoencefálica, abdominal e linfática. Praticamente todos os locais do corpo podem ser afetados. Como a apresentação clínica da TB extrapulmonar é atípica, as amostras de tecido para a confirmação do diagnóstico podem ser difíceis de obter, e os métodos de diagnóstico convencionais podem ter assertividade

inconsistente. A disponibilidade de tomografia computadorizada, laparoscopia e endoscopia por ressonância magnética tem ajudado na localização anatômica da TB extrapulmonar (SHARMA; MOHAN, 2004).

A doença geralmente responde ao tratamento medicamentoso antiTB padrão. A biópsia e/ou cirurgia são necessárias para se obter amostras de tecido para diagnóstico e tratamento de complicações (SHARMA; MOHAN, 2004).

No Brasil, a taxa de TB extrapulmonar aumentou de 6,8 por 100 mil habitantes em 1981 para 7,0 por 100 mil habitantes em 1991. No período entre 2001 e 2009, uma redução de 23,7% foi observada no número de casos de TB pulmonar, mas apenas uma redução de 5,9% para o número de casos de TB extrapulmonar. Embora acometa principalmente adultos, um quarto de todos os casos de TB extrapulmonar ocorreu em crianças com menos de 14 anos de idade (GOMES *et al.*, 2014). A Figura 2 a seguir mostra um levantamento dos locais clínicos de TB extrapulmonar no Brasil de 2007 a 2011.

Figura 2 – Locais clínicos de TB extrapulmonar no Brasil de 2007 a 2011.



Fonte: GOMES *et al.*, 2014.

TB MENINGOENCEFÁLICA E OSTEOARTICULAR

A TB meningoencefálica (TBM) ou meningite tuberculosa é a forma mais letal e incapacitante da doença. Em pacientes coinfectados com o HIV, essa forma de TB possui mortalidade próxima de 50%. A forma multirresistente da TBM em pacientes com HIV alcança praticamente 100% de mortalidade. O diagnóstico de TBM é difícil de determinar e, portanto, a doença pode ser subnotificada, mas sugere-se que a carga global de TBM poderia ser de pelo menos 100 mil casos por ano (WILKINSON *et al.*, 2017).

A disseminação dos bacilos ocorre através do sangue, seja através da extensão direta da infecção local ou através dos gânglios linfáticos. O Mtb pode atingir os capilares sanguíneos do cérebro dentro das células ou como bacilos extracelulares (o mecanismo preciso é desconhecido) (WILKINSON *et al.*, 2017).

Os sintomas da TBM incluem dor de cabeça, febre, vômitos e rigidez da nuca. Sem tratamento, os sintomas meningíticos tornam-se progressivamente mais dominantes. Perda de consciência e déficits neurológicos focais, com paralisias dos nervos cranianos – em grande parte no quinto e terceiro nervos cranianos – em cerca de 50% dos pacientes e fraqueza dos membros (hemiplegia ou paraplegia) em torno de 10% dos pacientes. A morte é quase certa, a menos que o tratamento antiTB seja aplicado (WILKINSON *et al.*, 2017).

A TB osteoarticular (TBO) é desenvolvida por 1% a 3% dos casos registrados. A TBO vertebral é a forma mais comum de TB esquelética, sendo responsável por aproximadamente 50% de todos os casos. As principais áreas de inoculação dos bacilos são, em ordem de frequência: coluna, quadril, joelho, pé, cotovelo, mão, ombro, bainhas da bursa, e outros locais. Em geral, a TBO é monoarticular ou em um segmento localizado da coluna vertebral. Entretanto, em aproximadamente 10% dos pacientes, múltiplas lesões podem ser detectadas clínica e radiologicamente (TULI, 2002).

Se a TBO for diagnosticada e tratada precocemente, 90% a 95% dos pacientes alcançam a cura com função quase normal. A base do tratamento é a quimioterapia antiTB de múltiplos fármacos (por 12 a 18 meses) e exercícios da articulação envolvida durante o período de cicatrização. A intervenção cirúrgica é necessária quando o paciente não está respondendo ao tratamento medicamentoso após 4 a 5 meses de quimioterapia (sinovectomia e desbridamento), o resultado terapêutico não é satisfatório (artroplastia excisional para quadril ou cotovelo) ou o estado curado resultou em anquilose dolorosa (artrodese do tornozelo, do punho ou do joelho). A substituição da articulação pode ser considerada se a doença permanecer inativa por 10 anos ou mais (TULI, 2002).

IMUNOLOGIA

BCG

No início do século 20 (1902), Edmond Nocard isolou uma cepa virulenta de *Mycobacterium bovis* do leite de uma novilha com mastite tuberculosa. Essa linhagem foi enviada ao Instituto Pasteur e utilizada como fonte de muitas subcepas de diferentes pesquisas que se desenvolveram durante a década de 1920 e nos anos seguintes (LUCA; MIHAESCU, 2013). Atualmente, a única vacina disponível contra TB é a vacina BCG, obtida da cepa atenuada do bacilo *M. bovis* que perdeu sua virulência. Todas as cepas de *M. bovis* BCG existentes originam-se da linhagem de BCG desenvolvida por Albert Calmette e Camille Guérin de 1908 a 1919, assim chamada em homenagem aos pesquisadores (Bacilo Calmette-Guérin). Sua primeira utilização ocorreu em 1921 em uma criança recém-nascida de mãe que havia falecido devido à TB (OETTINGER *et al.*, 1999).

As subcepas mais utilizadas da vacina BCG incluem Connaught, Danish, Glaxo, Moreau, Pasteur e Tokyo – todas apresentam diferenças morfológicas, bioquímicas e imunológicas (OETTINGER *et al.*, 1999). No Brasil, a vacina começou a ser usada em 1927 e a cepa utilizada é chamada de BCG Moreau-Rio de Janeiro (BRASIL, 1998). A partir de janeiro de 2018, a vacina Bacillus Calmette-Guérin (BCG) – cepa Russian, desenvolvida na Serum Institute India, passou a ser utilizada no SUS, em substituição à vacina BCG cepa Moreau (BRASIL, 2018a). A BCG provoca primo-infecção artificial e inofensiva. Essa infecção artificial contribui para aumentar a resistência do indivíduo caso ocorra infecção por bacilos virulentos (BRASIL, 1998).

O uso da vacina tem sido controverso desde sua introdução. Pesquisadores que se posicionam contra a eficácia da vacinação argumentam, no caso da TB, que os Estados Unidos nunca introduziram a BCG e mesmo assim erradicaram a doença. Thomas McKeown, em seu livro “*The modern rise of population*” (1977), argumentou que o declínio na mortalidade geral teve como fatores uma melhor nutrição, mudança nos padrões reprodutivos e no ambiente sociocultural (OSTRY; FRANK, 2010).

No mundo, mais de 90% dos recém-nascidos são vacinados com a BCG (BCG WORLD ATLAS, 2018). No Brasil, embora o Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose (2018) informe que a cobertura pela BCG é universal e a vacinação é usualmente realizada nos primeiros dias de vida, o site BCG World Atlas atesta que a cobertura de aplicação da vacina seja de 86,9% da população. Embora a BCG não impeça a infecção e o desenvolvimento da TB pulmonar, ela pode conferir certo grau de proteção para a TB meningocócica e para as formas disseminadas da doença (CASTIÑEIRAS *et al.*, 2004).

OUTRAS VACINAS

Nos últimos anos, vários estudos têm sido realizados para o desenvolvimento de vacinas de DNA, cuja função é codificar as proteínas dos microrganismos. O desenvolvimento de uma vacina gênica contra o Mtb tem sido buscado através da codificação do antígeno 85 (Ag 85) e a proteína de choque térmico de 65 kDa (hsp65) (RODRIGUES JÚNIOR *et al.*, 2004).

A vacina DNA-hsp65, além de proteger contra a infecção experimental, também apresenta atividade terapêutica, isto é, tem capacidade de curar os animais que foram previamente infectados nos testes, inclusive aqueles com cepas multidrogas resistentes e com ILTB. De acordo com Rodrigues Júnior *et al.* (2004), a DNA-hsp65 “é capaz de induzir a produção de citocinas de padrão Th1 tal como IFN-interferon-gama, associadas ao controle da doença”. Também “é capaz de estimular clones de células CD8 citotóxicas e CD4 que podem ser caracterizados como células de memória sendo responsáveis por conferir imunidade duradoura contra a infecção”.

Também testada na terapia antiTB, a vacina de DNA-hsp65 provoca uma alteração no padrão de resposta imune, induzindo à secreção de citocinas de padrão Th1 e formando um ambiente favorável à erradicação do Mtb. Para o desenvolvimento de uma vacina de DNA contra a TB, o pesquisador Célio Lopes Silva e sua equipe introduziram o gene de um dos antígenos imunodominantes de micobactérias, a proteína de estresse hsp65 de *M. leprae* nos plasmídeos pCDNA3 ou pHMG. A produção de anticorpos específicos pelos camundongos imunizados com o DNA hsp65 foi observada duas semanas após a terceira dose do plasmídeo e foi altamente efetiva para protegê-los contra infecção posterior com Mtb (RODRIGUES JÚNIOR *et al.*, 2004).

Os resultados dos testes comprovaram que a vacina de DNA cura a infecção e a doença estabelecida, além de impedir sua reativação. Ela foi considerada segura e eficaz, por ser administrada em uma única dose e por estimular largamente a resposta imunológica, tem efeito duradouro e pode contribuir consideravelmente para a diminuição da incidência da doença (RODRIGUES JÚNIOR *et al.*, 2004).

FÁRMACOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DA TB

o tratamento da TB tem como objetivo a cura (prevenindo sua morbimortalidade) e a rápida interrupção da transmissão da doença (tornando os pacientes não infecciosos). Para tanto, os fármacos utilizados devem ser capazes de eliminar rapidamente a população bacteriana, impedir a seleção de cepas resistentes aos fármacos (consequentemente, o surgimento de TBMDR e TBXDR) e esterilizar a lesão, prevenindo sua recidiva (RABAHI *et al.*, 2017).

Tratamentos eficazes com drogas foram desenvolvidos pela primeira vez na década de 1940, com o uso da estreptomicina e do ácido para-aminossalicílico. Na década seguinte, o Brasil optou por utilizar isoniazida e estreptomicina, duas vezes por semana. A partir de 1960, diante da resistência bacteriana e do aumento de casos de óbitos por TB, o esquema terapêutico foi padronizado e o tratamento atualmente recomendado para casos de TB suscetível a drogas é um regime de seis meses de quatro medicamentos de primeira linha: isoniazida (INH), rifampicina (RIF), pirazinamida (PZA) e etambutol (EMB), como pode ser visto na Tabela 1 (RABAHI *et al.* 2017).

Tabela 1 – Evolução do esquema terapêutico para TB ativa.

Ano	Esquemas terapêuticos	Duração (meses)
1944	estreptomicina	24
1952	estreptomicina + isoniazida	18
1964	estreptomicina + isoniazida + ácido paraminossalicílico	18
1965	3 meses: estreptomicina + isoniazida + ácido paraminossalicílico / 3 meses: isoniazida + ácido paraminossalicílico / 6 meses: isoniazida	12
1971	3 meses: estreptomicina + isoniazida + tiacetazona / isoniazida + tiacetazona	12
1979	2 meses: isoniazida + rifampicina + pirazinamida / 4 meses: isoniazida + rifampicina	6
2009	2 meses: isoniazida + rifampicina + pirazinamida + etambutol / 4 meses: isoniazida + rifampicina	6

Fonte: FIOCRUZ, 2008.

MÉTODOS DE AÇÃO DOS FÁRMACOS DE PRIMEIRA E SEGUNDA LINHA

Dos medicamentos de primeira linha, a INH e a PZA são pró-fármacos, ou seja, compostos que apenas liberam sua porção ativa no local de ação ou próximo dele mediante reação química ou enzimática, pois precisam de biotransformação prévia para promover o efeito farmacológico desejado (CHIN; FERREIRA, 1999). Os principais fármacos funcionam da seguinte forma no combate à TB:

A INH, descoberta em 1952, é um pró-fármaco que tem capacidade de penetrar nos macrófagos e, por isso, pode ser usada tanto contra a TB ativa quanto contra a ILTB. Atua na inibição da biossíntese do ácido micólico (que é o principal componente da parede celular do bacilo) e outros processos metabólicos do bacilo, causando danos ao DNA e consequente morte do Mtb. Os genes em que ela atua são katG, inhA, ndh e ahpC (SMITH; WOLFF; NGUYEN, 2013; FIOCRUZ).

A PZA, também descoberta em 1952, é derivada do ácido nicotínico, tem estrutura parecida com a da isoniazida, porém não possui resistência cruzada com a droga. Desempenha um papel único na diminuição da duração do tratamento antiTB, atuando na inibição da trans-tradução, que é um processo envolvido no resgate de ribossomos que pararam durante o processo de decodificação de RNA (SHI *et al.*, 2011). Os genes que realizam essa atividade nos bacilos são pncA e rspA (SMITH; WOLFF; NGUYEN, 2013; FIOCRUZ).

O EMB, descoberto em 1961, parece inibir a síntese de um ou mais dos metabólitos do bacilo, comprometendo o metabolismo celular, impedindo a multiplicação dos bacilos e causando sua morte. Também atua na inibição da síntese de arabinogalactana, cuja produção é feita pelos genes embCAB e embR (SMITH; WOLFF; NGUYEN, 2013; FIOCRUZ).

A RIF, descoberta em 1966, é um antibiótico semi-sintético que inibe a transcrição gênica (processo

em que um gene da sequência de DNA é copiado para sintetizar uma molécula de RNA) por bloqueio através da formação de um complexo fármaco-enzimático estável, além de possuir atividade bactericida. O gene responsável pela transcrição no Mtb é rpoB (SMITH; WOLFF; NGUYEN, 2013; FIOCRUZ).

Os fármacos de segunda linha, listados na Tabela 2, são utilizados para o tratamento da TB resistente à RIF (TBRR) e TBMDR e podem ser classificados como fluoroquinolonas (Grupo A), aminoglicosídeos (Grupo B), outros agentes importantes (Grupo C) e agentes adicionais (Grupo D).

Tabela 2 – Classe de fármacos antiTB de segunda linha.

Grupo A	fluoroquinolonas	levofloxacina, moxifloxacina e gatifloxacina
Grupo B	aminoglicosídeos	amicacina, capreomicina, kanamicina e estreptomicina
Grupo C	outros agentes de segunda linha	etionamida/protionamida, cicloserina/terizidona, linezolida e clofazimina
Grupo D	agentes adicionais	D1: PZA, EMB e alta dose de INH D2: bedaquilina e delamanide D3: ácido para-aminossalicílico, imipenem-cilastina, meropenem, amoxicilina-clavulanate, tioacetona

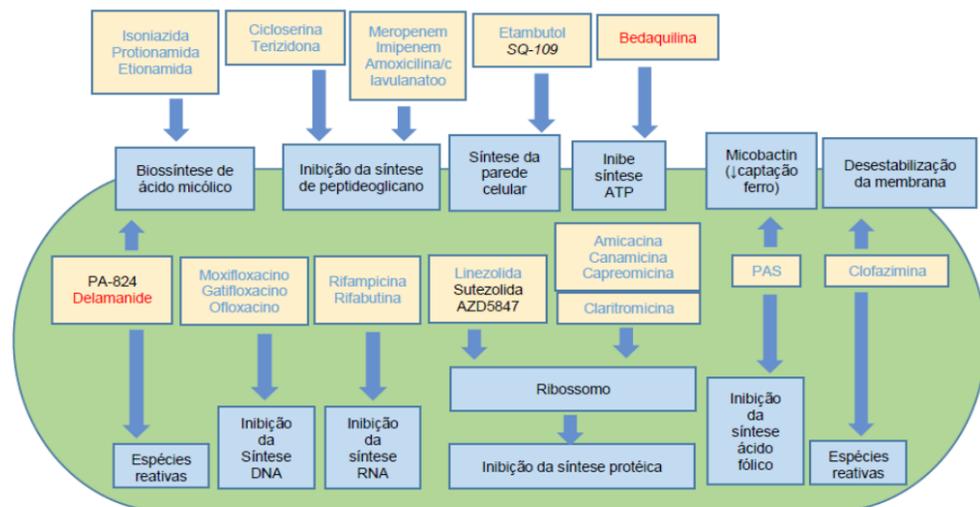
Fonte: WHO Treatment guidelines for drug-resistant tuberculosis, 2016.

É essencial tomar os medicamentos antiTB juntos e de uma vez. Se apenas um medicamento para TB for tomado por conta própria ou de forma irregular (horários e dias variados), o paciente desenvolverá rapidamente TB resistente ao medicamento. Recomenda-se a ingestão dos medicamentos antiTB todos os dias durante os seis meses, embora haja esquemas que orientam o uso por três vezes na semana em alguns casos. É extremamente importante que todos os medicamentos recomendados contra TB sejam tomados durante todo o tratamento (TBFACTS.ORG). O tratamento provavelmente não levará à cura se algum dos medicamentos antiTB deixar de ser tomado, se o tratamento terapêutico for interrompido precocemente e/ou realizado com doses inadequadas, de maneira equivocada ou irregular. Isso ocorre porque as bactérias da TB desenvolvem resistência aos medicamentos. O paciente, então, precisará tomar medicamentos para o tratamento da TBMDR ou TBXDR (TBFACTS.ORG).

Os fármacos antiTB interferem no sistema enzimático da micobactéria ou impedem a síntese de alguma metabólito essencial para seu crescimento. O mecanismo de ação de alguns deles pode ser visto na Figura 2.

Bacilos em estado de latência não são atingidos pelos medicamentos, mas são destruídos pelo sistema imunológico (BRASIL, 2018b).

Figura 2 – Mecanismo de ação dos principais medicamentos.



Fonte: Extraída do Manual de recomendações para o controle da TB no Brasil, BRASIL, 2018.

TB ATIVA

de acordo com a OMS (2018a), as taxas de sucesso do tratamento regular são de pelo menos 85% para novos casos de TB. No Brasil, a média nacional é de 74,6% (de 50% a 90% dependendo da região da ocorrência) com 10,8% de abandono de tratamento, e 4,1% dos registros com informação ignorada quanto ao desfecho (BRASIL, 2018b). Os pacientes que não receberam tratamento para TB anteriormente ou que tiveram tratamento por menos de um mês com medicamentos antiTB, são considerados novos pacientes. Presume-se que a TB nesses novos pacientes é suscetível aos medicamentos indicados (tratamento básico), a menos que haja um alto nível de resistência à INH em novos pacientes na região. Pacientes que têm TBMDR e TBXDR desenvolveram a TB ativa após contato com alguém que já possuía TB resistente a medicamentos (SILVA JR., 2004). Para os novos pacientes com TB sensível a drogas, a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda seis meses de tratamento medicamentoso, que deve consistir em uma fase intensiva de tratamento com duração de dois meses, seguida por uma fase de continuação com duração de quatro meses (WHO, 2018).

Como pode ser visto na Tabela 3, para a fase de tratamento intensivo de TB (esquema básico), pacientes adultos e adolescentes acima de 10 anos devem receber doses fixas combinadas de INH, RIF, PZA e EMB. Para a fase de tratamento continuado, recebem doses fixas de INH e RIF (BRASIL, 2018b).

O tratamento básico em crianças (menores de 10 anos de idade) é composto por três fármacos na fase intensiva (RIF, INH e PZA) e dois fármacos na fase de tratamento continuado (RIF e INH), com apresentações farmacológicas individualizadas (comprimidos e/ou suspensão) (Tabela 4). Crianças com TB, infectadas pelo HIV ou desnutridas, deverão receber suplementação de piridoxina - vitamina B6 (5 a 10 mg/dia) (BRASIL, 2018b).

Quando existir concomitância entre a forma meningoencefálica ou osteoarticular e quaisquer outras apresentações clínicas, deve-se utilizar o esquema para TB meningoencefálica ou osteoarticular (BRASIL, 2018b). Nos casos graves de TBM, deve-se associar corticosteroide por quatro a oito semanas, com redução gradual da dose nas quatro semanas subsequentes (BRASIL, 2018b): prednisona (1 a 2 mg/kg/dia) por quatro semanas ou dexametasona injetável (0,3 a 0,4 mg/kg/dia). Para evitar sequelas, recomenda-se que a fisioterapia na TBM seja iniciada o mais cedo possível (BRASIL, 2018b).

Tabela 3 – Esquema básico de tratamento de TB em adultos e adolescentes.

Indicado nos casos novos de todas as formas de TB pulmonar e extrapulmonar		Peso do doente			
		de 20 kg até 35 kg	de 36 kg a 50 kg	de 51 kg a 70 kg	acima de 70 kg
Fases do tratamento	Drogas	mg/dia	mg/dia	mg/dia	mg/dia
1ª fase (2 meses)	RIF	300	450	600	750
Fase intensiva	INH	150	225	300	375
	PZA	800	1200	1600	2000
	EMB	550	825	1100	1375
2ª fase (4 meses)	RIF	300	450	600	750
Fase de manutenção	INH	150	225	300	375

Fonte: Adaptado do Manual de recomendações para o Controle da TB no Brasil, 2018.

Tabela 4 – Esquema básico de tratamento de TB em crianças menores de 10 anos.

Indicado nos casos novos de todas as formas de TB pulmonar e extrapulmonar		Peso do doente						
		Até 20 kg	de 21 kg até 25 kg	de 26 kg até 30 kg	de 31 kg até 35 kg	de 36 kg até 39 kg	de 40 kg até 44 kg	acima de 45 kg
Fases do tratamento	Drogas	mg/kg/dia	mg/dia	mg/dia	mg/dia	mg/dia	mg/dia	mg/dia
1ª fase (2 meses)	RIF	15 (10-20)	300	450	500	600	600	600
Fase intensiva	INH	10 (7-15)	200	300	300	300	300	300
	PZA	35 (30-40)	750	1000	1000	1500	1500	2000
2ª fase (4 meses)	RIF	15 (10-20)	300	450	500	600	600	600
Fase de manutenção	INH	10 (7-15)	200	300	300	300	300	300

Fonte: Adaptado do Manual de recomendações para o Controle da TB no Brasil, 2018.

CONDIÇÕES ESPECIAIS DOS PACIENTES

GESTAÇÃO

O esquema básico pode ser administrado à gestante, desde que seja introduzida a vitamina B6 a uma dose de 50mg/dia, dado o risco de toxicidade neurológica ao feto atribuído à INH. Lactantes também devem ser tratados com o esquema básico, com adição de vitamina B6 a uma dose de 1 a 2 mg/kg/dia com variação de 10 a 50 mg/dia. Deve-se tomar atenção especial no monitoramento das reações adversas (BRASIL, 2018b). Os medicamentos antiTB passam em pequenas quantidades pelo leite materno, por isso a importância do seu uso seguro durante a amamentação. Não há contraindicações à amamentação, desde que a mãe não seja portadora de mastite tuberculosa. É recomendável, entretanto, que faça uso de

máscara cirúrgica ao amamentar e ao cuidar da criança, enquanto a baciloscopia do escarro se mantiver positiva (BRASIL, 2018b).

Os fármacos antiTB são classificados quanto à segurança do medicamento:

1. Seguro durante amamentação: estreptomicina, EMB, PZA, RIF e terizidona (recomenda-se utilizar vitamina B6 no lactente);
2. Medicamento seguro, excretado pelo leite materno: INH (recomenda-se utilizar vitamina B6 no lactente);
3. Pode ser usada durante amamentação: amicacina;
4. Uso com cautela: capreomicina;
5. Uso criterioso, excretado pelo leite materno: ácido paraminossalissílico, claritromicina, clofazimina, etionamida (recomenda-se utilizar vitamina B6 no lactente) e as fluoroquinolonas levofloxacina e moxifloxacina;
6. Não recomendada: bedaquilina, linezolida, rifabutina (estudos limitados) e rifapentina (estudos limitados) (BRASIL, 2018b).

DIABETES

Em pacientes afetados pelo diabetes e pela TB, deve-se evitar complicações referentes ao tratamento de ambas as doenças. O diabetes retarda a resposta microbiológica, o que pode diminuir a probabilidade de cura, aumentar as recaídas, além de possibilitar maior evolução para os tipos resistentes de TB. Portanto, o controle glicêmico e o controle do tratamento da TB por meio das baciloscopias mensais através de tratamento diretamente observado são de fundamental importância (BRASIL, 2018b).

Quanto aos medicamentos, sabe-se que a RIF, por ser um potente indutor do complexo enzimático P450, acelera o metabolismo de vários medicamentos, incluindo os hipoglicemiantes orais tipo sulfonilureias, as metiglinidas e biguanidas (metformina). A INH, no entanto, pode diminuir a ação da metformina. Caso as baciloscopias continuem apontando positividade, deve-se considerar o prolongamento da fase de manutenção por três meses. Além disso, o controle glicêmico é de fundamental importância (BRASIL, 2018b). Recomenda-se também que os pacientes devam receber piridoxina (vitamina B6) a uma dose de 50mg/dia, durante o tratamento com INH devido ao risco aumentado de neuropatia periférica (BRASIL, 2018b).

HIV/AIDS

O tratamento de TB em pacientes infectados com HIV, tanto na sua duração quanto na utilização dos fármacos, deve seguir as recomendações do esquema básico (Tabelas 3 e 4). Embora sejam apresentadas taxas de óbito muito altas quando há comorbidade entre essas duas doenças, a TB é curável em quase todos os casos nessa população. O prolongamento da fase de manutenção poderá ser considerado dependendo da evolução clínica e/ou bacteriológica (BRASIL, 2018b).

A RIF é essencial no tratamento da TB. Tratamentos que não possam incluir a RIF são menos eficazes em pacientes com HIV/AIDS, prolongam o tratamento e apresentam taxas maiores de recidiva, falência e óbito. Além disso, a utilização desse fármaco no esquema terapêutico para TB permite o uso de formulações com doses fixas combinadas (RIF, INH, PZA, EMB e RIF, INH), o que tem grande impacto na adesão ao tratamento (BRASIL, 2018b).

A rifabutina é o fármaco recomendado para substituir a RIF no regime de tratamento da TB quando for necessário associar ou manter o inibidor de protease (IP/r) ou dolutegravir no esquema antirretroviral (BRASIL, 2018b).

ILTB

O tratamento da ILTB é feito com INH a uma dose diária de 5-10 mg/kg de peso do paciente por 6 meses ou dose de 900 mg de INH associada à rifapentina (também 900 mg) uma vez por semana durante 3 meses. Para pacientes que têm intolerância à INH, uma das alternativas é o tratamento com RIF por 4 meses.

Ainda não há evidências seguras para orientar a escolha dos fármacos para o tratamento da ILTB em contatos de casos-índice reconhecidamente resistentes. A lógica indica que casos de TBMDR devem ser tratados com fármacos aos quais os bacilos sejam sensíveis. A OMS sugere que os casos sejam rigidamente observados por dois anos para evitar o desenvolvimento de TB ativa em vez de serem tratados como ILTB (RABAH *et al.*, 2017).

Em gestantes, recomenda-se adiar o tratamento da ILTB somente para após o parto. Em gestantes com infecção pelo HIV, deve-se tratar a ILTB logo após o terceiro mês de gestação (BRASIL, 2018b).

Pessoas portadoras de HIV devem ter prioridade no tratamento da ILTB. De acordo com as estratégias definidas como prioritárias pela OMS, o rastreamento regular da TB ativa e o tratamento da ILTB são as medidas de maior impacto para reduzir a morbimortalidade por TB em pessoas com HIV/AIDS (BRASIL, 2018b).

RESISTÊNCIA AOS FÁRMACOS: TBMDR E TBXDR

O rápido surgimento de bactérias resistentes tem colocado em risco a eficácia dos antibióticos para tratamento da TB. A crise de resistência a antibióticos tem sido atribuída ao uso excessivo e inadequado desses medicamentos, bem como à falta de desenvolvimento de novos medicamentos pela indústria farmacêutica, devido à redução de incentivos econômicos e exigências regulatórias desafiadoras (VENTOLA, 2015).

Em bactérias, os genes podem ser herdados ou podem ser adquiridos de plasmídeos. Essa transferência gênica horizontal pode permitir a transferência de resistência a antibióticos entre diferentes espécies de bactérias. A resistência também pode ocorrer espontaneamente, por meio de mutação. Os antibióticos removem os concorrentes sensíveis a drogas, deixando para trás as bactérias resistentes para se reproduzirem como resultado da seleção natural. (VENTOLA, 2015).

As micobactérias possuem algumas estratégias para desenvolver resistência aos fármacos. As principais são: diminuição da permeabilidade da parede celular, aumento do efluxo do fármaco, degradação ou inativação das drogas através de enzimas e modificações genéticas no alvo da droga. No Mtb, a resistência é adquirida apenas por mutações cromossômicas e a multirresistência ocorre pelo acúmulo de mutações em genes independentes, que são responsáveis, cada qual, pela resistência a um antibiótico em particular (SANTOS *et al.*, 2012).

Os tipos de resistência do Mtb são classificados como natural, inicial, primária e adquirida (ou secundária). A resistência natural ocorre com a mutação espontânea dos bacilos; a inicial é observada em pacientes com alguma forma de resistência a um ou mais fármacos, cujo histórico de tratamento é desconhecido; a resistência primária ocorre em pacientes infectados por uma cepa resistente de Mtb e a adquirida ou secundária ocorre devido ao uso inadequado dos medicamentos (SANTOS *et al.*, 2012).

Considera-se TB monorresistente a ocorrência causada por bacilo resistente a um fármaco antiTB de primeira linha. TB polirresistente é a ocorrência de TB causada por bacilo resistente a mais de um fármaco

antiTB de primeira linha (exceto INH e RIF). TBMDR é a forma de TB causada por bacilo resistente à RIF e à INH e TBXDR é a forma causada por bacilo resistente à RIF, INH, uma fluoroquinolona e pelo menos um dos três fármacos injetáveis de segunda linha: amicacina, kanamicina ou capreomicina. Indivíduos que nunca foram tratados com medicamentos antiTB, ao serem infectados por uma cepa resistente, contraem TBMDR ou TBXDR (RABAHI *et al.*, 2017).

RESISTÊNCIA À ISONIAZIDA

Mutações no gene *katG*, que codifica a enzima catalase-peroxidase, é um dos mecanismos de resistência à INH. O fármaco é ativado por essa enzima quando capturado pelo Mtb, porém devido a mutações, o nível de expressão do gene e, conseqüentemente a atividade da peroxidase, é diminuído. A catalase, para ser ativada, precisa ligar-se a um cofator metálico, normalmente zinco ou ferro. A mutação pode estar localizada na região N-terminal ou C-terminal da proteína. Mutações na região N-terminal afetam a eficácia da ligação com o cofator, alterando a sensibilidade à INH (SANTOS *et al.*, 2012). *InhA* é uma proteína transportadora de grupos enoil-ACP redutase (ACP- proteína acil carregadora) que atua na síntese dos ácidos micólicos. Mutações no gene *inhA*, geram bacilos resistentes à INH (SANTOS *et al.*, 2012).

RESISTÊNCIA À RIFAMPICINA

A resistência à RIF ocorre devido a uma alteração na enzima RNA polimerase DNA-dependente, cuja função é catalisar reações relativas à síntese de RNA utilizando moléculas de DNA como molde. Na maioria dos casos, a resistência é produzida por mutações entre os códons 507 e 533 do gene *rpoB* da polimerase. As mutações diminuem a ligação do fármaco à polimerase (SANTOS *et al.*, 2012). A resistência à RIF é incomum, mas vem aumentando gradativamente. É rara a resistência isolada a esse fármaco, que vem associado principalmente à INH. A resistência à RIF é característica da TBMDR (SANTOS *et al.*, 2012).

RESISTÊNCIA À PIRAZINAMIDA

Mutações no gene *pncA*, que codifica a enzima *Pzase*, a qual converte a PZA em sua forma ativa, criam o mecanismo de resistência do Mtb ao fármaco. As mutações no gene incluem substituições de aminoácidos, inserções ou pequenas deleções de nucleotídeos e mutações no promotor do gene (SANTOS *et al.*, 2012).

RESISTÊNCIA AO ETAMBUTOL

O EMB se liga ao centro ativo da enzima arabinosil transferase, cuja função é a síntese de componentes exclusivos da parede celular de micobactérias, como o ácido micólico. A produção em excesso da enzima *EmbB*, codificada pelo gene *emb*, resulta em resistência ao fármaco (SANTOS *et al.*, 2012).

RESISTÊNCIA A MULTIDROGAS

O tratamento da TB resistente a multidrogas é um dos maiores desafios mundiais para o controle da TB, principalmente a resistente à RIF, isolada ou combinada a outros fármacos, pois é o medicamento mais eficaz contra o bacilo Mtb. Esquemas sem a RIF na sua composição, seja por resistência, seja por intolerância, requerem o uso de fármacos de segunda linha, o que resulta em tratamento com duração mais prolongada, com maior potencial de toxicidade e de pior prognóstico (BRASIL, 2018b). Assim como para os casos de TB com sensibilidade aos fármacos, o esquema terapêutico para TBMDR deve utilizar pelo menos quatro fármacos efetivos (nunca usados anteriormente ou com elevada probabilidade de que sejam sensíveis), de acordo com a classificação racional dos medicamentos, contendo pelo menos dois

fármacos essenciais (com capacidade bactericida e esterilizante), mais dois fármacos acompanhantes (ação protetora aos essenciais contra a resistência adquirida) (BRASIL, 2018b).

A TB resistente a medicamentos é responsável por uma crise de saúde pública internacional. A estimativa mais otimista é que, em todo o mundo, em 2017, 558 mil pessoas desenvolveram TB resistente à RIF (TBRR). Desses, 82% desenvolveram TBMDR. Três países foram responsáveis por quase metade dos casos mundiais de TBRR e TBMDR: Índia (24%), China (13%) e Rússia (10%) (WHO, 2018). Foram identificados 464.633 casos de TB em pessoas portadoras do HIV/AIDS em 2017 (51% dos estimados 920 mil novos casos), dos quais 84% realizavam terapia antirretroviral (TARV). A maioria das lacunas na detecção e tratamento da TB foi no continente africano, onde a carga de TB associada ao HIV é mais alta (WHO, 2018).

Em 2017, no Brasil, foram diagnosticados e acompanhados no Sistema de Informação de Tratamentos Especiais de Tuberculose (SITE-B) 246 casos novos de monorresistência, 80 de polirresistência, 713 de multidrogarresistência ou resistência à RIF e dois casos de resistência extensiva (BRASIL, 2018b).

Em pacientes com TBRR ou TBMDR, recomenda-se terapia com pelo menos cinco medicamentos antiTB durante a fase intensiva, incluindo PZA e quatro medicamentos de segunda linha (um do Grupo A, um do Grupo B e pelo menos dois do Grupo C). Se o número mínimo de medicamentos contra a TB não puder ser composto como indicado acima, um agente do Grupo D2 e outros agentes do Grupo D3 podem ser adicionados para alcançar o total de cinco (Tabela 2) (WHO, 2016).

CAMPANHAS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A Organização Mundial de Saúde publica anualmente um relatório sobre o controle global da TB com o objetivo de fornecer uma avaliação abrangente e atualizada da epidemia (WHO, 2018).

Em 26 de setembro de 2018, a Organização das Nações Unidas (ONU) realizou sua primeira reunião de alto nível sobre TB, em sua sede em Nova York. O título da reunião (Unidos para o Fim da TB: Uma Resposta Global Urgente a uma Epidemia Global) destacou a necessidade de ação imediata para acelerar o progresso em direção à meta de acabar com a epidemia de TB até 2030. Todos os Estados-Membros das Nações Unidas (ONU) comprometeram-se, em maio de 2014, a atingir esse objetivo, inicialmente através da aprovação unânime da Estratégia da OMS contra a TB na Assembleia Mundial da Saúde e depois da adoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU em setembro de 2015. As metas para 2035 definidas na Estratégia para o Fim da TB são uma redução de 90% no número absoluto de mortes por TB e uma redução de 80% na incidência de TB, em comparação com os níveis em 2015. (WHO, 2018).

Para apoiar os países na detecção e tratamento da TB, a OMS lançou, também em 2018, lançou a iniciativa *Find.Treat.All.*, em colaboração com a *Stop TB* e o Fundo Global de Luta contra a AIDS, Tuberculose e Malária. A iniciativa inclui como meta a detecção e o tratamento de 40 milhões de pessoas com TB no período de 2018-2022 (WHO, 2018).

As principais intervenções de saúde sugeridas pela OMS para prevenir novas infecções do Mtb e sua progressão para a doença da TB são o tratamento da infecção na fase latente e a vacinação de crianças com a vacina Bacilo Calmette-Guérin (BCG). O tratamento preventivo da ILTB está em expansão, mas a maioria daqueles para os quais ele é altamente recomendável ainda não tem acesso a ele. A OMS recomenda fortemente o tratamento da ILTB em dois grupos prioritários: pessoas vivendo com HIV e crianças menores de 5 anos que têm contatos domiciliares com pessoas quem tenham confirmado bacteriologicamente a TB pulmonar (WHO, 2018).

A OMS orienta que a vacinação com BCG deve ser fornecida como parte dos programas nacionais de

imunização infantil, de acordo com a epidemiologia de TB de um país. Em 2017, 158 países relataram a vacinação com BCG, dos quais 120 relataram cobertura de pelo menos 90% (WHO, 2018).

Na Assembleia Mundial da Saúde do ano de 2014, na sede da OMS em Genebra, o país foi o principal proponente de uma nova estratégia global de combate à doença, chamada de Estratégia Fim da TB (End TB Strategy). A estratégia é composta por três pilares: prevenção e cuidado integrado, centrado no paciente; políticas arrojadas e sistemas de apoio e intensificação da pesquisa e inovação. Nesse contexto, o Brasil tem um papel extremamente relevante. Em 2004, por iniciativa do Ministério da Saúde, foi criada a Parceria Brasileira Contra a TB, também conhecida como *Stop TB Brasil*. Diante da mobilização global contra a TB, foi proposta a consolidação de uma rede de parceiros no país para fortalecer a atuação do PNCT (BRASIL, 2018b). O Ministério da Saúde propôs em 2017 o Plano Nacional pelo fim da TB como problema de saúde pública, cujas metas são: reduzir o coeficiente de incidência para menos de 10 casos por 100 mil habitantes até 2035 e reduzir o coeficiente de mortalidade para menos de 1 óbito por 100 mil habitantes até 2035 (SÃO PAULO, 2017).

No âmbito do Estado de São Paulo, foi proposto o Plano Estadual pela Eliminação da TB: 2018 a 2021 (2017) em consonância com as proposições da OMS. As diretrizes desse plano são as seguintes:

1. Fortalecer a rede de diagnóstico laboratorial;
2. Intensificar a avaliação de contatos;
3. Estimular o desenvolvimento do cuidado centrado na pessoa com TB;
4. Intensificar as atividades colaborativas TB-HIV;
5. Intensificar as ações de prevenção;
6. Fomentar ações para garantir a realização das atividades de cuidado e prevenção da doença com recursos adequados (humanos, infraestrutura e financeiros);
7. Fortalecer a articulação intra e intersetorial para garantia dos direitos humanos e cidadania nas ações de controle da doença
8. Estabelecer parcerias em todos os níveis para realização de pesquisas operacionais.

A Secretaria do Estado de São Paulo recomenda que os municípios que notificaram mais de 20 casos de TB em 2016 incorporem as diretrizes estaduais de controle da TB em seus planos municipais de saúde do período 2018-2021 (SÃO PAULO, 2017).

CONCLUSÕES

A TB é uma doença milenar que já foi considerada uma sentença de morte. As principais formas de erradicação da doença são: erradicação da pobreza e da subnutrição, políticas públicas que tratam outras doenças crônicas que afetam diretamente o indivíduo tuberculoso, como AIDS, diabetes, alcoolismo e tabagismo, introdução de saneamento básico em locais considerados de risco, como o sistema carcerário e favelas. Em suma, desenvolvimento social e econômico de países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Na impossibilidade de se concretizar imediatamente essas metas, organizações ligadas à saúde em todo o mundo, entidades públicas e privadas e a comunidade científica vêm pesquisando novas possibilidades na prevenção e no tratamento da TB e suas formas (TBMDR, TBXDR e ILTB).

As características do Mtb também são fatores que impedem a erradicação da doença. A baixa

permeabilidade causada pelo ácido micólico em sua parede celular, sua estrutura bacilar e sua faixa de temperatura ótima de crescimento (35 e 37 °C) são exemplos de fatores que permitem a continuidade da proliferação do bacilo nos seres humanos. Por reunir as condições ideais para a sobrevivência do Mtb, o corpo humano pode ter praticamente todos seus órgãos infectados, sendo mais comum a infecção pulmonar.

Os fármacos de primeira linha são usados para tratamento de pacientes que não apresentam recorrência da doença ou bacilos resistentes, os fármacos de segunda linha são usados nos casos de resistência e em casos específicos, como comorbidades (HIV/AIDS, por exemplo) e reações adversas aos fármacos de primeira linha. O esquema básico de administração depende da idade, peso do paciente e fase da doença em que ele se encontra.

Quanto aos novos fármacos, com o estado de emergência decretado no mundo pelo surgimento de TBMDR e TBXDR, é urgentemente necessário o desenvolvimento de drogas antiTB de ação mais potente e rápida com novos modos de ação para superar a resistência cruzada com a atual medicação, além de perfis de baixa toxicidade que possam ser tolerados por um longo período de tratamento.

Os marcos da Estratégia para o Fim da TB para 2020 e 2025 só poderão ser alcançados se os serviços de diagnóstico, tratamento e prevenção da TB forem fornecidos a fim de que a cobertura universal de saúde progrida e se houver ação de vários setores da sociedade para diminuir fatores sociais e econômicos que conduzem a epidemias de TB.

A incidência de TB precisa cair em 7,75% por ano até 2025, e a proporção de pessoas com TB que morrem da doença precisa cair para 6,5% até 2025. Esses níveis só serão alcançados no contexto da cobertura universal de saúde, combinada com o desenvolvimento econômico que reduz os fatores de risco que levam à infecção e à forma ativa da TB.

O fortalecimento dos programas de TB requer a mobilização nos diferentes níveis: individual, comunitário e político. É primordial que, além da criação de novos fármacos, seja descoberta uma vacina mais eficaz que a BCG, que previna a infecção pelo Mtb ao longo de toda a vida.

Os países de todo o mundo, em especial os mais afetados pela TB, têm uma tarefa de grande dificuldade pela frente: envidar esforços significativos para alcançar os marcos de diminuição dos casos e óbitos por TB nos níveis definidos pela Estratégia para o Fim da TB.

Por fim, cabe salientar que o Brasil é o país do continente americano com maior número de casos registrados. Apesar de o país ter instituído acesso universal à saúde através do SUS e estar à frente nas iniciativas relacionadas à doença, o coeficiente de incidência se mantém estagnado nos mesmos níveis desde 2013. Para cumprir as metas da OMS, o país deverá praticamente triplicar sua taxa histórica de erradicação da TB. Não muito diferente, o Estado de São Paulo encontra-se entre os Estados com mais altos índices de TB do país.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP nº 2017/11570-3).

REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. L. F.; WALDMAN, E. A.; MORAES, M. A tuberculose através do século: ícones canônicos e signos do combate à enfermidade, *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 5, n. 2, p. 367-379, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2000.v5n2/367-379/>. Acesso em: 04 mai 19.

ARMINDO, T. **Uma Viagem Através da Idade Média**: o que a Europa deve à Idade Média, Porto Alegre: AGE, 2014. ISBN e-book: 978-85-65909-20-4.

BAÑULS, A-L. *et al.* *Mycobacterium tuberculosis*: ecology and evolution of a human bacterium, **Journal of Medical Microbiology**, v. 64, p. 1261-1269, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/jmm.0.000171>. Acesso em: 05 jun. 2019.

BARBERIS, I. *et al.* The history of tuberculosis: from the first historical records to the isolation of Koch's bacillus, **J. Prev. Med. Hyg.**, v. 58, n. 1, p. E9-E12, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC28515626/>. Acesso em: 5 jun. 2019. PMID: 28515626.

BARRY III, C. E. *et al.* The spectrum of latent tuberculosis: rethinking the biology and intervention strategies. **Nat. Rev. Microbiol.**, v. 7, n. 12, p. 845-855, 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19855401>. Acesso em: 5 jun. 2019.

BERTOLLI FILHO, C. **História social da tuberculose e do tuberculoso**: 1900-1950 [online]. Rio de Janeiro. Fiocruz, 2001. 248p. Antropologia & Saúde collection. ISBN 85-7541-006-7. Disponível em <https://static.scielo.org/scielobooks/4/pdf/bertolli-8575410067.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2018.

BÍBLIA SAGRADA. **Sociedade Bíblica do Brasil**, Rio de Janeiro: Casa Publicadora das Assembleias de Deus, Barueri, 2012. 1920 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (Funasa). **Manual de vigilância epidemiológica dos eventos adversos após vacinação** – Organizada pela Coordenação de Imunizações de Autossuficiência em Imunobiológicos – Brasília: Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde, 102p., 1998.

_____. Ministério da Saúde. Portal Arquivos. **Taxa de incidência de tuberculose de 1990 a 2017**. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/19/taxa-incidencia-tuberculose-1990-2017-JAN-2018.pdf>. Acesso em: 20 dez 2018.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Manual de Recomendações para o Controle da tuberculose no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

CASTIÑEIRAS, T. M. P. P.; PEDRO, L. G. F.; MARTINS, F. S. V. Vacina contra a tuberculose (BCG). **Centro de Vacinação de Adultos (CVA)**. Disponível em: <http://www.cva.ufrj.br/informacao/vacinas/tb-v.html>. Acesso em: 09 jan.2019.

CHIN, C. M.; FERREIRA, E. I. O processo de latenciação no planejamento de fármacos. **Quím. Nova**, v. 22, n. 1, São Paulo jan./fev. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v22n1/1141.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2019.

COELHO, F. S.; MARQUES, E. A. Etiologia, **Revista do Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 5, p. 24-26, 2006. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistahupe/article/view/9202>.

Acesso em: 25 nov. 2018.

DANIEL, T. M. The origins and precolonial epidemiology of tuberculosis in the Americas: can we figure them out?, **Int. J. Tuberc. Lung. Dis**, v. 4, n. 5, p. 395-400, 2000. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10815731>. Acesso em: 24 nov 2018.

_____. The history of tuberculosis, **Respiratory Medicine**, v. 100, n. 11, p. 1862-1870, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2006.08.006>. Acesso em: 24 nov. 2018.

ESPINOZA, J. N. N. **Ideias e práticas médicas**: luta contra a tuberculose nas cidades de Lima e Rio de Janeiro, 1882-1919. 2008. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e da Saúde). Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008.

FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ (FIOCRUZ). Farmanguinhos. Instituto de Tecnologia em Fármacos. **Bulas profissional saúde**. Disponível em: <http://www.far.fiocruz.br/assistencia-farmaceutica/bulas-profissional-saude/>. Acesso em: 12 dez 2018.

FRITH, JOHN, History of Tuberculosis. Part 1 - Phthisis, consumption and the White Plague, **Journal of Military and Veterans' Health**, v. 22, n. 2, p. 29-35, 2014. Disponível em: <https://jmvh.org/article/history-of-tuberculosis-part-1-phthisis-consumption-and-the-white-plague/>. Acesso em: 6 jun. 2019.

GOMES, T. *et al.* Epidemiology of extrapulmonary tuberculosis in Brazil: a hierarchical model, **BMC Infectious Diseases**, v. 14, n. 9, p. 1-9, 2014. Disponível em: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1471-2334-14-9>. Acesso em 05 mai 19.

GÓMEZ I PRAT, J.; SOUZA, S. M. F. M. Prehistoric tuberculosis in America: adding comments to a literature review, **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 98, supl. 1, p. 151-159, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762003000900023>. Acesso em: 03 mai 19.

LIU, Q. *et al.* China's tuberculosis epidemic stems from historical expansion of four strains of *Mycobacterium tuberculosis*, **Nature Ecology and Evolution**, v. 2, p. 1982-1992, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0680-6>. Acesso em: 26 nov. 2018.

LUCA, S.; MIHAESCU, T. History of BCG vaccine, **MAEDICA – a Journal of Clinical Medicine**, v. 8, n. 1, p. 53-58, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3749764/>. Acesso em: 25 nov. 2018.

MACIEL, M. S. *et al.* A história da tuberculose no Brasil: os muitos tons (de cinza) da miséria, **Rev. Bras. Clin. Med.**, v. 10, n. 3, p. 226-30, 2012. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/1679-1010/2012/v10n3/a2886.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2018.

MARSICO, G. A. Tratamento cirúrgico da tuberculose pulmonar, **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 5, n. 2, 2006. Disponível em: http://revista.hupe.uerj.br/detalhe_artigo.asp?id=241. Acesso em: 25 nov. 2018.

MARTINI, M. *et al.* The history of tuberculosis: the social role of sanatoria for the treatment of tuberculosis in Italy between the end of the 19th century and the middle of the 20th, **J. Prev. Med. Hyg.**, v. 59, n. 4, p. E323–E327, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2018.59.4.1103>. Acesso em 27 abr 2019.

OETTINGER, T. *et al.* Development of the Mycobacterium bovis BCG vaccine: review of the historical and biochemical evidence for a genealogical tree, **Tubercle and Lung Disease**, v. 79, n. 4, p. 243-250, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1054/tuld.1999.0206>. Acesso em: 27 nov. 2018.

OSTRY, A. S.; FRANK, J. Was Thomas McKeown right for the wrong reasons?, **Critical Public Health**, v. 20, n. 2, p. 233-243, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09581590903147435>. Acesso em: 01 dez. 2018.

PAI, M. *et al.* Tuberculosis, **Nature Reviews Disease Primers**, v. 2, 2016. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.76>. Acesso em: 23 nov. 2018.

RABAHI, M. F. *et al.* Tratamento da tuberculose, **J. Bras. Pneumol.**, v. 43, n. 6, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-37562016000000388>. Acesso em: 6 jun. 2019.

RODRIGUES JÚNIOR, J. M. *et al.* É possível uma vacina gênica auxiliar no controle da tuberculose? **J. Bras. Pneumol.**, v. 30, n. 4, p. 468-477, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132004000400013>. Acesso em: 6 jun. 2019.

ROSEMBERG, J., Tuberculose - Aspectos históricos, realidades, seu romantismo e transculturação, **Boletim de Pneumologia Sanitária**, v. 7, n. 2, 1999. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-460X1999000200002. Acesso em: 23 nov. 2018.

SANTOS, D. P. *et al.* Resistência aos fármacos de primeira escolha utilizados no tratamento da tuberculose pulmonar por *Mycobacterium tuberculosis*. **Revista de Saúde**, v. 3, n.13, 2016. Disponível em: <http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/RS/article/download/76/50>. Acesso em: 6 jun. 2019.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Centro de Vigilância Epidemiológica. **Sobre tuberculose**. Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/recursos/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/tuberculose/doc/tuberculose.html>. Acesso em: 01 dez 2018.

_____. Secretaria de Estado da Saúde. Coordenadoria de Controle de Doenças. Centro de Vigilância Epidemiológica “Prof. Alexandre Vranjac”. **Plano Estadual pela Eliminação da Tuberculose: 2018 a 2021**. Disponível em: http://www.saude.sp.gov.br/recursos/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/tuberculose/doc/tb17_plano_eliminao.pdf. Acesso em: 18 dez 2018.

SHARMA S. K.; MOHAN, A. Extrapulmonary tuberculosis, **Indian J Med Res.**, v. 120, n. 4, p. 316-53, 2004. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15520485>. Acesso em: 6 jun. 2019.

SHI, W. *et al.* Pyrazinamide inhibits trans-translation in *Mycobacterium tuberculosis*. **Science**, v. 333,

n. 6049, p. 1630-1632, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21835980>. Acesso em: 6 jun. 2019.

SILVA JR., J. B. Tuberculose – Guia de Vigilância Epidemiológica. **J. Bras. Pneumol.**, v. 30, supl.1, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132004000700003>. Acesso em: 6 jun. 2019.

SMITH, T.; WOLFF, K. A.; NGUYEN, L. Molecular biology of drug resistance in *Mycobacterium tuberculosis*. **Curr. Top. Microbiol. Immunol.**, v. 374, p. 53-80, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23179675>. Acesso em: 6 jun. 2019.

TBFACTS.ORG. **TBFacts.org**: information about tuberculosis, 2019. Página inicial. Disponível em: <https://www.tbfacts.org/>. Acesso em: 06 jun. 2019.

TEIXEIRA, H. C.; ABRAMO, C.; MUNK, M. E. Diagnóstico imunológico da tuberculose: problemas e estratégias para o sucesso, **J. Bras. Pneumol.**, v. 33 n. 3, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132007000300015>. Acesso em: 14 dez. 2018.

TELAROLLI JUNIOR, R.; LOFFREDO, L. C. M.; GASPARETTO, R. M. Clinical and epidemiological profile of tuberculosis in an urban area with high human development index in southeastern Brazil. Time series study, **São Paulo Med. J.**, v. 135, n. 5, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2016.0260210317>. Acesso em: 17 dez. 2018.

TS’UN-YAN, L. The Taoists’ Knowledge of Tuberculosis in the Twelfth Century. **T’oung Pao, Second Series**, v. 57, n. 5 p. 285-301, 1971. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/4527889>. Acesso em: 01 mai 19.

TYAGI, A. K.; DHAR, N. Recent Advances in Tuberculosis Research in India. In: SCHEPER, T.; GHOSH, T. K.; GHOSH, P., (Orgs.). **Biotechnology in India I**. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology. Berlin: Springer, 2003. p. 211-273. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/3-540-36488-9>. Acesso em: 30 abr 2019.

TULI, S. M. General Principles of Osteoarticular Tuberculosis. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 398, p. 11-19. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11964626>. Acesso em: 6 jun. 2019.

VENTOLA, C. L. The Antibiotic Resistance Crisis. Part 1: Causes and Threats. **Pharmacy and Therapeutics**, v. 40, n. 4, p. 277-283, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25859123>. Acesso em: 6 jun. 2019.

VIEIRA, I. C. O pioneirismo da Madeira no tratamento da tuberculose em meados do século XIX, **Ler História**, v. 61 p. 85-103, 2011. Disponível em: <https://journals.openedition.org/lerhistoria/1603>. Acesso em: 4 mai. 2019.

WILKINSON, R. J. *et al.* Tuberculous meningitis. **Nat. Rev. Neurol.**, v. 13, n. 10, p. 581-598, 2017.

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28884751>. Acesso em: 6 jun. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global Tuberculosis Report 2018**, França, 2018. Relatório. Disponível em: https://www.who.int/tb/publications/global_report/en/. Acesso em: 20 nov. 2018.

_____. **WHO treatment guidelines for drugresistant tuberculosis**, 2016 update. October 2016 revision. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250125/9789241549639-eng.pdf;jsessionid=FC8D03A39743D8BA63EFDAF2A9EFE213?sequence=1>. Acesso em: 26 nov. 2018.

ZISKIND, B.; HALIOUA, B. La tuberculose en ancienne Égypte, **Revue des Maladies Respiratoires**, v. 24, n. 10, p. 1277-1283, 2007. Disponível em: <https://www.em-consulte.com/rmr/article/158604/>. Acesso em: 30 abr 19.

ZUMLA, A. *et al.* Tuberculosis treatment and management – an update on treatment regimens, trials, new drugs, and adjunct therapies, **Lancet Respir. Med.**, v. 3, p. 220-234, 2015. <https://doi.org/10.1016/>



<http://revistarebram.com/index.php/revistauniara>

REABSORÇÃO RADICULAR RELACIONADA ÀS TÉCNICAS E APARELHOS ORTODÔNTICOS

Bruna Rozzetti Silva*; Carlos Sanches Vargas Jr**; Karina Eiras Dela Coleta Pizzol***.

*Cirurgiã Dentista. Especialista em Ortodontia pela Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas – APCD Regional de São Carlos, S.P., Brasil.
**Cirurgião Dentista. Especialista em Ortodontia. Mestre em Ciências Odontológicas, área de Concentração Ortodontia, Universidade de Araraquara-UNIARA.

***Cirurgiã Dentista. Mestre em Ortodontia. Especialista em Ortodontia. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, área de concentração em Ortodontia.

***Autor para correspondência e-mail: nkpizzol@ig.com.br

PALAVRAS-CHAVE

Reabsorção da raiz
Aparelhos Ortodônticos
Técnicas de Movimento Dental

KEYWORDS

Root Resorption
Orthodontic Appliances
Tooth Movement Techniques

RESUMO

O presente trabalho realizou uma revisão da literatura utilizando as bases de dados PubMed, MEDLINE, SciELO, LILACs e Google Acadêmico com objetivo de avaliar as reabsorções radiculares relacionadas às técnicas e aos aparelhos ortodônticos, a fim de orientar o cirurgião dentista quanto às complicações inerentes do tratamento ortodôntico. Com relação aos aparelhos, não houve diferença entre os aparelhos ortodônticos convencionais, auto ligados e termoplásticos. A técnica Bioeficiente foi a que apresentou a menor reabsorção radicular em comparação as técnicas Edwise e Straight-Wire. Os incisivos superiores e inferiores são os mais acometidos pelas reabsorções devido a sua anatomia.

ABSTRACT

ROOT RESORPTIONS RELATED TO ORTHODONTIC TECHNIQUES AND APPLIANCES

The present work carried out a literature review using the databases PubMed, MEDLINE, SciELO, LILACs and Google Academic, with the objective of evaluating the root resorptions related to orthodontic techniques and devices, in order to guide the dental surgeon about the inherent complications of orthodontic treatment. Regarding the devices, there was no difference between conventional orthopedic appliances, self-ligating and thermoplastics. The Bioefficient technique was the one that presented the lowest root resorption in comparison to the Edwise and Straight-Wire techniques. The upper and lower incisors are the most affected by resorptions due to their anatomy.

Recebido em: 05/01/2019

Aprovação final em: 12/03/2019

DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i2.612

INTRODUÇÃO

A reabsorção radicular consiste na perda de estrutura dentária na região radicular, constituindo uma lesão interna ou externa que promove o encurtamento da raiz dentária e apresenta uma origem multifatorial envolvendo variáveis fisiológicas, anatômicas e genéticas (TOPKARA; KARAMAN; KAU, 2012). Pode ser considerada fisiológica, quando ocorre a esfoliação de dentes decíduos, quanto patológica, sendo resultado de injúria traumática ou irritação do ligamento periodontal e ou do tecido pulpar de dentes permanentes (CONSOLARO, 2005). O tratamento ortodôntico pode ter como consequência indesejável as reabsorções radiculares em menor ou maior grau. Ocorre quando a força ortodôntica é superior à capacidade reparativa do cemento e a dentina é exposta, permitindo a atuação de odontoclastos na degradação dos tecidos radiculares (JUNG; CHO, 2011). Muitos autores relatam que os dentes mais susceptíveis às reabsorções radiculares são os incisivos superiores (MAKEDONAS; LUND; HANSEN, 2013) devido às raízes unirradiculares exercerem maior pressão sobre a porção apical (SELOW et al., 2002). Os estudos mostram que as raízes em forma triangular (FURQUIM, 2002) e raízes pontiagudas (NANEKRUNGSAN et al., 2012) são mais presentes nos casos de reabsorções radiculares. Com relação aos aparelhos ortodônticos, os aparelhos convencionais apresentam o mesmo grau de reabsorção radicular dos aparelhos termoplásticos e dos aparelhos auto ligados, não havendo diferença entre eles (BARBAGALLO et al., 2008; KRIEGER et al., 2013; JACOBS et al., 2014). Pesquisas mostram que existem diferenças entre as técnicas Edwise e Straight-wire (MAVRAGANI et al., 2000). Em contrapartida, alguns autores afirmam que estas diferenças não são observadas em relação às reabsorções radiculares (JASON et al., 2000). Os casos de reabsorções radiculares parecem estar mais associados às intrusões dentárias (COSTOPOULOS; NANDA, 1996; CHIQUETO et al., 2008). O diagnóstico e prevenção durante o tratamento ortodôntico é essencial. É importante que o ortodontista esteja atento e avalie quais pacientes possam vir a apresentar reabsorções radiculares, já que se estima que 6 a 10% dos pacientes já possuam reabsorções radiculares previamente ao tratamento ortodôntico (CONSOLARO, 2007). As radiografias periapicais são as de escolha para a prevenção das reabsorções. No entanto, existe uma limitação no diagnóstico já que as reabsorções nas paredes vestibulares e palatinas não possam ser observadas por este método (CONSOLARO; FREITAS, 2007; CASTRO et al., 2011). Com o advento das tecnologias e da popularização das tomografias computadorizadas, o diagnóstico pode ser mais bem realizado e em alguns casos a conduta e o planejamento podem ser alterados e melhor conduzidos.

Assim, este artigo teve como objetivo realizar uma revisão da literatura com objetivo de avaliar as reabsorções radiculares relacionadas ao tratamento ortodôntico a fim de orientar o cirurgião dentista quanto às complicações inerentes do tratamento ortodôntico.

MATERIAL E MÉTODOS

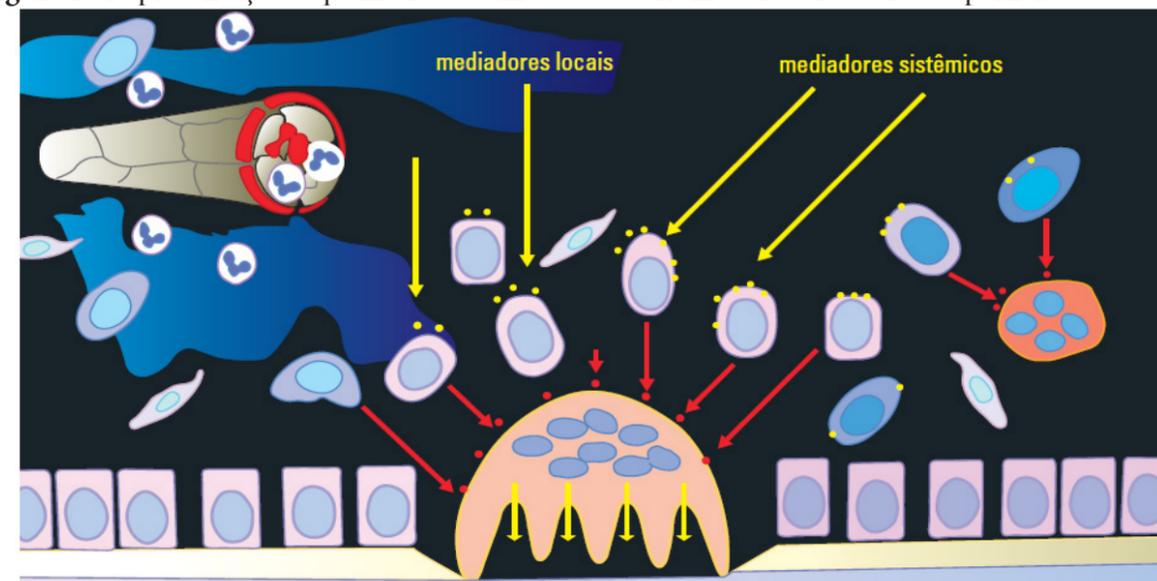
Para a obtenção dos artigos científicos e textos descritos nesta revisão da literatura, foram utilizadas as bases de dados PubMed, MEDLINE, SciELO, LILACs e Google Acadêmico, além de livros de Ortodontia que abordassem o tema. Foram empregadas as palavras-chaves consultadas nos Descritores em Ciências da Saúde (DECS): Reabsorção da raiz, Aparelhos Ortodônticos, Técnicas de Movimento Dental e os termos equivalentes em inglês, Root Resorption, Orthodontic Appliances, Tooth Movement Techniques sendo selecionados artigos publicados nos últimos 17 anos (2000-2017), além de artigos clássicos da literatura e dissertações/teses. Foram excluídos da seleção artigos de relatos de casos clínicos. Ao todo, foram selecionados 31 artigos, livros e teses que atendiam aos critérios descritos, sendo 08 nacionais e 23 internacionais.

REVISÃO DA LITERATURA

MECANISMO DE AÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS REABSORÇÕES RADICULARES

A reabsorção radicular tem sido associada à lesão ou destruição parcial da camada de revestimento pré-cemento. Com a lesão desta camada de revestimento por um agente físico ou local, os osteoclastos obtêm acesso aos tecidos mineralizados do dente e iniciam o processo de reabsorção radicular (BREZNIAK; WASSERTEIN, 1993). Segundo CONSOLARO (2005), as reabsorções radiculares representam o processo de destruição do tecido dental a partir de células ósseas sobre sua superfície quando sua estrutura de proteção é removida (Figura 1).

Figura 1 - Representação esquemática da unidade osteorremodeladora sobre a superfície óssea desnuda.



Fonte: CONSOLARO, 2005.

Segundo NE et al., 1999; as reabsorções radiculares podem ser divididas de acordo com seu local de origem (interna ou externa), sua natureza (inflamatória ou substituição) e seu padrão de evolução clínica (transitória ou progressiva). As reabsorções radiculares externas e internas podem iniciar-se nas paredes internas do canal ou a partir da superfície externa da raiz (NEVILLE et al., 2004) e podendo ainda ocorrer a sobreposição de ambas, sendo chamadas de reabsorção radicular interna-externa (NE et al., 1999). A reabsorção radicular inflamatória é aquela mantida pela inflamação subsequente ao trauma ou agente lesivo, progredindo enquanto o estímulo inflamatório persistir. Já a reabsorção radicular por substituição ocorre a partir da eliminação dos restos epiteliais de Malassez presentes no ligamento periodontal e quando ocorre um traumatismo dentário, estes restos epiteliais são eliminados, permitindo que ocorra a anquilose, em que o tecido dentário é reabsorvido e substituído por osso (CONSOLARO, 2011). Na reabsorção radicular transitória o agente lesivo não mantém uma resposta inflamatória e a superfície radicular é revestida por nova camada de cementoblastos, sendo reparado. Já a reabsorção radicular progressiva refere-se aos tipos que são mantidos pela inflamação e podem levar a perda dentária (CONSOLARO, 2005; NEVILLE et al., 2004). Os autores LEVANDER e MALMGREN (1988) estabeleceram uma classificação que envolve quatro níveis de reabsorção durante o tratamento ortodôntico: 1) Reabsorção mínima (contorno apical irregular), 2) Reabsorção moderada (< 2 mm), 3) Reabsorção severa (2 mm < 1/3 da raiz), 4) Reabsorção extrema (> 1/3 da raiz), representado nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 - Classificação dos níveis de reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico 1) Reabsorção mínima, 2) Reabsorção moderada.

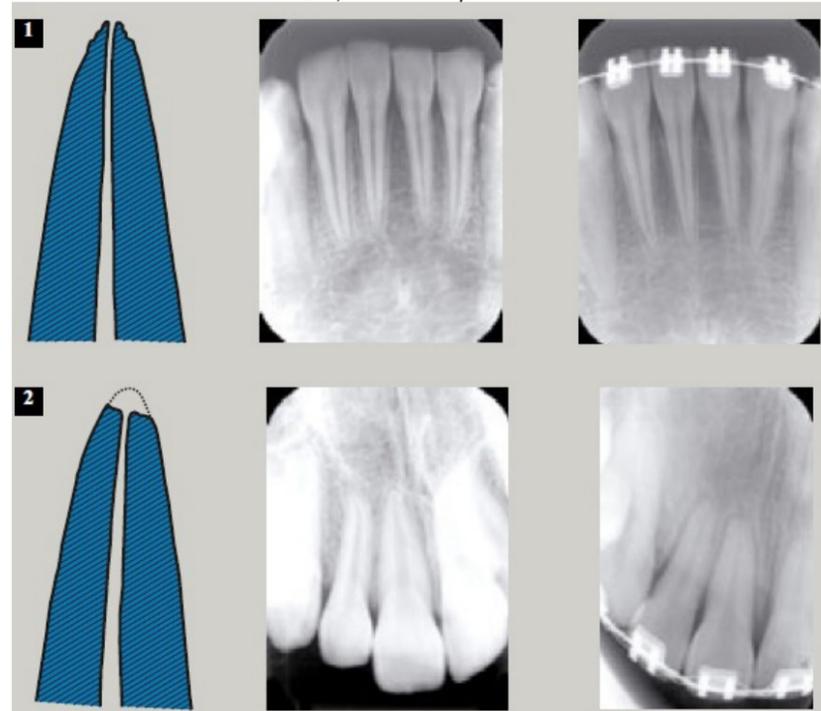
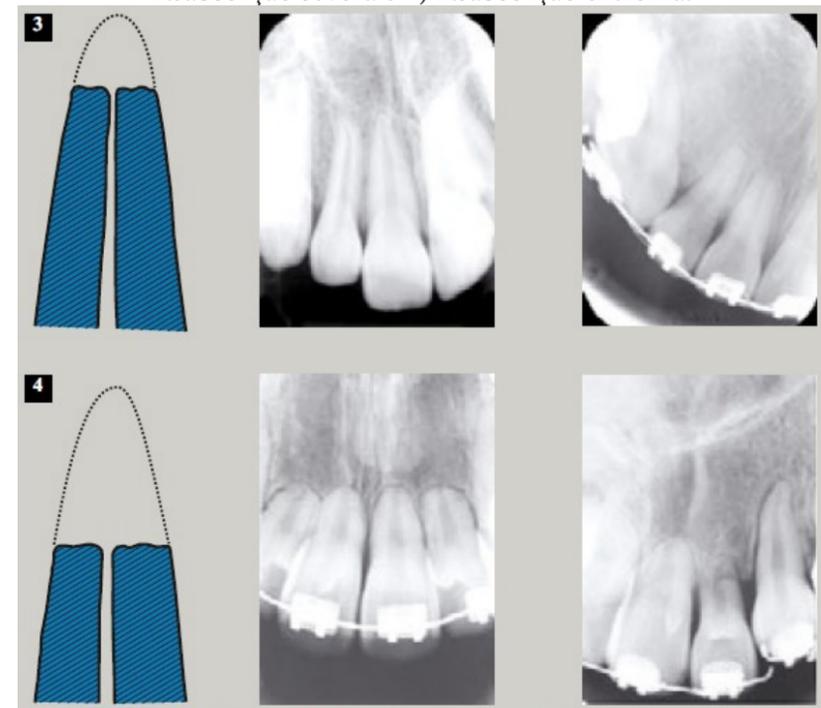


Figura 3 - Classificação dos níveis de reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico 3) Reabsorção severa e 4) Reabsorção extrema.

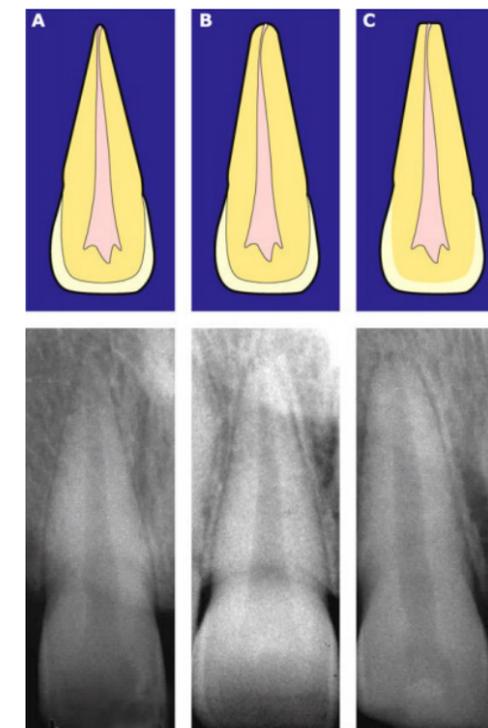


Fonte: CONSOLADO, 2005.

ETIOLOGIA DAS REABSORÇÕES RADICULARES

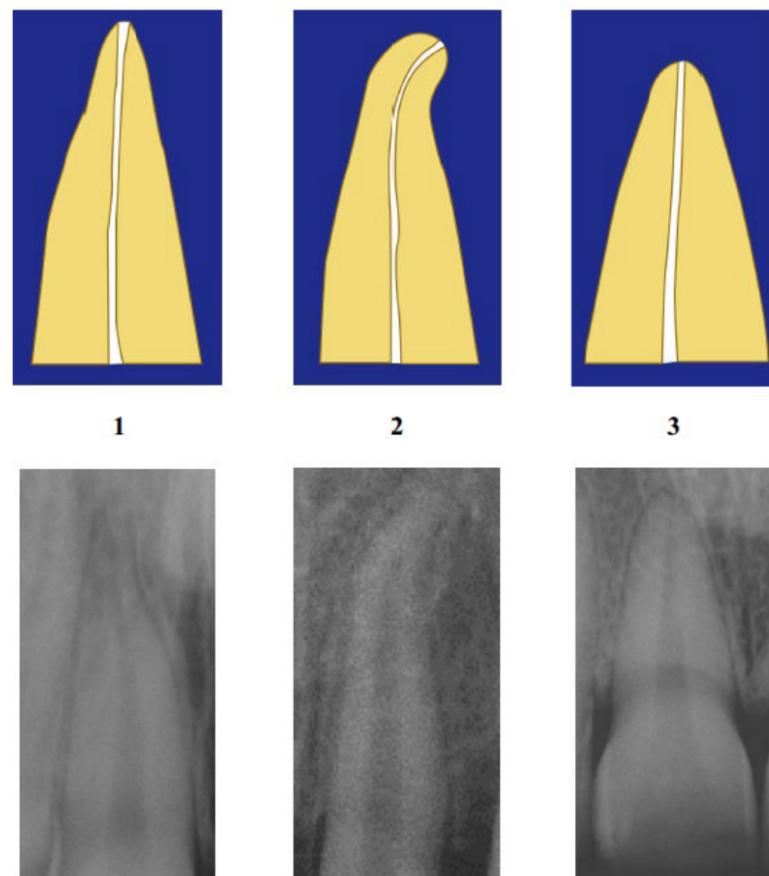
CONSOLARO (2011) afirma que devemos evitar afirmar que as reabsorções radiculares são multifatoriais, mas que tem causas múltiplas ou muitas causas, já que várias causas independem umas das outras. A reabsorção dentária inflamatória acontece a partir da remoção da camada de cementoblastos da superfície da raiz radicular, que ocorrem quando há: lesões periapicais crônicas: liberação de produtos bacterianos tóxicos; forças ortodônticas que fechem a luz dos vasos sanguíneos faltando nutrição; dentes não irrompidos, como caninos superiores ou 3º molares que devido a forças eruptivas rompem vasos sanguíneos de dentes vizinhos; traumatismos dentários; e trauma oclusal por longo período levando a morte dos cementoblastos. FURQUIM (2002) avaliou o perfil endocrinológico de pacientes ortodônticos com e sem reabsorções dentárias e correlacionou com a morfologia radicular e a crista óssea alveolar. Os resultados mostraram que as reabsorções dentárias durante o tratamento ortodôntico não são resultantes de fatores sistêmicos, inclusive de endocrinopatias. O autor conclui que as reabsorções dentárias são fortemente influenciadas pela morfologia da raiz dentária e da crista óssea alveolar, sendo que as raízes com morfologia triangulares e crista alveolar retangular foram as mais frequentes nos casos de reabsorções dentárias. Para CONSOLARO (2005), as raízes em forma de pipeta, triangulares e dilaceradas apresentam maior concentração de forças neste local, implicando em maior susceptibilidade as reabsorções dentarias, ocasionando o arredondamento radicular (Figura 4 e 5). Em raízes curtas, há um aumento das forças aplicadas no ápice já que ocorre um movimento de alavanca formada pela coroa dentária devido a maior proporção entre coroa e raiz dentária. Desta forma, a morfologia da raiz dentária é uma forma de prever a susceptibilidade das reabsorções radiculares.

Figura 4 - Formas geométricas anatômicas das raízes dos incisivos (a partir de CONSOLARO 2005): A) Triangular, B) Romboidal, C) Retangular.



Fonte: CONSOLADO, 2005.

Figura 5 - Variáveis morfológicas do terço apical dentário (a partir de CONSOLARO 2005): 1) Em forma de pipeta, 2) Com dilaceração apical, 3) Raiz Curta.



Fonte: CONSOLADO, 2005.

A anatomia dos dentes anteriores faz com que estes sejam mais susceptíveis as reabsorções radiculares por possuírem raízes unirradiculares e cônicas. Durante a movimentação ortodôntica transmitem diretamente ao ápice a força aplicada sobre a coroa dentaria além de serem os dentes mais movimentados durante o tratamento ortodôntico, principalmente em casos de extrações (SELOW et al., 2002). MORSE (1971) afirmou que nos casos de Classe II divisão 1, em que os incisivos apresentam-se protruídos, lábios hipotônicos e interposição de língua, há uma maior probabilidade de apresentar reabsorção nos incisivos superiores. BILINSK; FANGUEIRO et al, 2006; afirmaram que existe uma menor incidência de reabsorções em indivíduos Classe I comparados aos indivíduos Classe II.

APARELHOS ORTODÔNTICOS

Atualmente, o tratamento ortodôntico requer uma duração média de 2-3 anos, o longo tratamento apresenta maiores riscos de numerosos efeitos colaterais para os pacientes, dentre os quais a reabsorção radicular externa, ao qual, tem sido freqüentemente relatada (YI et al., 2016). A reabsorção radicular é uma perda permanente da estrutura dentária a partir do ápice da raiz (WELTMAN et al., 2010). Os resultados clínicos em pacientes ortodônticos são altamente variáveis e dependem da predisposição genética, da variabilidade biológica individual e dos fatores mecânicos (CONSOLARO; BIANCO, 2017).

Vários autores demonstraram que a reabsorção radicular ocorre mesmo sem tratamento ortodôntico (CONSOLARO; BIANCO, 2017; WELTMAN et al., 2010; GAY et al, 2017), mas os pacientes que foram submetidos a tratamento ortodôntico são mais propensos a apresentar acometimento severo das raízes apicais. Existem vários estudos que comprovam que as reabsorções radiculares ocorrem durante o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos convencionais. A partir do fato de que as forças mecânicas são um fator importante na ocorrência de reabsorções, estudos mostram que o tipo de aparelho e a técnica usada pode ter relação com o grau de reabsorção radicular. Além disso, outros fatores estão relacionados com o início e o progressão desta lesão, tais como: a duração do tratamento, o grau de força aplicada, reabsorções idiopáticas antes do tratamento e o tipo de movimentação (torque, intrusão ou movimento de corpo), segundo JUNG; CHO (2011). Sendo assim, a magnitude da força ortodôntica é considerada um fator mais importante na etiologia da reabsorção radicular externa e acredita-se que forças muito fortes irão causar danos maiores aos tecidos afetados, levando à reabsorção radicular (AGARWAL et al., 2016). Alguns estudos consideram a duração da força como um fator mais crítico do que a magnitude da força, especialmente em relação aos longos períodos de tratamento (MARTINS et al., 2012). Segundo BREZNIK; WASSERSTEIN (1993) em um estudo concluíram que os aparelhos fixos causam mais reabsorção radicular do que o aparelho removível devido a maior quantidade de stress na raiz dentaria. Na busca por aparelhos ortodônticos com maior eficiência e menores efeitos adversos fez com que novos tipos de bráquetes surgissem no mercado. Os aparelhos auto ligados são descritos a partir de 1930 e consistem em bráquetes com um mecanismo de abertura e fechamento de uma aleta que dispensa o uso de elásticos. A sua maior vantagem é a diminuição no tempo de tratamento a partir da redução do atrito entre fios e bráquete. Existem poucos estudos na literatura que comparam as reabsorções radiculares com os diferentes tipos de bráquetes. Novos tratamentos como o uso de aparelhos termoplásticos conhecidos como alinhadores estão sendo muito divulgados no mercado odontológico. BARBAGALLO et al. (2008), compararam o tratamento ortodôntico realizado usando aparelhos termoplásticos sequenciais removíveis com forças ortodônticas convencionais leves e pesadas. Com uso de microtomografia, as reabsorções radiculares foram avaliadas e os autores concluíram que estes aparelhos termoplásticos causam reabsorção radicular semelhante aos aparelhos ortodônticos fixos convencionais.

MEDIDAS PREVENTIVAS

As reabsorções dentárias têm uma prevalência de 6 a 10% em pacientes que nunca fizeram tratamento ortodôntico, sendo assim, o ortodontista deve ter muita cautela no diagnóstico e planejamento ortodôntico. Apesar disso, o ortodontista não parece disposto a uma conduta que permita a identificação dos indivíduos predispostos antes do tratamento ou em tempo hábil e a adaptação das condutas clínicas uma vez que identificado o problema em pacientes que tenham sido acometidos pela reabsorção (CONSOLARO, 2007). O planejamento ortodôntico, deve-se incluir uma minuciosa análise de radiografias periapicais. Ao iniciar o tratamento de um paciente que já fez ou está fazendo uso de aparelhos ortodônticos é essencial que o cirurgião dentista peça novos exames radiográficos antes de iniciar o tratamento a fim de avaliar se existe reabsorção radicular. É preciso uma anamnese detalhada do paciente para identificar possíveis riscos ou pré-disposição a reabsorções. Conscientizar o paciente sobre os riscos antes do tratamento, e se a reabsorção radicular ocorrer o paciente deve ser informado sobre a situação (TOPKARA; KARAMAN; KAU, 2012). Radiografias após 6-12 meses podem ajudar a detectar precocemente reabsorções radiculares e, se detectada, deve-se fazer uma pausa de dois a três meses no tratamento com arco passivo para ajudar a prevenir a progressão das reabsorções. Recomenda-se o uso de forças leves e o maior intervalo de tempo entre as ativações. Ademais, o plano de tratamento deve ser revisado. Após a remoção

do aparelho, um arco de contenção fixa passivo deve ser colado cuidadosamente. Os pacientes devem ser instruídos quanto a sua higiene oral, já que as periodontites podem progredir mais rapidamente em dentes com reabsorção radicular (TOPKARA; KARAMAN; KAU, 2012). As radiografias panorâmicas não são indicadas para o diagnóstico de reabsorções dentárias e quando detectadas nestas radiografias, tratam-se de casos avançados de reabsorção com grande perda de estrutura já que reabsorções pequenas e médias não são detectáveis nestas radiografias. A existência de reabsorções prévias ao tratamento ortodôntico pode aumentar com as reações teciduais induzidas pelo movimento dentário com uso de aparelhos ortodônticos (CONSOLARO, 2007). A Tomografia computadorizada representa um avanço tecnológico na obtenção de imagens dentárias e maxilofaciais. Estas imagens podem identificar lesões camufladas pela limitação bidimensional de exames convencionais como as radiografias periapicais e panorâmicas e, são capazes de redirecionar o plano de tratamento ortodôntico. A tomografia deve ser usada como ferramenta complementar quando houver dúvidas após os exames clínico e radiográfico. CONSOLARO; FREITAS (2007) afirmaram que as imagens radiográficas das reabsorções radiculares demoram de 3 a 6 meses para serem detectáveis, sendo que o melhor período de avaliação dos efeitos do tratamento ortodôntico seria entre o 6º e 9º mês de tratamento. Se as reabsorções forem severas e extensas, este período pode ser longo. Desta forma os autores sugerem que a tomografia computadorizada deve ser indicada em períodos mais curtos, como por exemplo, após o 3º. mês de tratamento quando os pacientes apresentarem raízes predominantemente triangulares, cristas ósseas predominantemente retangulares, raízes curtas com menos de 1,6x a altura da coroa, houver traumatismo prévio em uma determinada região e nos casos de retratamento ortodôntico. A prática clínica é repleta de responsabilidades civis, éticas e técnicas. Independentemente destas responsabilidades, não podemos atribuir as causas das reabsorções dentárias ao organismo, atribuindo-lhes susceptibilidades e fatores herdados para explicar os casos em que ocorreram devido à incidência de forças aplicadas. As reabsorções dentárias na prática clínica são aceitáveis como consequência do tratamento ortodôntico, desde que sejam controladas e previsíveis (CONSOLARO; BIANCO, 2017).

DISCUSSÃO

A reabsorção radicular ocorre a partir da eliminação por trauma, forças ortodônticas ou lesões, da camada de cementoblastos que recobrem a raiz radicular. Apesar de ser uma consequência associada ao tratamento ortodôntico e estudada por diversos autores, não compromete a longevidade dos elementos dentários envolvidos (BREZNIAK; WASSERSTEIN 1993). As reabsorções podem ser classificadas de acordo com seu local de origem, sua natureza e seu padrão de evolução clínica (NE et al, 1999). Associada ao tratamento ortodôntico pode ainda ser classificada pela quantidade em milímetros da diminuição das raízes dentais (LEVANDER; MALMGREN, 1988). Alguns autores mostram que não há relação entre o tipo de má oclusão e a susceptibilidade de reabsorção dentária (NANEKRUNGSAN et al., 2012). Em contrapartida, outros autores afirmam que os casos de Classe II divisão 1 há uma maior probabilidade de ocorrer reabsorções radiculares (MORSE, 1971), e em casos de Classe I, existe uma menor incidência de reabsorções em comparação aos indivíduos Classe II (LINGE; LINGE, 1983). A reabsorção radicular está mais associada à morfologia radicular e a crista óssea alveolar do que com fatores sistêmicos. Segundo CONSOLARO (2005), a anatomia deste grupo de dentes e a maior movimentação ortodôntica, principalmente em casos de extração dentária, explicam porque estes dentes são os mais acometidos pelas reabsorções radiculares. Em relação aos tratamentos com a necessidade de extrações de pré molares, alguns estudos mostram que este é um fator significativo em relação às reabsorções radiculares (JUNG; CHO 2011; NANEKRUNGSAN et al., 2012). A intrusão é um fator significativo para a reabsorção

radicular, tanto com uso de um aparelho de intrusão de Burstone (COSTOPOULOS; NANDA, 1996) quanto no uso de curvas reversa e curva acentuada de Spee (CHIQUETO et al., 2008). As reabsorções radiculares podem ser detectadas precocemente durante o tratamento ortodôntico após 6 meses de tratamento. Se detectadas deve-se fazer uma pausa de dois a três meses no tratamento e continuar com uso de forças leves e um maior intervalo de tempo entre as ativações (TOPKARA; KARAMAN; KAU, 2012). O método de escolha para o diagnóstico das reabsorções radiculares são as radiografias periapicais já que possuem o melhor custo-benefício. As radiografias de norma lateral e panorâmicas apresentam confiabilidade inferior para este diagnóstico. As tomografias computadorizadas apresentam resultados mais fidedignos, mas atualmente possuem um custo elevado e alta radiação, sendo indicadas mais para casos de retratamento ortodôntico em adultos. Nas pesquisas clínicas, o método de avaliação mais utilizado das reabsorções radiculares é o exame visual e avaliação qualitativa descrita por LINGE e LINGE (1983). Este método é razoavelmente preciso, já que existem algumas variáveis susceptíveis ao observador como, a localização da junção e a variação na radiografia na angulação, projetando a junção amelocementária em alturas diferentes. Relacionar as diferentes técnicas ortodônticas e aparelhos ortodônticos às reabsorções radiculares é uma tarefa difícil já que, nos trabalhos avaliados, existe uma falta de padronização além da ausência de alguns dados como o tipo de má oclusão inicial, padrão de diagnóstico e planejamento, calibração dos avaliadores e grau de experiência dos ortodontistas. Seria interessante que houvesse uma padronização, principalmente com relação aos tipos de radiografias avaliadas para que as comparações e conclusões possam ser mais fidedignas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reabsorção radicular ocorre por trauma, movimentação ortodôntica excessiva e lesões radiculares fazendo com que ocorra a remoção da camada de cimento que recobre a raiz radicular; os dentes incisivos superiores e inferiores são os mais susceptíveis devido a sua anatomia radicular; tem maior incidência em raízes em forma de pipeta, triangular, dilaceradas e raízes curtas e com traumas anteriores; as mecânicas de retração no caso de extrações de pré molares e intrusão são as que estão mais associadas às reabsorções radiculares; e não existe diferença em relação às reabsorções e os tipos de aparelhos ortodônticos convencionais fixos, termoplásticos e auto ligáveis.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, S.S.; CHOPRA, S.S.; KUMAR, P.; JAYAN, B.; NEHRA, K.; SHARMA, M. A radiographic study of external apical root resorption in patients treated with single-phase fixed orthodontic therapy. *Medical Journal Armed Forces India*, v.72, Suppl 1, p.S8-S16, 2016.
- BARBAGALLO, L.J.; JONES, A.S.; PETOCZ, P.; DARENDELILER, M.A. Physical properties of root cementum: Part 10. Comparison of the effect of invisible removable thermoplastic appliance with light and heavy orthodontic forces on premolar cementum. A microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Ortho*, v.133, n.2, p.218-227, 2008.
- BILINSK, J.M.; FANGUEIRO, M.G. Reabsorção radicular externa oriunda do tratamento ortodôntico. *Revista Dens*, v.14, n.2, nov/abr 2006.
- BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: part 1 - Literature

review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. v.103, n.1, p.62-63, jan. 1993.

CASTRO, I.O.; ESTRELA, C.; VALLADARES-NETO, J. A influência de imagens tridimensionais no plano de tratamento ortodôntico. **Dental Press J Orthod**, v.16, n.1, p.75-80, jan-feb. 2011.

CHIQUETO, K.; MARTINS, D.R.; JANSON, G. Effects of accentuated and reversed curve of Spee on apical root resorption. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.133, n.2, p.261-268, feb. 2008.

CONSOLARO, A.; BIANCO, D.A. Tooth resorptions are not hereditary. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v.22, n.4, p.22-27, 2017.

CONSOLARO, A. The concept of root resorptions. Root resorptions are not multifactorial, complex, controversial or polemical! **Dental Press J Orthod Ortop Facial**, v.16, n.4, p.19-24, july-aug. 2011.

CONSOLARO, A. Radiografias periapicais prévias ao tratamento ortodôntico. **Dental Press Ortop Facial**, v.12, n.4, p.14-16, 2007.

CONSOLARO, A.; FREITAS, P.Z. Tomografia volumétrica (Odontológica) versus helicoidal (médica) no planejamento ortodôntico e no diagnóstico das reabsorções dentárias. **Rev Clin Ortodon Dental Press**, v.6, n.4, ago/set. 2007.

CONSOLARO, A. **Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas**. 2. ed. Maringá: Dental Press; 2005.

COSTOPOULOS, G.; NANDA, R. An evaluation of root resorption incident to orthodontic intrusion. Am Jour of Orthodontics and dentofacial orthopedics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.109, n.5, p.543-548, may. 1996.

FURQUIM, L.Z. Perfil endocrinológico de pacientes ortodônticos com e sem reabsorções dentárias. Tese (Doutorado) Faculdade de Odontologia Bauru, USP, 2002.

GAY, G.; RAVERA, S.; CASTROFLORIO, T.; GARINO, F.; ROSSINI, G.; PARRINI, S.; et al. Root resorption during orthodontic treatment with Invisalign®: a radiometric study. **Prog Orthod**, v.18, n.1, p.12, Dec. 2017.

JACOBS, C.; GEBHARDT, P.F.; JACOBS, V.; HECHTER, M.; MEILA, D.; WEHRBEIN, H. Root resorption, treatment time and extraction rate during orthodontic treatment with self-ligating and conventional brackets. **Head & Face Medicine**, v.10, n.2, p.1-7, 2014.

JANSON, G.R.; DE LUCA CANTO, G.; MARTINS, D.R.; HENRIQUES, J.F.; DE FREITAS, M.R. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.118, n.3, p.262-273, sep. 2000.

JUNG, Y.H.; CHO, B.H. External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors. **Imaging Science in Dentistry**, v.41, p.17-22, 2011.

KRIEGER, E.; DRECHSLER, T.; SCHMIDTMANN, I.; JACOBS, C.; HAAG, S.; WEHRBEIN, H. Apical root resorption during orthodontic treatment with aligners? A retrospective radiometric study. **Head & Face Medicine**, v.9, p.21, 2013.

LEVANDER, E.; MALGREN, O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment : a study of upper incisors. **Eur J Orthodont**, v.10, n.1, p.30-38, 1988.

LINGE, B.O.; LINGE, L. Apical root resorption in upper anterior teeth. **Eur J Orthod**. v.5, n.3, p.173-183, aug 1983.

MAKEDONAS, D.; LUND, H.; HANSEN, K. Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months and at the end of orthodontic treatment with fixed appliances. **Angle Orthod**, v.83, n.3, p.389-393, may. 2013.

MARTINS, D.R.; TIBOLA, D.; JANSON, G.; MARIA, F.R.T. Effects of intrusion combined with anterior retraction on apical root resorption. **Eur J Orthod**, v.34, n.2, p.170-175, 2012.

MAVRAGANI, M.; VERGARI, A.; SELLISETH, N.J.; BOE, O.E.; WISTH, P.L. Radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with a standard Edwise and Straight-wire Edwise technique. **Eur J Orthod**, v.22, n.6, p.665-674, dec. 2000.

MORSE P.H. Resorption of upper incisors following orthodontic treatment. **Dent Practit**. v.22, p.21-35, 1971.

NANEKRUNGSAN, K.; PATANAPORN, V.; JANHOM, A.; KORWANICH, N. External apical root resorption in maxillary incisors in orthodontic patients: associated factors and radiographic evaluation. **Imag Scien In Dent**, v.42, p.147-154, 2012.

NE, R.F.; WHITERSPOON, D.R.; GUTMANN, J.L. Tooth resorption. **Quintess Int**, v.30, n.1, p.9-25, jan. 1999.

NEVILLE, B.W.; et al. **Patologia Oral e Maxilofacial**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 2004. 705p.

SELOW, M.L.C.; VIEIRA, I.; BALLUTA, A.; YOSHIZUMI, A.O; LIECHOCKI, D.G.L.; TANAKA, G.Y. Reabsorção radicular externa oriunda do tratamento ortodôntico. **Revista Dens**, v.14, n. 2, p.1-5, nov/abr. 2006.

TOPKARA, A.; KARAMAN, A.I.; KAU, C.H. Apical root resorption caused by orthodontic forces: a brief review and long-term observation. **Eur J Dent**, v.6, n.4, p.445-453, oct. 2012.

WELTMAN, B.; VIG, K.; FIELDS, H.; SHANKER, S.; KAIZAR, E. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.137, p.462-476, 2010.

SILVA *et al.*

YI, J.; LI, M.; LI, Y.; LI, X.; ZHAO, Z. Root resorption during orthodontic treatment with self-ligating or conventional brackets: a systematic review and meta-analysis. **BMC Oral Health**, v.16, n.1, p.125, 2016.



Artigo de Divulgação

RESVERATROL: PAPEL NAS DOENÇAS CARDIOVASCULARES

Thaís Botelho Nogueira Figueira*; Camile Cecconi Cechinel Zanchett**.

*Nutricionista, Pós-graduanda em Nutricosméticos, Nutracêuticos e Alimentos Funcionais, pelo Instituto de Pesquisas, Ensino e Gestão em Saúde – IPGS.

**Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI.

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

PALAVRAS-CHAVE

Antioxidantes
Antocianinas
Doenças cardiovasculares

KEYWORDS

Antioxidants
Anthocyanins
Cardiovascular diseases

RESUMO

As doenças cardiovasculares (DCV), atualmente, causam mais de 300.000 mortes por ano no Brasil, segundo dados da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), emitido por meio do cardiômetro, indicador do número de mortes por DCV no país. O resveratrol tem capacidade de beneficiar a função endotelial, dessa forma, prevenir aterosclerose. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre os benefícios do resveratrol na promoção da saúde cardiovascular e no tratamento de DCV. Trata-se de um estudo de revisão da literatura científica de artigos originais e revisão dos últimos 18 anos, sobre as vantagens do uso de resveratrol na prevenção e tratamento das DCV. O trans-3,5,4-trihidroxistilbeno, conhecido como resveratrol, é um composto fenólico, da classe dos polifenóis não-flavonoides encontrados em maior frequência *Vitis vinifera* L. (uvas). Foi demonstrado que a substância possui propriedades de promoção da saúde e características antioxidantes, anti-inflamatórias, cardioprotetoras, antidiabéticas, anticâncer, quimiopreventivas e neuroprotetoras. A introdução de resveratrol na dieta pode ser feita por meio de suplementação (cápsulas ou tabletes) e pelo consumo diário de alimentos fonte do composto. A formulação fitoterápica mais utilizada em estudos foi cápsulas de extrato seco de *Vitis vinifera* L., com doses variáveis entre 2 a 25 mg/kg/dia. Todavia, os estudos realizados com alimentos fonte de resveratrol, como o suco de uva integral e vinho tinto, resultaram em maiores respostas benéficas ao organismo. Em vista disso, o consumo de alimentos naturalmente fontes de antioxidantes, aliados às dietas equilibradas e saudáveis, desempenham diversas funções benéficas.

ABSTRACT

RESVERATROL: ROLE IN CARDIOVASCULAR DISEASES

Cardiovascular diseases currently cause more than 300,000 deaths per year in Brazil, according to data from the Brazilian Cardiologist Society, issued through the cardiometer, an indicator of the number of cardiovascular diseases deaths in the country. Resveratrol has the ability to benefit endothelial function, thereby preventing atherosclerosis. As shown, the objective of this study was to review the literature on the benefits of resveratrol in promoting cardiovascular health and in the treatment of Cardiovascular Diseases. This is a review of the scientific literature of original articles and review of the last 18 years on the advantages of using resveratrol in the prevention and treatment of Cardiovascular Diseases. Trans-3,5,4-trihydroxystilbene, known as resveratrol, is a stilbene-type phenolic compound of the class of non-flavonoid polyphenols found in higher frequency *Vitis vinifera* L. (grapes). It has been shown that the substance has health promoting properties and antioxidant, anti-inflammatory, cardioprotective, antidiabetic, anticancer, chemopreventive and neuroprotective properties. The introduction of resveratrol into the diet can be done by supplementation (capsules or tablets) and daily consumption of food source of the compound. The most used herbal formulation in the studies was dry extract capsules of *Vitis vinifera* L., with doses ranging from 2 to 25 mg / kg / day. However, studies with resveratrol source foods, such as whole grape juice and red wine, have resulted in greater beneficial responses to the body. In summary, the consumption of foods naturally sources of antioxidants, coupled with balanced and healthy diets, perform several beneficial functions.

INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV), atualmente, causam mais de 300.000 mortes por ano no Brasil, segundo dados da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), emitido por meio do cardiômetro, indicador do número de mortes por DCV no país (SBC, 2016).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) informa que, cerca de 17,7 milhões de pessoas morreram por DCV, em 2015, representando 31% de todas as mortes em nível global (OMS, 2017). Os dados fornecidos pela OMS relevam ainda que, destes óbitos, cerca de 7,4 milhões ocorrem devido à DCV (OMS, 2017). Dessa forma, conclui-se que é a maior causa de óbitos no mundo.

Os compostos fenólicos são resultantes do metabolismo secundário e amplamente distribuídos no reino vegetal, sendo caracterizados como antioxidantes. Uma das maiores fontes de compostos fenólicos é a *Vitis vinifera* L., conhecida, popularmente, como uva. Dessa forma, tratando-se de metabólitos secundários, os compostos fenólicos são gerados em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações ultravioleta (UV), entre outros (FRANCIS, 2000; NACZK; SHAHIDI, 2004).

Segundo estudos dirigidos por Cho et al. (2017), o resveratrol tem capacidade de beneficiar a função endotelial, dessa forma, prevenir a aterosclerose. Outro estudo realizado por Magyar et al. (2012) constatou que o tratamento com resveratrol melhorou a função sistólica e diastólica ventricular esquerda. Além disso, o tratamento também inibiu a agregação plaquetária e diminuiu os níveis de colesterol do tipo lipoproteína de baixa densidade (LDL).

Esses resultados sugerem que a terapia com resveratrol pode ser benéfica no combate da aterosclerose, uma vez que, diminui a expressão de moléculas de adesão leucocitária, as quais estão diretamente ligadas com o desenvolvimento de placas de ateroma. Aliás, o resveratrol demonstrou reduzir os biomarcadores inflamatórios em pacientes que não apresentam alto risco de desenvolver aterosclerose. Portanto, é provável que este antioxidante seja favorável à profilaxia de DCV (ZORTEA et al., 2016).

Em suma, o resveratrol protege o sistema cardiovascular por meio de vários mecanismos, incluindo a inibição da oxidação da LDL, a interrupção da agregação plaquetária, a síntese de eicosanoides pró-aterogênicos, a inibição da proliferação celular e o aumento da vasodilatação (PACE-ASCIK et al., 1996; WILSON et al., 1996; PENDURTHI; RAO, 2002). Inclusive, devido ao seu efeito anti-inflamatório e propriedades antioxidantes, o resveratrol tem sido utilizado para promover a saúde cardiovascular e, portanto, amplamente estudado como tratamento para tais disfunções (VOLOSHYNA et al., 2012).

Naturalmente, as plantas produzem substâncias químicas orgânicas chamadas de metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários apresentam função relacionada à sobrevivência do vegetal, como a fotossíntese, respiração e absorção de nutrientes. No entanto, os metabólitos secundários possuem a finalidade de proteção contra agentes externos e são totalmente influenciados pelo meio ambiente, ou seja, a síntese de substâncias é afetada por condições associadas ao ecossistema (KUTCHAN, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2003; NASS, 2007).

Os principais compostos fenólicos encontrados na *Vitis vinifera* L. (uvas) são os flavonoides (antocianinas, flavanóis e flavonóis), os estilbenos (resveratrol), os ácidos fenólicos (derivados dos ácidos cinâmicos e benzoicos) e uma extensa variedade de taninos (FRANCIS, 2000). As antocianinas estão presentes na natureza de forma intensa e são responsáveis pela maioria das pigmentações naturais, como as cores: azul, violeta e todas as tonalidades de vermelho que aparecem em flores, frutos, folhas, caules e raízes de plantas (MARKAKIS, 1982; VINSON et al, 1999). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre os benefícios do resveratrol na promoção da saúde cardiovascular e no tratamento de DCV.

METODOLOGIA

Recebido em: 10/02/2019

Aprovação final em: 18/04/2019

DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i2.678>

Trata-se de um estudo de revisão da literatura científica de artigos originais e revisão sobre as vantagens do uso de resveratrol na prevenção e tratamento das DCV. Utilizaram-se estudos publicados em revistas indexadas nas bases de dados: SCIELO (Scientific Electronic Library Online), PUBMED (Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos da América), MEDLINE (Literatura Internacional em Ciências da Saúde), nos idiomas português, inglês e espanhol. Foram utilizados os descritores: 0resveratrol e DCV; resveratrol antioxidante; resveratrol composto fenólico; fitoquímicos das plantas; DCV tratamento; antocianinas nos vegetais. Além disso, alguns dados foram coletados de pesquisas da OMS e SBC, publicadas em diretrizes. Posteriormente, os estudos selecionados foram analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os radicais livres são definidos como qualquer espécie química que apresente um ou mais elétrons desemparelhados, portanto, são altamente reativos e capazes de afetar biomoléculas. A formação desses compostos é determinada pela perda ou ganho de elétrons, resultando, em elétrons desemparelhados nos orbitais atômicos de diferentes átomos (MARRONI; MARRONI, 2002).

Muitas das reações metabólicas ocorrem em meio aeróbio, isto posto, inevitavelmente, surgem espécies reativas de oxigênio (EROs). As EROs são responsáveis pela fagocitose, produção de energia, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias contra infecções. Naturalmente, o organismo humano é capaz de controlar a concentração dessas espécies, mediante a produção de enzimas catalisadoras, as quais inativam os radicais livres (GALLICE et al., 2011; SÉFORA; DE ANGELIS, 2013).

Entretanto, quando há desequilíbrio entre a produção de EROs e defesas antioxidantes, o organismo entra em um processo chamado estresse oxidativo. Nesse processo, diversos danos contra moléculas essenciais à manutenção da saúde são causados. As vitaminas, minerais e compostos antioxidantes, como os flavonoides e não-flavonoides, entre eles, o resveratrol, são capazes de neutralizar as EROs e, conseqüentemente, reduzir o estresse oxidativo (JÚNIOR et al., 2013; SÉFORA; DE ANGELIS, 2013).

Antocianinas

As antocianinas são flavonoides amplamente encontrados no Reino Vegetal, responsáveis pelos pigmentos naturais de cores: azul, violeta e diversos tons de vermelho. Embora seja possível constatar a presença das antocianinas em diversas espécies vegetais, é nas cascas das uvas escuras sua maior frequência (MARKAKIS, 1982; VINSON et al., 1999).

Esses compostos apresentam função biológica, antioxidante, proteção contra raios ultravioleta e defesa contra infecções. Dessa forma, é muito comum a utilização na prevenção e tratamento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) na forma de resveratrol, uma vez que, são capazes de bloquear o estresse oxidativo (ARAÚJO, 2008).

Os compostos fenólicos são encontrados na espécie *Vitis vinifera* L., conhecida como uva fina, incluindo Cabernet Sauvignon, Pinot Noir, Merlot, Tannat e Sangiovese. As uvas da espécie *Vitis labrusca* são rústicas, como Concord, Herbeumont, Isabel e Niágara, utilizadas em vinhos comuns, também apresentam atividade antioxidante, entretanto, existem diferenças quantitativas. Dessa forma, quanto mais intensa a coloração da uva, maior conteúdo de compostos fenólicos e capacidade antioxidante (GUTIÉRREZ, 2002; PENNA; HECKTHEUER, 2004; SAUTTER et al., 2005; ABE et al., 2007).

Foi demonstrado que a substância possui propriedades de promoção da saúde e características antioxidantes, anti-inflamatórias, cardioprotetoras, antidiabéticas, anticâncer, quimiopreventivas e neuroprotetoras (BRASNYÓ et al., 2011; KONDRATYUK et al., 2011; MAGYAR et al., 2011; CATALGOL

et al., 2012). Portanto, é definido como um potente agente antioxidante que pode atuar como quelante de espécies reativas de oxigênio e ferro, os quais estão associadas ao estresse oxidativo (KITADA; KOYA, 2013).

RESVERATROL

Inicialmente, a análise dos benefícios do resveratrol tornou-se intensa, após a descoberta do chamado “paradoxo francês”, no qual a população francesa apresentou os mesmos índices de colesterol que a população estadunidense, embora, a taxa de mortalidade por DCV seja, expressivamente inferior na França, do que nos Estados Unidos. Cientistas afirmam que essa diferença está relacionada à cultura dos franceses em consumir, diariamente, taças de vinho tinto (FRANKEL et al., 1993; DOHADWALA ; VITA, 2009).

O trans-3,5,4-trihidroxistilbeno, conhecido como resveratrol (figura 2), é um composto fenólico, do tipo estilbenos, da classe dos polifenóis não-flavonoides encontrados em maior frequência *Vitis vinifera* L. (uvas) (PRADO et al., 2013; CHANG et al., 2015; MULERO et al., 2015; PEREDO-ESCÁRCEGA et al., 2015; LANÇON et al., 2016; PIESZKA et al., 2016).

O resveratrol foi identificado pela primeira vez em 1940, como um componente das raízes do *Veratrum grandiflorum* (heléboro branco) e, posteriormente, nas raízes secas de *Polygonum cuspidatum*, cuja utilização é frequente nos países asiáticos com finalidade medicamentosa contra bactérias e fungos (TAKAOKA, 1940; LEE et al., 1998; VASTANO et al., 2000; CICHEWICZ e KOUZI, 2002). Em 1976, o resveratrol foi detectado na epiderme das folhas e na casca das *Vitis vinifera* L. (uvas), porém, não na polpa (LANGCAKE e PRYCE, 1976; LANGCAKE; MCCARTHY, 1979; CREASY; COFFEE, 1988).

Esse composto é um antioxidante natural produzido por uma grande variedade de espécies vegetais, como *Vitis vinifera* L. (uvas), *Arachis hypogaea* L. (amendoim) e frutas vermelhas, como *Fragaria vesca* L. (morango), *Vaccinium myrtillus* (mirtilo), *Rubus idaeus* (framboesa), *Morus nigra* L. (amora), em resposta ao estresse oxidativo, lesões, irradiação ultravioleta e infecção fúngica (AGGARWAL et al., 2004). Ou seja, quando a planta sofre agressões, o resveratrol é produzido, como forma de defesa.

Portanto, é uma fitoalexina sintetizada nas uvas (*Vitis vinifera* L.), principalmente, nas cascas. Nas videiras, é possível notar a presença do composto nas folhas durante a senescência, sendo encontradas também na polpa de outras espécies de uvas (RENAUD; DE LORGERIL, 1992). Assim, quando a planta sofre agressões do meio externo como infecções e radiação ultravioleta, esse composto é produzido (JÚNIOR et al., 2013; POLONIO et al., 2014). Diversos estudos evidenciaram os benefícios do resveratrol em reduzir os níveis de colesterol e de agregação plaquetária, os quais estão associados à formação de placa de ateroma, responsável pelo desenvolvimento de aterosclerose (JÚNIOR et al., 2013; PEREDO-ESCÁRCEGA et al., 2015; RUIVO et al., 2015; YANG et al., 2016).

FONTES ALIMENTARES

Aproximadamente, 72 espécies de plantas distribuídas por 31 gêneros e 12 famílias são capazes de sintetizar resveratrol (TOSUN; INKAYA, 2010). Aquelas que apresentam maior concentração são as uvas (*Vitis vinifera* L.), o amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e o eucalipto (*Eucalyptus wandoo*) (LANGCAKE e PRYCE, 1976; PIESZKA et al., 2016).

Ademais, em outras plantas é possível constatar a presença do resveratrol, em concentrações menores, como *Vaccinium myrtillus* (mirtilo), *Rubus idaeus* (framboesa), *Fragaria vesca* L. (morango) e *Theobroma cacao* (cacau), vinhos tintos e brancos (PIESZKA et al., 2016).

Quanto aos vinhos brasileiros, alguns estudos constataram a presença de resveratrol em concentrações significativas, entretanto, podem sofrer variações segundo a origem da uva, o processo de vinificação e a

ocorrência de infecção fúngica nas videiras (FREITAS et al., 2010; TRESSERRA-RIMBAU et al., 2015).

DCV E RESVERATROL

Durante o estresse oxidativo, a LDL penetra nos vasos sanguíneos e sofre oxidação por meio das mieloperoxidases, lipoxigenases e EROs, as quais são citotóxicas e causam lesões nas células endoteliais. Em resposta às agressões causadas nos vasos, são produzidas moléculas de adesão intracelular, que, portanto, fixam-se ao endotélio. Os receptores de LDL não apontam resposta ao excesso de colesterol, conseqüentemente, geram acúmulo de lipídeos (JÚNIOR et al., 2013; SÉFORA; DE ANGELIS, 2013).

As plaquetas estão presentes no sangue para reduzir a perda sanguínea em casos de danos sofridos e auxiliar a cicatrização de ferimentos. Contudo, as DCV também apresentam aumento das atividades plaquetárias, bem como a obesidade, fumo e diabetes. O aumento contínuo dessas atividades causam agregação de plaquetas e formação de coágulos, os quais podem provocar infarto agudo do miocárdio (IAM) e acidente vascular cerebral (AVC) (EFRAIM et al., 2011).

Por conseguinte, o efeito cardioprotetor do resveratrol inicia-se na inibição da agregação plaquetária, prevenção da oxidação de LDL, vasodilatação, proteção do endotélio vascular contra lesões e disfunções. Chag et al. (2015), observou a redução de LDL e intensa ação anti-aterosclerótica em ratos submetidos à dieta hipercolesterolêmica, suplementados com 5 e 25 mg/kg/dia de resveratrol, durante 8 semanas. Além disso, foi comprovada a redução dos níveis séricos de IL-6 e acentuada redução na deposição de gordura, comparado com os ratos do grupo controle (DOHADWALA; VITA, 2009; CHANG et al., 2015; LI et al., 2016).

Os antioxidantes são extremamente importantes para equilibrar o estresse oxidativo, uma vez que, alteram a produção de radicais livres, eliminando seus precursores, promovendo a quelatação de metais e estimulando a produção de antioxidantes endógenos. Dessa forma, a ingestão regular de alimentos ricos em antioxidantes, aliada à dieta e hábitos saudáveis, contribui para a prevenção e tratamento de DCV, visto que, controlam a permeabilidade capilar, relaxam os músculos lisos do sistema cardiovascular mediante ação hipotensiva, permite fluxo constante de oxigênio e nutrientes essenciais aos tecidos (PRADO et al., 2013; GU et al., 2015; LI et al., 2016).

A aterosclerose é uma doença inflamatória crônica de origem multifatorial, que ocorre em resposta à agressão endotelial, acometendo principalmente a camada íntima de artérias de médio e grande calibre (ROSS, 1999). Igualmente, de acordo com a SBC, o depósito de lipoproteínas na parede arterial, ocorre de maneira proporcional à concentração destas lipoproteínas no plasma (SBC, 2017). Além do aumento da permeabilidade às lipoproteínas, outra manifestação da disfunção endotelial é o surgimento de moléculas de adesão leucocitária na superfície endotelial, processo estimulado pela presença de LDL oxidada (HANSSON, 2005).

SUPLEMENTAÇÃO E DOSAGEM

A introdução de resveratrol na dieta pode ser feita por meio de suplementação (cápsulas ou tabletes) e pelo consumo diário de alimentos fonte do composto.

De Souza et al. (2014), evidenciou em seu estudo, a ingestão, por humanos hipertensos, de 100 ml de vinho tinto 30 minutos antes do exercício, com o objetivo de avaliar a potencialização da hipotensão pós-exercício. Observou-se, maior redução da pressão sistólica pós-exercício de até $-10,7 \pm 3,5$ mmHg e diastólica, de até $-5,6 \pm 4,9$ mmHg, quando comparado à ausência de ingestão prévia.

Cardozo et al. (2013), induziu ratos à uma dieta rica em gorduras e suplementada com suco de uva via oral à vontade. O resultado apresentou potencialização da peroxidação lipídica e aumento das defesas

antioxidantes. Porém, a maioria dos estudos não utiliza fontes alimentares de resveratrol, pelo contrário, é comum a suplementação.

Outro estudo submeteu ratos a testes de desempenho e exaustão. Nesse trabalho, foram suplementados 25mg/kg/dia de resveratrol durante 28 dias, resultando em aumento de força muscular, resistência e diminuição da fadiga após exercício (KAN et al., 2016).

Nesses estudos, a formulação fitoterápica mais utilizada foi em cápsulas de extrato seco de *Vitis vinifera* L., com doses variáveis entre 2 a 25 mg/kg/dia (MATOS et al., 2012; CHANG et al., 2015; KAN et al., 2016). Todavia, os estudos realizados com alimentos fonte de resveratrol, como o suco de uva integral e vinho tinto, resultaram em maiores respostas benéficas ao organismo (DE SOUZA et al., 2014; CARDOZO et al., 2013; CHIU et al., 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em vista disso, o consumo de alimentos naturalmente fontes de antioxidantes, aliados às dietas equilibradas e saudáveis, desempenham diversas funções benéficas.

O resveratrol é um importante antioxidante empregado em vários tratamentos nas DCV e DCNT, bem como na prevenção destas e outras enfermidades. A literatura descreve pesquisas realizadas há muitos anos, desde a descoberta deste antioxidante, bem como seus benefícios, dada a relevância de seus efeitos.

Vale destacar que é preferível consumir os alimentos ricos em resveratrol, como as uvas, frutas vermelhas e amendoim, ou ingerir suco de uva tinto ou vinho tinto, em vez de, simplesmente, utilizar suplementos em cápsulas ou tabletes. Assim, os efeitos positivos do composto são mais significativos.

REFERÊNCIAS

- ABE, L. et al. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* e *Vitis vinifera*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 394-400, abr-jun. 2007.
- AGGARWAL, B. B. et al. Role of resveratrol in prevention and therapy of cancer: preclinical and clinical studies. **Anticancer Research**. v. 24, n. 5A, p. 2783-2840, sep/oct. 2004.
- ARAÚJO, J. M. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 477p.
- BRASNYÓ, P. et al. Resveratrol improves insulin sensitivity, reduces oxidative stress and activates the Akt pathway in type 2 diabetic patients. **British Journal of Nutrition**. v. 106, n. 28, p. 383-389, mar. 2011.
- CARDOZO, M. et al. Effect of chronic treatment with conventional and organic purple grape juices (*Vitis labrusca*) on rats fed with high-fat diet. **Cellular and molecular neurobiology**. v. 33, n. 8, p. 1123-1133, nov. 2013.
- CATALGOL, B. et al. Resveratrol: French paradox revisited. **Frontiers in Pharmacology**. v. 3, n. 141, p. 1-18, jul. 2012.
- CHANG, G. et al. Resveratrol protects against diet-induced atherosclerosis by reducing low-density lipoprotein cholesterol and inhibiting inflammation in apolipoprotein E-deficient mice. **Iranian journal of basic medical sciences**. v. 18, n. 11, p. 1063-1071, nov. 2015.

CHIU, H. et al. Cardioprotective efficacy of red wine extract of onion in healthy hypercholesterolemic subjects. **Phytotherapy Research**. v. 30, n. 3, p. 380-385, dec. 2015.

CHO, S. et al. Cardiovascular protective effects and clinical applications of resveratrol. **Journal of Medicinal Food**. v. 20, n. 4, p. 323-334, apr. 2017.

CICHEWICZ, R. H and KOUZI, S. A. Resveratrol oligomers: structure, chemistry and biological activity. **Journal of Natural Products**. v. 26, n. g, p. 507-579, set. 2002.

CREASY, L. L. and COFFEE, M. Phytoalexin production potential of grape berries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 113, n. 2, p. 230-234. 1988.

DE SOUZA, A. A. et al. Efeito da ingestão de dose única de vinho tinto na hipotensão pós-exercício. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**. v. 18, n. 4, p. 3-10. 2014.

DOHADWALA, M. M and VITA, J. A. Grapes and cardiovascular disease. **The Journal of Nutrition**. v. 139, n. 9, p. 1788S-1793S, jul. 2009.

LIMA, D. S. et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**. v. 161, p. 94-103, oct. 2014.

EFRAIM, P. et al. Revisão: Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 14, n. 3, p. 181-201, mar. 2011.

FRANCIS, F. J. Anthocyanins and betalains: composition and applications. **Cereal Foods World**. v. 45, p. 208-213, may. 2000.

FRANKEL, E. et al. Inhibition of human LDL oxidation by resveratrol. **The Lancet**. v. 341, n. 8852, p. 1103-1104, apr. 1993.

FREITAS, A. A. et al. Determinação de resveratrol e características químicas em sucos de uvas produzidas em sistemas orgânico e convencional. **Revista Ceres**. v. 57, n. 1, p. 1-5, jan/fev. 2010.

GALLICE, W. C. et al. Caracterização espectroscópica multivariada do potencial antioxidante de vinhos. **Química Nova**. v. 34, n. 3, p. 397-403, jan. 2011.

GU, J. et al. Resveratrol, a polyphenol phytoalexin, protects against doxorubicin-induced cardiotoxicity. **Journal of Cellular and Molecular Medicine**. v. 19, n. 10, p. 2324-2328, jul. 2015.

GUTIÉRREZ, A. M. Café, antioxidantes y protección a la salud. **Medisan**, v. 6, n. 4, p. 72-81. 2002.

HANSSON, G. K. Inflammation, atherosclerosis, and coronary artery disease. **The New England Journal of Medicine**. v. 352, n. 16, p. 1685-1695, apr. 2005.

KAN, N. et al. Effects of resveratrol supplementation and exercise training on exercise performance in middle-aged mice. **Molecules**. v. 21, n. 5, p. 661-673, may. 2016.

KITADA, M and KOYA, D. Renal protective effects of resveratrol. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**. v. 2013, nov. 2013.

KONDRATYUK, T. P. et al. Resveratrol derivatives as promising chemopreventive agents with improved potency and selectivity **Molecular Nutrition & Food Research**. v. 55, n. 8, p. 1249-1265, jun. 2011.

KUTCHAN, T. M. Ecological arsenal and developmental dispatcher: the paradigm of secondary metabolism. **Plant Physiology**. v. 125, p. 58-60, jan. 2001.

LANÇON, A. et al. Anti-oxidant, anti-inflammatory and anti-angiogenic properties of resveratrol in ocular diseases. **Molecules**. v. 21, n. 3, p. 304-311, mar. 2016.

LANGCAKE, P and PRYCE, R. J. The production of resveratrol by *Vitis vinifera* and other members of the Vitaceae as a response to infection or injury. **Physiological Plant Pathology**. v. 9, n. 1, p. 77-86, jul. 1976.

LANGCAKE, P and MCCARTHY, W. The relationship of resveratrol production to infection of grapevine leaves by *Botrytis cinerea*. **Vitis**. v. 18, n. 4, p. 244-253, apr. 1979.

LEE, S. K. et al. Evaluation of the antioxidant potential of natural products. **Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening**. v. 1, n. 1, p. 35-46, apr. 1998.

LI, X. et al. Resveratrol lowers blood pressure in spontaneously hypertensive rats via calcium-dependent endothelial NO production. **Clinical and Experimental Hypertension**. v. 38, n. 3, p. 287-293, mar. 2016.

MAGYAR, K. et al. Cardioprotection by resveratrol: A human clinical trial in patients with stable coronary artery disease. **Clinical Hemorheology and Microcirculation**. v. 50, n. 3, p. 179-187, jan. 2012.

MARKAKIS, P. **Anthocyanins as Food Colors**. 1nd ed. New York: Academic Press, 1982. p. 163-180.

MARRONI, N. P and MARRONI, C. A. **Estresse Oxidativo e Antioxidante**. 1. Ed. Porto Alegre: Editora Ulbra, 2002. p. 33-48.

MATOS, R. S. et al. Resveratrol causes antiatherogenic effects in an animal model of atherosclerosis. **Arquivos brasileiros de cardiologia**. v. 98, n. 2, p. 136-142, jan. 2012.

MULERO, J. et al. Bioactive substances with preventive effect in cardiovascular diseases. **Nutrición Hospitalaria**. v. 32, n. 4, p. 1462-1467, jul. 2015.

NACZK, M and SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**. v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, oct. 2004.

NASS, L. L. **Recursos genéticos vegetais**. 1. Ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos Vegetais e

Biotecnologia, 2007. p. 858.

OMS, OPAS BRASIL. **Doenças cardiovasculares**. Disponível em: <http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5253:doencascardiovasculares&catid=845:noticias&Itemid=839>. Acesso em: 7 jul. 2018.

PACE-ASCIAC, C. R. et al. Wines and grape juices as modulators of platelet aggregation in healthy human subjects. **Clinica Chimica Acta**. v. 246, n. 1-2, p. 163-182, mar. 1996.

PENDURTHI, U. S and RAO, L. V. Resveratrol suppresses agonist-induced monocyte adhesion to cultured human endothelial cells. **Thrombosis Research**. v. 106, n. 4-5, p. 243-248, may. 2002.

PENNA, N. G. and HECKTHEUER, L. H. R. Vinho e Saúde: uma revisão. **Infarma**. v. 16, n. 1-2, p. 64-67, jan/fev. 2004.

PEREDO-ESCÁRCEGA, A. E. et al. The combination of resveratrol and quercetin attenuates metabolic syndrome in rats by modifying the serum fatty acid composition and by upregulating SIRT 1 and SIRT 2 expression in white adipose tissue. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**. v. 2015, p. 1-9, oct. 2015.

PEREIRA JÚNIOR, E. S. et al. Suco de uva: fonte de compostos bioativos com benefício à saúde. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**. v. 12, n. 3, p. 620-629, jan/dez. 2013.

PIESZKA, M. et al. Rola resweratrolu w regulacji metabolizmu komórkowego. **Postepy Higieny I Medycyny Doswiadczonej**. v. 70, p. 1117-1123, feb. 2016.

POLONIO, N. C. V. et al. Trans-resveratrol concentrations and antimutagenic potential of juice from the grape cultivars Vênus, BRS Violeta and Isabel. **Genetics and Molecular Research**. v. 13, n. 1, p. 1152-1159, feb. 2014.

PRADO, A. K. M. et al. Os efeitos do consumo de vinho na saúde humana. **Revista Científica Unilago**. v. 1.1, n. 1, p. 109-128. 2013.

RENAUD, S and DE LORGERIL, M. Wine, alcohol, platelets, and french paradox for coronary heart disease. **The Lancet**. v. 339, n. 8808, p. 1523-1526, jun. 1992.

ROSS, R. Atherosclerosis an inflammatory disease. **New England Journal of Medicine**. v. 340, n. 2, p. 115-126, jan. 1999.

RUIVO, J. et al. The main potentialities of resveratrol for drug delivery systems. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 51, n.3, p. 499-513, jul/sep. 2015.

SAUTTER, C. K. et al. Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil. **Cienc. tecnol. aliment.**, v. 25, n. 3, p. 437-442, jul/set. 2005.

SBC. **Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. Sociedade Brasileira de Cardiologia**. Disponível em: <http://publicacoes.cardiol.br/2014/diretrizes/2017/02_DIRETRIZ_DE_DISLIPIDEMIAS.pdf> Acesso em: 10 de jun. 2018.

SBC. **Cardiômetro da Sociedade Brasileira de Cardiologia já registra mais de 10 mil mortes por doenças cardíacas nos primeiros dias do ano**. Disponível em: <<http://socios.cardiol.br/2014/20160119-cardiometro.asp>> Acesso em: 20 de jun. 2018.

SÉFORA, M. S. and DE ANGELIS, P. Mecanismos moleculares de ação anti-inflamatória e antioxidante de polifenóis de uvas e vinho tinto na aterosclerose. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v. 15, n. 4, p. 617-626, fev. 2013.

TAIZ, L. and ZEIGER, E. Plant physiology. **Annals of Botany**. v. 91, n. 6, p. 750-751, may. 2003.

TAKAOKA, M. J. Of the phenolic substances of white hellebore (*Veratrum grandiflorum loe. fil.*). **Journal of the Faculty of science, Hokkaido Imperial University**. v. 3, p. 1-16. 1940.

TIMMERS, S. et al. Calorie restriction-like effects of 30 days of resveratrol supplementation on energy metabolism and metabolic profile in obese humans. **Cellular Metabolism**. v. 14, n. 5, p. 612- 622, nov. 2011.

TOSUN, I. and INKAYA, A. N. Resveratrol as a health and disease benefit agent. **Food Reviews International**. v. 26, n. 1, p. 85-101, dec. 2009.

TRESSERRA-RIMBAU, A. et al. Moderate red wine consumption is associated with a lower prevalence of the metabolic syndrome in the PREDIMED population. **The British Journal of Nutrition**. v. 113, n. S2, p. S121-S130, apr. 2015.

VASTANO, B. C. et al. Isolation and identification of stilbenes in two varieties of *Polygonum cuspidatum*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.48, n. 2, p. 253-256, feb. 2000.

VINSON, J. A. et al. Vitamins and especially flavonoids in common beverages are powerful in vitro antioxidants which enrich lower density lipoproteins and increase their oxidative resistance after ex vivo spiking in human plasma. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 47, n. 7, p. 2502-2504, jul. 1999

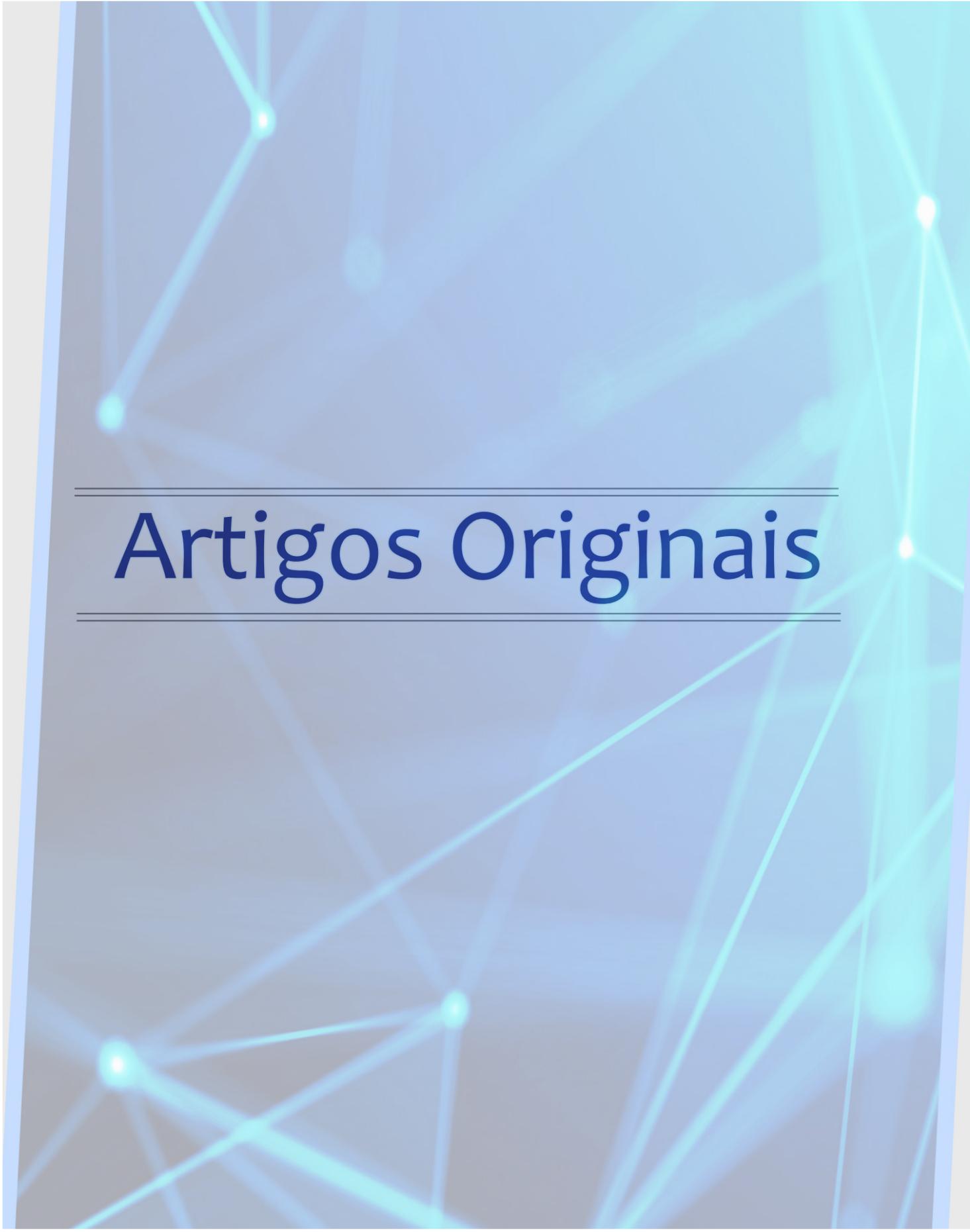
VOLOSHYNA, I. et al. Resveratrol in cholesterol metabolism and atherosclerosis. **Journal of Medicinal Food**. v. 15, n. 9, p. 763-773, sep. 2012.

WILSON, T. et al. Resveratrol promotes atherosclerosis in hypercholesterolemic rabbits. **Life Sciences**. v. 59, n. 1, p. 15-21, may. 1996.

YANG, L. et al. Resveratrol attenuates myocardial ischemia/reperfusion injury through up-regulation of vascular endothelial growth factor B. **Free Radical Biology and Medicine**. v. 101, p. 1-9, dec. 2016.

FIGUEIRA & ZANCHETT

ZORTEA, K. et al. Resveratrol supplementation in schizophrenia patients: a randomized clinical trial evaluating serum glucose and cardiovascular risk factors. **Nutrients**. v. 8, n. 2, p. 73-81, feb. 2016.



Artigos Originais

O DESASTRE DE MARIANA/MG : UM ESTUDO DE CASO NA PERSPECTIVA DAS ALTERAÇÕES LEGISLATIVAS AMBIENTAIS

Maria Fernanda Kauling^{*}; Camila Yukie Nakano Gohara^{**}; Crissie Jaqueline Alba Giese^{**}; Danieli Terezinha Sikora^{**}; Ester Fani Gutstein^{**}; Isadora Cristina Braun Borges^{**}; Ketlin Kiste Gonçalves Pereira^{**}; Thais Schreiner De Oliveira^{**}; Valéria de Mello Gandin^{**}; Gildo Balliana Jr.^{**}

^{*}Doutoranda em Gestão Ambiental na linha de pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade pela Universidade Positivo- Curitiba/PR

^{**}Universidade Positivo- Curitiba/PR.

^{***}Doutor e Mestre em Gestão Ambiental, Especialista em Gestão Empresarial com formação em Direito pela Universidade Positivo Curitiba/PR.

^{*}Autor para correspondência e-mail: mariakauling@hotmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Barragem
Legislação
Licenciamento
Mineração

KEYWORDS

Dam
Legislation
Licensing
Mining

RESUMO

A fim de contribuir com o caráter interdisciplinar e prático da pesquisa concretizando argumentos com base no estudo de caso do rompimento da barragem no município de Mariana/MG, o artigo visa ampliar a discussão sobre o tratamento legislativo brasileiro às demandas ambientais e a necessidade existente de fiscalização e cumprimento das leis. Há um projeto de lei tramitando no Congresso Nacional para modificar a regulamentação legal vigente sobre licenciamento ambiental e algumas tentativas de alteração do Código de Mineração de 1967. Será que as mudanças legislativas trariam um tratamento legal diferente para o desastre de Mariana? O artigo conclui que não adiantam mudanças legislativas para garantir responsabilidade ambiental, se os interesses políticos e econômicos não estiverem alinhados ao cumprimento das leis, à preservação dos recursos naturais e à qualidade da vida humana.

ABSTRACT

MARIANA/MG DISASTER: A CASE STUDY FROM THE ENVIRONMENTAL LEGISLATIVE CHANGEMENTS PERSPECTIVE

To contribute to the interdisciplinary and practical nature of the research, by formulating arguments based on the case of the Mariana / MG dam's disruption, the article aims to broaden the discussion about the Brazilian legislative treatment to the environmental demands and the need for inspection and compliance with laws. There is a draft bill in the National Congress to modify the existing legal regulations on environmental licensing and some attempts to alter the Mining Code of 1967. Will the legislative changes bring a different legal treatment to the Mariana disaster? The article concludes that there are no legislative changes to ensure environmental responsibility if political and economic interests are not aligned with laws' compliance, with the preservation of natural resources and with the quality of human life.

INTRODUÇÃO

Data do século XVI os primeiros registros de exploração de minerais nas terras de Minas Gerais, despertando o interesse da Coroa Portuguesa muito antes da exploração alcançar grande escala. Em 1603 há o primeiro registro de lei sobre a exploração do minério de ferro, o Regimento das Terras Mineraias que visava assegurar a Portugal o domínio das riquezas contidas no solo da região, que já recebia expedições em busca de metais preciosos (FONSECA, 2016).

Ao longo do século XVII, as atividades de exploração de minério cresceram, principalmente em torno do Rio das Velhas, cuja nascente fica no município de Ouro Preto, onde se formaram os primeiros vilarejos no estado. Uma dessas ocupações motivadas pela exploração do ouro recebeu o nome de Arraial de Ribeirão do Carmo e em 1745 foi elevada à condição de cidade, vindo a se chamar mais tarde de Mariana.

A cidade de Mariana foi o cenário do maior desastre ambiental brasileiro em novembro de 2015, ocasionado pelo rompimento da barragem de Fundão, de propriedade da mineradora Samarco, que despejou 34 milhões de metros cúbicos de rejeito de minério, percorrendo aproximadamente 663 km, encontrando o mar no litoral do estado do Espírito Santo. Os danos ambientais causados pelo desastre não conseguem ser mensurados, uma vez que o rejeito de minério contaminou toda a bacia do Rio Doce.

Como causas prováveis do desastre são apontadas a omissão do empreendedor, ao operar em uma área sem a devida licença ambiental e a omissão do órgão licenciador, que foi informado pelo Ministério Público em 2008 do risco do dano e ainda assim deferiu o pedido de licença. Também são apontadas falhas no processo de licenciamento que não considerou as condições e possíveis riscos também das barragens vizinhas de Santarém e Germano, que após o rompimento da barragem de Mariana, passaram a apresentar riscos de rompimento.

O resgate histórico demonstra que há séculos o Estado se ocupa de regulamentar a atividade da exploração de minérios em Minas Gerais: em 1603 o Regimento das Terras Mineraias, em 1702, novo Regimento para controle da arrecadação de impostos sobre a exploração e depois da Constituição de 1824 a aprovação de leis para regulamentar a pesquisa e lavra de jazidas minerais. Com um novo marco legal em 1934, o bem mineral foi considerado bem nacional, sob tutela da União com a criação do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). A Constituição Federal de 1988 inovou sobre a mineração ao apontá-la como atividade agressiva ao meio ambiente e responsabilizou as empresas mineradoras por garantir nas áreas exploradas o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988, artigos 176 e 225, §2º).

Paralelo ao desastre de Mariana em 2015 o parlamento brasileiro discute desde 2004 o Projeto de Lei 3729/04 que altera questões atinentes ao licenciamento ambiental. Ainda, o rompimento da barragem gerou discussões acerca da legislação vigente, provocando a Medida Provisória 790/2017 que dispunha sobre regime especial para exploração e aproveitamento das substâncias minerais, e que alterou o Decreto Lei 227/1967, conhecido como Código de Mineração, vindo a perder eficácia posteriormente. O fato é que com todo o arcabouço legislativo regulamentando a atividade de mineração, o estado brasileiro falhou na sua responsabilidade de tutelar a exploração do solo, dos recursos naturais e humanos existentes em Mariana e em todas as regiões afetadas.

O presente artigo visa provocar reflexões acerca da legislação vigente sobre licenciamento ambiental e atividade de mineração, será que as mudanças legislativas propostas após o desastre trariam um tratamento legal diferente para o desastre de Mariana? Serão abordados aspectos sobre a atual regulamentação de licenciamento ambiental e as modificações previstas no projeto de lei (PL) 3749/2004, as alterações do novo código de mineração e um rápido apanhado jurisprudencial sobre rompimento de barragens de suas consequências legais.

Como contribuição, busca-se o caráter interdisciplinar e prático da pesquisa concretizando argumentos através do estudo de caso, ampliando a discussão sobre o tratamento legislativo brasileiro às demandas ambientais e a necessidade existente de fiscalização e cumprimento das leis, possibilitando que o debate jurídico seja tocado e compreendido por todos.

CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO: ROMPIMENTO DA BARRAGEM EM MARIANA/MG

O desastre em Mariana foi escolhido para estudo de caso do presente artigo por se caracterizar como um dos maiores desastres já registrados no Brasil até o momento. No dia 05 de Novembro de 2015 a barragem de Fundão, propriedade da Samarco na unidade de Germano, no município de Mariana/MG, se rompeu causando o derramamento de 62 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração, ocasionando grandes impactos ambientais como a destruição de 1.500 hectares de terras, principalmente de Áreas de Preservação Permanente (APPs), mortes de milhares de cabeças de gado, animais domésticos, estradas e pastagens foram destruídas e cursos d'água foram cobertos de lama, entulho e lixo, além da contaminação de toda o Rio Doce até seu deságue no Oceano Atlântico afetando também os estados do Espírito Santo e Bahia (AZEVEDO, 2016).

O conteúdo da barragem era de rejeitos de mineração cuja formação era de principalmente água, óxido de ferro e lama, e provocou mortes de trabalhadores e moradores que moravam na comunidade; desalojamento de pessoas que moravam em Mariana; perda de estruturas públicas e privadas; devastação do ecossistema local, incluindo as áreas de Preservação Permanente (APP); destruição da fauna e mortalidades imediatas de animais aquáticos; interrupção das atividades de pesca; do turismo; alterou-se os padrões e níveis da qualidade da água; abastecimento de água da mesma para a comunidade e geração da energia elétrica pelas hidrelétricas que foram atingidas (IBAMA, 2015).

A Samarco é uma empresa de mineração de Sociedade Anônima controlada pelas grandes empresas do segmento, a BHP BILLINTON e pela VALE S.A. Seu principal produto são pelotas de minério de ferro para a comercialização em 19 países. Para que seja possível essa comercialização, é feita a mineração para obter o minério de ferro e os rejeitos gerados são dispostos em um aterro hidráulico (SILVA et al., 2016).

Grande parte dos rejeitos de minério está concentrada em mais de 100 km de rio e nas margens dos rios locais, sendo que as pesquisas de monitoramento realizadas pelo IBAMA não recomendam o consumo humano, animal e utilização na agricultura quando feitos diretamente do rio (IBAMA, 2015).

Segundo relatório do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), em 2017 as amostras de avaliação do monitoramento especial do da bacia do Rio Doce apresentaram presença dos metais ferro dissolvido, manganês total, alumínio dissolvido, chumbo total, e zinco total acima do limite legal e das médias históricas do Rio Doce. A presença de arsênio, cádmio, cromo, níquel e mercúrio, estavam no limite da classe prevista para a água do Rio Doce (IGAM, 2017).

Após dois anos do desastre ambiental, há tentativas de cultivo por pequenos agricultores que habitam o local, porém alegam não confiar completamente na qualidade de seus cultivos e da água fornecida, apesar do monitoramento efetuado pelo IGAM. Mariana está semelhante a uma cidade fantasma, em ruínas, coberta de lama e mato nas partes que não habitadas, milhares de famílias ainda sentem o abandono e as incertezas do futuro. A obra do Projeto Novo Bento, que teve início no final do segundo semestre de 2016 já está com o terreno comprado onde as o povoado será reconstituído, com o dinheiro que a promotora de justiça conseguiu bloquear da mineradora. Moradores ajudaram a escolher o local, realizaram as demarcações de onde seriam as suas casas, porém o projeto estagnou por conta da alta declividade no terreno (EXAME, 2017).

Após assinatura do Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC) que o Ministério Público

Federal celebrou com as empresas Samarco, Vale e BHP, formou-se a Fundação Renova, um comitê interfederativo constituído por representantes dos órgãos ambientais e da administração pública das esferas federal, estadual e municipal, bem como das empresas envolvidas responsável por opinar sobre os projetos de recuperação, promover soluções para os impactos causados pelo rompimento e estabelecer canais de participação da sociedade civil (FUNDAÇÃO REVONA.ORG). A participação da Fundação Renova, está sendo muito importante para a reestruturação da cidade de Bento Rodrigues.

Desde 2015 aproximadamente 2,3 bilhões de reais foram desembolsados pela Samarco para pagar as ações emergenciais. E cerca de 4,4 bilhões deverão ser investidos pela Renova na reestruturação da cidade até 2019. A ação criminal que a empresa e seus sócios, e outras 22 pessoas foram suspensas pela Justiça Federal, devido a questionamentos sobre as provas do processo. Durante o processo, outras 21 pessoas estavam respondendo por homicídio. Ao total, serão cerca de 50 mil ações judiciais que a empresa deverá responder nos próximos anos, contabilizando as 36 multas já aplicadas pela Secretaria do Meio Ambiente e mais as multas do IBAMA, todas recorridas pela empresa (EXAME, 2017).

Ainda conforme os acordos realizados entre a Samarco e o Ministério Público do Estado de Minas Gerais, a entrega das primeiras casas está prevista para o final ao final de 2018 e a entrega da cidade até o início do segundo semestre de 2019. Ficou acordada, uma indenização de 20 mil reais para cada família e definida uma indenização no valor de 100 mil reais, a ser paga às famílias que perderam parentes ou que estiverem desaparecidos (SILVA et al., 2016).

A Samarco está buscando a conciliação de todos os casos, tanto na reparação como na compensação dos danos causados. Em relação às multas, a empresa prefere a estratégia de recorrer, alegando que está exercendo o direito de defesa. À luz da teoria do risco integral, de crescente aceitação no ordenamento jurídico brasileiro, a atividade de mineração é considerada de alto risco e ao receber licenciamento para explorá-la a empresa assume um risco presumido sem a possibilidade de alegar força maior ou alguma excludente de responsabilidade; razão pela qual aguarda-se que o caso Samarco não ficará impune (BELCHIOR; PRIMO, 2016).

LICENCIAMENTO AMBIENTAL: PROJETO DE LEI PARA ALTERAÇÃO

Algumas das causas para o rompimento da barragem de Mariana possuem relação com o processo de licenciamento ambiental, e por isso será realizada uma comparação entre a regulamentação vigente para Licenciamento Ambiental (CONAMA 237/1997) e o Projeto de Lei (PL) 3749/2004, com texto substitutivo do relator Mauro Pereira (PMDB) que tramita em regime de urgência no Congresso Nacional. O PL tem como proposta criar uma lei geral para o licenciamento ambiental, trazendo novas leituras para institutos utilizados, como a redução dos requisitos mínimos para a composição do estudo de impacto ambiental, e também novos instrumentos, como novas formas de licenças ambientais.

Inicialmente é preciso contextualizar a situação da mineração e barragem em Mariana/MG. A área destinada para depósito dos rejeitos de minério, sob cuidado da Samarco, era utilizada também pela Vale do Rio Doce¹, mas somente a Samarco possuía licença de operação, portanto, a operação era irregular, sendo questionável pelo Ministério Público (MPF) o direito da Vale utilizar a barragem, assim como a inexistência de uma licença para tal ato². Conforme aponta o MPF, a partir de documentos apresentados

¹O direito da Vale transferir os rejeitos de minérios para a barragem da Samarco advém de um contrato datado de 1989, assinado entre as empresas Samarco e Samitri, adquirida pela Vale em 2000. Embora a Samarco tivesse licença para operar a barragem, a Vale não possuía licença para depositar os rejeitos de minérios naquele local.

²G1: "Procurador questiona contrato e licenças da Vale operar Fundão". 07 dez. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/desastre-ambiental-em-mariana/noticia/2015/12/procurador-questiona-contrato-e-licencas-para-vale-operar-fundao.html>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), constatou-se que a Vale foi responsável por 28% do total de 18 milhões de m³ rejeitos despejados na barragem³, sendo a utilização da área pela Vale não conhecida pelo DNPM.

Considerando as leis vigentes, quando um empreendimento funciona sem as devidas licenças, suas atividades são embargadas para evitar maiores danos, devendo os responsáveis pelo empreendimento responder judicialmente pelos impactos causados (art. 72 da Lei 9605/2012), havendo possibilidade para correção e regularização das licenças somente nos casos do empreendimento estar localizado em local posteriormente classificado como unidade de conservação (art. 34 do Decreto 4340/2002).

Pelo projeto de lei que prevê mudanças no processo de licenciamento ambiental ainda em trâmite no Congresso Nacional (PL 3749/2004), existirá a possibilidade da licença operacional de correção (art. 2º, inciso XV) conceituada como ato administrativo que regulariza empreendimento ou atividade operante sem licença ambiental, a partir de condicionantes e outras medidas que viabilizam sua continuidade e conformidade com as normas ambientais, sendo firmado termo de compromisso (art. 18 do PL 3749/2004), desde que as atividades tenham-se iniciado antes da promulgação da lei.

Em 2008 o Ministério Público, a partir de estudos que apontavam falhas no design das barragens, informou do risco de rompimento, e recomendou que fossem efetuados estudos para saber qual era a verdadeira situação das barragens de contenção de rejeitos da mineradora. O Instituto Pristino⁴, um grupo de ambientalistas da UFMG também havia recomendado que fossem efetuados estudos quanto a atual viabilidade das contenções usadas pela mineradora referente a possíveis transbordamentos. Concomitante à indicação de estudos do MP, a Samarco obteve licença temporária para as barragens em questão pelo órgão licenciador que ignorou os riscos apontados pelos estudos existentes.

Outra questão obscura no licenciamento obtido pela mineradora foi a realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que considerou somente a instalação da barragem, não computando o impacto das barragens vizinhas, conforme explica Maíra Sertã Mansur *et. al* (2017): o EIA da barragem impossibilitou a previsão de impactos como o rompimento, e ainda não considerou a relação entre as barragens de Fundão, Germano e Santarém, já que a primeira era a única barragem que produziria efeitos cumulativos e diretos sobre as outras duas, podendo, em caso de rompimento, criar um efeito dominó de rompimentos. Justamente o rompimento da barragem do Fundão se deu no momento em que estava sendo ampliada para unir-se à barragem de Germano.

Sobre a segurança das barragens cabe aqui citar a Lei 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens, destacando o art. 17, inciso VIII que obriga o empreendedor a inspecionar as medidas de segurança prescritas na lei, findando que é do próprio empreendedor o poder de se “automonitorar” e informar ao Sistema Nacional de Informação de Segurança de Barragem (SNISB), todos os dados referentes à segurança e estabilidade da barragem, dados estes que subsidiam processos de licenciamento, gerando o risco da manipulação de informações pelo empreendedor, o que colocaria em risco toda a população exposta ao empreendimento (BIZAWU; MOREIRA, 2017).

É pertinente dizer que devem ser analisados todos os riscos que o empreendimento pode causar ao meio ambiente durante o EIA e posteriormente pelo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), devendo o estudo conter todas as informações pertinentes ao empreendimento, favoráveis ou não (VALLE, 2002). Os

requisitos mínimos do EIA estão dispostos na resolução 01/86 do CONAMA, que trouxe a obrigatoriedade do estudo, em seu art. 5º e 6º, devendo o EIA possuir não somente os requisitos mínimos, mas também respeitar as diretrizes nacionais do meio ambiente.

Sendo assim, EIA/RIMA deve se preocupar não somente com os impactos ambientais no meio físico, mas também como uma avaliação ambiental estratégica, atuando como instrumento de planejamento ambiental, permitindo uma visão mais abrangente sobre o projeto, ponderando entre a execução do projeto, e seus danos, e sua não execução, devendo ser considerado não somente o dano ambiental em si, mas também os reflexos da instalação do projeto ou empreendimento, assim como sua execução na localidade (VALLE, 2002).

Embora as leis vigentes que tratam sobre o licenciamento descrevam a necessidade de determinar o impacto do empreendimento sobre área, direta e indiretamente afetadas, estas não trazem a possibilidade de licenciamento e apresentação do estudo de forma única e em conjunto com outros empreendimentos. Esta é uma das inovações da Lei Geral de Licenciamento Ambiental, que no art. 22 prevê a possibilidade de empreendimentos localizados na mesma área de influência realizarem o EIA de forma cumulativa dispensando a elaboração de estudos específicos para cada atividade, podendo ainda ser emitida uma licença prévia única para o conjunto de atividades ou empreendimento, devendo estar identificado o responsável legal, não afastando a necessidade de emissão das demais licenças.

As investigações sobre o desastre de Mariana apontam para algumas irregularidades no processo de licenciamento ambiental da barragem, mas se questiona se o PL 3749/2004 seria suficiente para prevenir grandes desastres ambientais dessa natureza. As propostas trazidas pelo projeto em alguns pontos se mostram como um avanço, como por exemplo, a possibilidade de apresentar o EIA em conjunto com outros empreendimentos, porém em outros parece retroceder na proteção ao meio ambiente, com a redução dos requisitos mínimos do EIA e a possibilidade da licença de operação corretiva, onde há regularização do empreendimento sem qualquer tipo de sanção, sendo assinado somente termo de compromisso.

Em matéria de legislação ambiental brasileira sempre é importante destacar que a Constituição Federal de 1988 prevê que os princípios da prevenção e da precaução sejam observados para que eventuais danos ao meio ambiente sejam evitados. Pelo princípio da prevenção o Direito busca frear atos previsíveis que possam vir a ocorrer, já o princípio da precaução pretende-se evitar todos e quaisquer riscos que possam surgir da atividade que inevitavelmente ainda que desconhecida poderá impactar na fauna e a flora (MILARÉ, 2014).

O impacto ambiental é inerente a qualquer atividade extrativista, porém a medida de extensão desse impacto bem como os cuidados com os riscos de desastres ambientais é obrigação do estado regulamentar e fiscalizar (MACHADO, 2008). Apura-se, porém, que mesmo com leis mais rígidas, como as relacionadas ao EIA e seus requisitos e obrigatoriedade, estas não se mostram suficientes para evitar danos ambientais, se não houver responsabilidade pelo cumprimento das leis por todos os atores envolvidos, iniciativa privada, sociedade e estado, grande tutor do meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental da pessoa humana (CF, 1988).

CÓDIGO DE MINERAÇÃO: PROJETOS E TENTATIVAS DE ALTERAÇÕES

A atividade de mineração no Brasil atualmente é regida pelo Decreto Lei n. 227/1967, denominado como Código de Mineração que detalha as normas sobre pesquisa, extração e comercialização de substâncias minerais no país. Desde 2011 tramita no Congresso Nacional projeto de lei n. 37/2011 visando alterações na legislação, processo que foi subitamente acelerado diante do desastre de Mariana/MG.

³G1: “MPF diz que Vale jogava mais rejeito em barragem do MG do que declarou”. 04 dez. 2015. Disponível em <<http://g1.globo.com/minas-gerais/desastre-ambiental-em-mariana/noticia/2015/12/mpf-diz-que-vale-jogava-mais-rejeito-em-barragem-de-mg-do-que-declarou.html>> acesso em: 13 dez. 2017.

⁴Infomoney: “Desastre de Samarco aconteceu 2 anos após estudo alertar colapso em represas em MG”. 09 nov. 2015. Disponível em: <<http://www.infomoney.com.br/mercados/noticia/4394250/desastre-samarco-aconteceu-anos-apos-estudo-alertar-colapso-represas>>. Acesso em: 13 dez 2017.

A partir do desastre de 2015, em 2016 surgiu um novo projeto de lei n. 5263/2016 na promessa de ser o Novo Código de Mineração. Ainda em 2017, foram editadas medidas provisórias que alteraram o atual Decreto 227/67, porém, a MP 790/17 que continha alterações significativas no processo de licenciamento e regulamentação perdeu sua eficácia por não ter sido confirmada pelo Congresso Nacional.

Os projetos de lei mencionados serão analisados em uma forma comparativa, buscando demonstrar a real efetividade ou não das propostas de modificação legal, caso fossem leis vigentes à época do desastre ambiental; tratando especialmente sobre três aspectos: a responsabilidade do Estado, plano de contingência e licenciamento.

A RESPONSABILIDADE DO ESTADO

A responsabilização objetiva pelo desastre ambiental ocorrido em Mariana é atribuída diretamente à mineradora Samarco e suas empresas controladoras BHP Biliton e Vale do Rio Doce, empresas que atuam na extração de minérios na região de Mariana – MG, por força da legislação brasileira vigente (art. 14, §1º 6938/81 e art. 225 CF). No entanto, é necessário verificar qual é a responsabilidade do Estado no caso em questão, definindo as atribuições de cada ente, considerando que os recursos minerais são de propriedade da União, incluindo os que estão no subsolo⁵.

Para uma empresa privada poder exercer a atividade de mineração é necessário registrar um requerimento de autorização, conforme art. 38 DL 227/67. Nesse requerimento deverá constar informações sobre a empresa e sobre o espaço em que irão atuar, juntamente com um plano de aproveitamento econômica da jazida composto pelos projetos de engenharia; que será submetido à aprovação pelo Ministério de Minas e Energia. Se aprovada, a concessão será feita mediante portaria assinada pelo Ministro de Estado de Minas e Energia.

Definindo-se que é a União quem dá a concessão, autorização, licença ou permissão para o exercício da atividade mineral (DL 227/67), teria o Estado a responsabilidade solidária em casos de desastre ambiental?

O DL 227/67 não traz nenhuma previsão expressa sobre o tema, no entanto é possível que seja pleiteada a responsabilidade civil do Estado. Pelo art. 3º da Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, inciso IV, o Estado pode se responsabilizar pelos danos ambientais seja pela relação direta ou indireta com o dano. Além desta previsão, é possível pela própria Constituição Federal pelos direitos sociais elencados no art. 6º, requerer a responsabilidade por parte do Estado.

Há em tramitação no Congresso Nacional o Projeto de Lei nº. 37 de 2011 que regula sobre o aproveitamento das substâncias minerais, mas com ressalva nos minérios nucleares, petróleo e gás natural e outros hidrocarbonetos fluidos e das substâncias minerais submetidas ao regime de licenciamento de que trata o inciso III do artigo 2º do Decreto-Lei nº. 227 de fevereiro de 1967. *In verbis*:

Art. 2º. Os regimes de aproveitamento das substâncias minerais, para efeito deste Código, são:
(...) III - regime de licenciamento, quando depender de licença expedida em obediência a regulamentos administrativos locais e de registro da licença no Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (...).

O PL 37/2011 preceitua que a pesquisa e a lavra de substâncias minerais serão feitas através de empresas fundadas em leis brasileiras e ainda que tenha sede e administração no País realizando-se mediante concessão, precedida de licitação. No artigo 12, dispõe que o edital de licitação deve estar devidamente acompanhado da minuta do respectivo contrato e que o julgamento da licitação identificará a proposta

mais vantajosa, mas com ressalva no critério de maior oferta pela outorga da concessão.

Ao realizar o comparativo, quanto à indenização e às nulidades a serem aplicadas às empresas mineradoras, pode-se perceber que o Decreto-Lei vigente restringe a reparação de danos pela aplicação de multas.

O PL 37/2011 corrobora a responsabilidade objetiva pelo dano ambiental, pela qual a concessionária tem o dever de indenizar, sendo responsabilizada civilmente pelos atos de seus prepostos e indenizará qualquer dano decorrente da atividade de lavra, devendo ainda ressarcir à União quando houver ônus.

O mais recente Projeto de Lei acerca do assunto, o PL 5263/2016, que visa instituir o Código de Mineração Brasileiro, prevê responsabilização por parte do Estado. O art. 5º do Projeto de Lei supracitado traz a seguinte redação: “O poder concedente fixará as condições para o aproveitamento de minérios destinados à realização de obras de responsabilidade do poder público, podendo ser dispensada a licitação e a chamada pública”. Pela análise desse dispositivo legal, pode-se afirmar que a nova legislação busca uma responsabilidade solidária, a partir do momento que o Estado fica responsável pelas obras.

Desta forma, a função do Estado não seria somente emitir a concessão ou a permissão, mas fiscalizar o projeto que envolveu o requerimento da atividade mineral, sugerindo que o citado projeto de lei (PL 5263/16) apresenta um rol mais extenso de requisitos para aprovar a atividade mineral.

Há um reforço à aplicação da responsabilidade ao Poder Concedente no art. 29 do PL 5263/16:

Art. 29. Dentre outras atribuições, compete ao Poder Concedente:
(...)

VIII – estabelecer as condições para o aproveitamento dos minérios destinados à realização de obras de responsabilidade do poder público, na forma do art. 5º.

Uma leitura possível desse dispositivo é que a proposta de nova legislação consolida a responsabilidade solidária do Estado, fato que pode ser benéfico para a reparação de danos ambientais. Em assim sendo, se a redação do PL 5263/16 estivesse em vigor à época do desastre da Samarco, o Estado estaria respondendo na forma do art. 5º supra citado.

Outra situação prevista no PL 5263/2016, é a exigência de garantias suplementares para a obtenção de autorização para empreendimentos minerais com risco agravado para o meio ambiente e comunidades impactadas, tais como aqueles que utilizem barragem de rejeitos ou substâncias contaminantes. O atual Código de Mineração não tem esta exigência, que pode ser mais um instrumento de mitigação para desastres como o caso da Mineradora Samarco.

PLANO DE CONTINGÊNCIA: SEGURO CONTRA DESASTRES AMBIENTAIS

Outro aspecto a ser considerado é sobre o plano de contingência que as empresas deveriam ter para estancar os danos causados por eventuais desastres ambientais. A atual legislação de mineração não dispõe de qualquer previsão que obrigue as empresas a se programarem no sentido de ter um seguro para mitigar os danos ambientais causados em decorrência de desastres (FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016).

Ao observar o movimento legislativo para atualizar a Lei de Minas (DL 227/67), houve um primeiro Projeto de Lei n. 37/2011 (Novo Código de Mineração) que optou por não estabelecer uma obrigatoriedade às empresas para criação de planos de contingência (ALVES, 2017). Assim, é necessário reiterar que nem a atual Lei de Minas nem tampouco o Novo Código de Mineração (Projeto de Lei n. 37/2011) abordam sobre planos de contingências para evitar desastres ambientais.

Observa-se que o legislador, num primeiro momento, não se preocupou em impor de maneira expressa,

⁵ Art. 20, IX. BRASIL. Constituição (1988). **Constituição**: República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal. 1988.

que as mineradoras elaborassem um plano de contingências a fim de prevenir desastres ambientais e não determinou a implantação de um seguro contra desastres como o rompimento de barragens (DE CASTRO LACAZ; DE SOUSA PORTO; PINHEIRO, 2017). A mineradora Samarco não possuía a época do desastre, qualquer plano de contingência para conter os riscos, o que poderia ter minimizado os impactos ambientais.

Após o desastre de Mariana, houve debates em mídias sociais e dentro do próprio corpo legislativo, no sentido de impor normativamente uma previsão acerca de planos de contingências às mineradoras. Assim, houve novos projetos de lei sobre o assunto, e atualmente está em trâmite na Câmara dos Deputados o Projeto de Lei 5263/2016 que traz previsão acerca do plano de contingência, conforme é visto no art. 3º, §§ 1º e 2º:

Art. 3º A atividade de mineração abrange a pesquisa, a lavra, o desenvolvimento da mina, o beneficiamento dos minérios e o fechamento da mina.

§ 1º O exercício da atividade de mineração inclui a responsabilidade do minerador pela prevenção, mitigação e compensação dos impactos socioambientais decorrentes da atividade mineral, pela recuperação ambiental das áreas impactadas, pela preservação da saúde e segurança dos trabalhadores, pela promoção do bem-estar das comunidades envolvidas e do desenvolvimento sustentável da região, bem como pela **prevenção de desastres ambientais, incluindo a elaboração e implantação de plano de contingência.**

§ 2º É obrigatória a contratação de seguro contra rompimento ou vazamento de barragens de rejeitos, para cobertura de danos físicos, incluindo morte, e de prejuízos ao patrimônio público e privado e ao meio ambiente, das áreas urbanas e rurais atingidas.

A partir desse artigo, observa-se que os debates acerca do tema envolveram a relação de risco e contingência. No possível novo texto legal, a responsabilidade da empresa exploradora é mais clara, obrigando que se tenha um plano de contingência. Nesse sentido, a lei obriga a contratação de seguro contra desastres que causem danos ambientais.

A redação descreve danos como “*rompimento ou vazamento de barragens de rejeitos, para cobertura de danos físicos, incluindo morte, e de prejuízos ao patrimônio público e privado ao meio ambiente, das áreas urbanas e rurais atingidas*”, situações ocorridas no desastre da mineradora Samarco. O legislador restringindo a redação deixou uma margem para que, em outros tipos de desastres, não haja a obrigatoriedade do seguro, como por exemplo, explosões (acumulo de gás metano), derramamento de rejeitos minerais em rios (pelo subsolo, sem necessariamente romper uma barragem), emissão de gases tóxicos na atmosfera (LIMA, et al., 2015).

O contingenciamento de riscos é premissa obrigatória para se falar em atividade mineradora sustentável. A mineração emprega no Estado brasileiro muito pouco em relação com o que extrai, destruindo ecossistemas por décadas. Um conceito de mineração sustentável precisa investir em prevenção, modificando a forma de distribuição da renda gerada pela mineração, especialmente em atenção às comunidades vizinhas à mineração, não apenas com ações preventivas, mas também preparando essa região e seus moradores, para quando não mais houver mineração (PRADO, 2017).

MEDIDAS PROVISÓRIAS 789 e 791 DE 26 DE JULHO DE 2017

Foram aprovadas no dia 25 de julho de 2017 as Medidas Provisórias (MP) de números 789 e 791, que

alteram a legislação sobre mineração no Brasil.

As Medidas Provisórias alteraram, ao todo, 23 pontos inseridos Código de Mineração (Decreto-Lei nº 227/67), destacando-se as mudanças na forma de cobrança da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), chamados “royalties da mineração”, não mais calculado sobre o faturamento líquido, e sim, sobre o faturamento bruto da venda do minério, bem como o aumento das suas alíquotas de cobrança e a transformação do Departamento Nacional de Mineração em uma agência reguladora, a Agência Nacional de Mineração (ANM). A Medida Provisória (MP) 789/91 alterou as alíquotas da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), com variação entre 0,2% e 4%, incidindo sobre a receita bruta, e não mais sobre a receita líquida.⁶ Todavia, no caso de venda a CFEM incidirá na receita bruta, sendo deduzidos os tributos incidentes sobre a comercialização; no caso de consumo, refletirá sobre a receita calculada, considerando o preço corrente do minério, de seu similar no mercado ou o preço de referência definido pela Agência Nacional de Mineração; nas exportações para países com tributação favorecida, recairá sobre a receita calculada; no caso de extração sob o regime de permissão de lavra garimpeira, será sobre o valor da primeira aquisição do minério; e, em leilões públicos, sobre o valor de arrematação.⁷

Enquanto que a Medida Provisória (MP) 791/2017 instituiu a Agência Nacional de Mineração (ANM), com sede no Distrito Federal, podendo ter unidades regionais, integrando a administração pública federal indireta, sujeitando-se a regime autárquico especial e estando vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Esta agência reguladora extinguiu o Departamento Nacional de Produção Mineral, assumindo as suas funções.

Além disso, segundo a referida Medida Provisória, o objetivo da Agência Nacional de Mineração é de implementar as políticas nacionais para as atividades integrantes do setor de mineração, cabendo a ela também, estabelecer normas e padrões para o aproveitamento dos recursos minerais, observadas as políticas de planejamento setorial definidas pelo Ministério de Minas e Energia, trazendo assim, mais independência e estabilidade ao setor.

Juntamente com as Medidas Provisórias citadas, foi publicada a MP 790/2017, que perdeu sua eficácia porque não foi votada em tempo hábil pelo Congresso Nacional, para que se tornasse lei. Essa MP, de relevante para os aspectos estudados neste artigo, impunha a necessidade do minerador, após a solicitação do requerimento de lavra, comprovar, semestralmente, o estabelecimento das medidas legais necessárias para obtenção da licença ambiental, sob pena de indeferimento do requerimento de lavra.

TRATAMENTO JURISPRUDENCIAL - ROMPIMENTO DE BARRAGENS

As barragens vêm fazendo parte da história da humanidade ao longo dos séculos. Represar água para utilização em plantações, energia ou como força mecânica, proporcionou a diferentes civilizações a possibilidade de melhorar a qualidade e as condições de vida de pessoas e comunidades.

Weiland (2012) considera que projeto de barragem sustentável é baseado nos seguintes itens: segurança da barragem, aspectos ambientais, aspectos econômicos, e aspectos sociais. Uma represa de armazenamento é um projeto de infraestrutura que deve proporcionar benefícios aos seus *stakeholders*, como produção de alimentos, eletricidade, abastecimento de água, proteção contra inundações, aquicultura, recreação náutica, etc.

Em outros países como a China e os Estados Unidos, a construção de barragens tem também por

⁶As MPs 789, 790 e 791/2017 e as mudanças trazidas ao Código de Mineração. Disponível em <http://gianfrancescogenoso.com.br/direito-administrativo/as-mps-789-790-e-7912017-e-as-mudancas-trazidas-ao-codigo-de-mineracao/>. Acesso em 18.03.2018

⁷Governo envia ao Congresso MPs que mudam regras no setor de mineração. In: **Senado Notícias**. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2017/07/26/medidas-provisorias-mudam-regras-no-setor-de-mineracao>. Acesso em 18.03.2018

objetivo, mitigar possíveis inundações, garantindo a segurança de cidades que podem estar em rota de grandes fluxos de água (LEMPÉRIÈRE, 2017).

No Brasil as barragens são utilizadas como açudes, principalmente no nordeste, em hidrelétricas para a produção de energia e como repositório de rejeitos, nas atividades ligadas a mineração.

O elemento básico em qualquer estrutura ou infraestrutura sustentável é segurança. Portanto, para represas de armazenamento sustentáveis, a ênfase deve ser a segurança em longo prazo da barragem. Hoje, a segurança da barragem exige um conceito de segurança integral, que compreende os seguintes elementos: segurança estrutural; monitoramento da segurança; segurança operacional e manutenção; e planejamento de emergência. A segurança em longo prazo inclui principalmente a análise de todos os perigos afetando o projeto; isto é, perigos do ambiente natural, perigos do ambiente criado pelo homem e específicos de projetos e perigos específicos do site (WIELAND, 2016).

Nas últimas décadas, os danos causados por desastre com barragens de destruição aumentou significativamente devido ao efeito das mudanças climáticas e da superpopulação. A falha em barragens proporciona a descarga de enorme volume de água e sedimento e pode resultar em inundação e catástrofe, na área situada a jusante (KHANH DO *et al.*, 2016).

Exatamente este tipo de catástrofe que é analisado neste artigo. O rompimento de barragem sempre causa danos graves, com perdas econômicas severas, prejuízos ambientais a flora e a fauna por vezes irreversíveis, além de vidas humanas. Em nosso País, os 3 casos mais conhecidos, causaram danos ambientais e sociais consideráveis em Cataguases (Minas Gerais) e em Lagoa Grande (Paraíba), além de Mariana também em Minas Gerais.

Os dois primeiros casos ocorreram em 2003 e 2004 e a causa pelos incidentes decorreu de negligência nos procedimentos de segurança. Em ambos, a fiscalização inoperante do Estado contribuiu decisivamente para os eventos, considerando que a manutenção e o acompanhamento dos projetos teriam evitando as sérias consequências advindas posteriormente.

A semelhança jurisprudencial da análise destes fatos incide na conclusão de que o Estado foi responsabilizado ora por não fazer a correta fiscalização (Cataguases) ora por não fazer a manutenção exigida, de barragem que era sua responsabilidade (Lagoa Grande). Assim as decisões sobre o tema encontram alinhamento em suas conclusões, como demonstram alguns acórdãos do Tribunal de Justiça de Minas Gerais:

APC 1.0439.07.067803-2/001- Ação de indenização por danos morais. Cerceamento de defesa não configurado. Rompimento de barragem de contenção. Responsabilidade objetiva civil. Dano e nexa causal. Comprovação. Dever de indenizar. Arbitramento do valor pelo magistrado.

APC 1.0439.07.072501-5/001 - Rompimento de barragem. Inundação. Responsabilidade objetiva. Danos morais e materiais comprovados. Indenização devida. - Comprovados o ilícito, o dano e o nexa causal entre um e outro, decorrentes de rompimento de barragem e inundação e destruição de casas e pertences, aliados à responsabilidade objetiva da mineradora, impõe-se a procedência do pedido indenizatório por danos morais e materiais.

APC 1.0249.08.002541- 7/001 - Ação de indenização por danos materiais e morais. Rompimento de barragem de contenção. Residência atingida pelos resíduos, misturados a água de chuva. Comprovação documental, testemunhal e fotográfica. Responsabilidade objetiva. Dever de indenizar. Valor suficiente à reparação dos danos. Manutenção da sentença. - Configuram-se como danos materiais e morais os sofridos por quem tem sua casa e pertences danificados por lama e detritos

decorrentes de rompimento de barragem e fica ao desabrigo durante dias. A indenização deve ser suficiente apenas para reparar os danos causados, nos termos do art. 944, caput, do Código Civil, não podendo ensejar o enriquecimento indevido do ofendido, em detrimento do ofensor. Recurso não provido.

Deve-se notar também que a jurisprudência imputa ao Estado responsabilidades decorrentes de rompimento de barragens quanto negligência seu papel ou de fiscalização, caso de Cataguases, ou de manutenção, caso de Camará. Não são diferentes os posicionamentos dos seguintes acórdãos dos Tribunais de Justiça da Paraíba e Minas Gerais:

Processo 200.2006.020727-7/001 - Ação Ordinária de Indenização por danos morais, materiais e patrimoniais. Rompimento da barragem Camará. Responsabilidade objetiva do estado. Recibo de verba indenizatória. Improcedência. Irresignação. Termo de indenização pactuado com terceiro estranho à lide. Danos materiais não comprovados. Dano moral caracterizado. Dever de indenizar do estado. Provimento parcial. [...] A responsabilidade civil do Estado encontra-se comprovada, uma vez que tem este, por obrigação, manter em condição regular o uso e sem oferecer riscos, as obras públicas, configurando, pois, no caso, conduta omissiva do Estado.

Processo 003.2007.000667-5/001 - Civil e Constitucional. Recurso Oficial e Apelação Cível. Ação de Indenização por dano moral e material. Rompimento de Barragem. Responsabilidade Civil do Estado. Recebimento de verba indenizatória. Caráter Emergencial e Assistencial. Indenização Devida. Manutenção da sentença. Desprovimento do recurso oficial e da apelação cível. Tem-se como caracterizada a atuação ineficiente do serviço, quando o Estado tendo dever de fiscalizar o andamento das obras contratadas e/ou realizadas, sobretudo a de uma Barragem, tão próxima à Comunidade e, por isso mesmo, carecedora de uma maior atenção por parte do Poder Público, ante a possível tragédia de um rompimento, como de fato ocorrido, não realiza obras de conservação de melhoramento. Fixado razoavelmente a indenização por dano moral, atendendo aos requisitos subjetivos e objetivos da indenização, a manutenção da sentença é medida que se impõe.

Processo nº 200.2006.020056-1/002 - Responsabilidade Civil do Estado. Rompimento de Barragem. Omissão do Ente Público. Responsabilidade subjetiva. Precedentes do STF. Falta do Serviço. Caracterização. Dever de indenizar demonstrado. Dano moral não afastado por recibo de quitação firmado nos autos. Indenização fixada de forma razoável. Sentença mantida. Desprovimento do recurso. Conforme orientação do STF, tratando-se de ato omissivo do poder público, a responsabilidade civil por tal ato é subjetiva, pelo Que exige dolo ou culpa, está numa de suas três vertentes, a negligência, a imperícia ou a imprudência, não sendo, entretanto, necessário Individualizá-la, dado que pode ser atribuída ao serviço público, de forma genérica, a falta do serviço. Tem-se como caracterizada a atuação ineficiente do serviço, quando o Estado tendo dever de fiscalizar o andamento das obras contratadas e/ou realizadas, sobretudo a de uma Barragem, tão próxima à Comunidade e, por isso mesmo, carecedora de urna maior atenção por parte do Poder Público, ante a possível tragédia de um rompimento, como de fato ocorrido, não realiza obras de conservação de melhoramento.

APC 107.2006.265058-6/001 - Ação de indenização por dano moral e material. Rompimento da barragem Camará. Inundação da residência e destruição dos bens. Recebimento de verba em caráter emergencial. Procedência. Irresignação. Manutenção do dano moral. Responsabilidade civil subjetiva. Fiscalização da obra. Dever do estado. Danos comprovados. Provimento negado. O pagamento parcial efetuado pelo estado não impede que a promovente, ora apelada, pleiteie em juízo a indenização pelos danos morais que sofreu. A responsabilidade da administração pública

por ato omissivo é subjetiva, dependendo, para sua configuração, da efetiva ocorrência do dano, de uma omissão ilícita estatal, e da relação de causalidade entre o dano e a conduta culposa do ente público em deixar de prestar ou prestar mal o serviço público.

O Superior Tribunal de Justiça também já se manifestou sobre o tema, em 2014, no julgamento do Recurso Especial nº 1.374.284/MG, submetido ao rito dos recursos repetitivos (art. 543-C, CPC), discutindo-se justamente um desastre ambiental decorrente do rompimento de barragem, confirmou o entendimento firmado no julgamento do Recurso Especial nº 1.114.398/PR, em 2012, determinando de que a responsabilidade civil por dano ambiental é objetiva, acolhida pela teoria do risco integral, afastando a invocação de condições excludentes de responsabilidade para evitar o dever reparatório (BELCHIOR; PRIMO, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A constitucionalização dos princípios que regem a questão ambiental no Brasil é concretizada pelo artigo 225 da Constituição de 1988. Tal positividade confere aos princípios de Direito Ambiental rigidez formal irradiando seus efeitos por todo o ordenamento, além de exigirem um procedimento mais solene para sua alteração, o que de certa forma é uma garantia dos direitos já adquiridos pelo texto constitucional. Observa-se, portanto, que o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado é garantido no Brasil e pela ordem internacional também.

O que se observa no direito ambiental brasileiro, entretanto, é uma excessiva discussão teórica, com demora na regulamentação de direitos já normatizados, porém, sem efetividade porque não regulamentados.

O excesso de burocratização na esfera administrativa brasileira também se mostra como uma dificuldade da efetividade do direito ambiental. As competências entre os entes federados e seus respectivos órgãos geram longas discussões que atrasam a prestação estatal à demanda ambiental, seja na esfera executiva seja na judiciária. O avanço certamente não se configura diante de leis como a MP 790/2017 que alterou o Código de Mineração DL 227/1967 ou mesmo o projeto de lei para mudanças no licenciamento ambiental.

Não se pode negar que a regulamentação adequada é importante para garantir a reparação imediata ou quase imediata dos danos ambientais, como no caso de Mariana/MG, no entanto, a legislação vigente sobre exploração mineral, se fosse corretamente aplicada, já minimizaria riscos e daria conta de algumas reparações, visto o elevado valor de multas já aplicadas à Samarco pelos órgãos responsáveis, mas que pelas estratégias jurídicas brasileiras, ainda não se efetivaram.

Os interesses econômicos, em geral, consideram a causa ambiental um entrave ao desenvolvimento de suas atividades e ao crescimento do Brasil. Tais interesses pressionam fortemente decisões de governo e também judiciais, como exemplo, os transgênicos, a usina nuclear de Angra 3, as hidroelétricas do Rio Madeira, transposição do Rio São Francisco, Hidroelétrica de Belomonte entre outros.

A dinâmica da proteção ambiental brasileira com a participação dos governos federal, distrital, estaduais e municipais, e da sociedade civil organizada contribui para a melhoria da qualidade da governança ambiental, porém não garante que na definição das políticas sejam priorizados os interesses sócios ambientais.

A perspectiva do desenvolvimento sustentável enfrenta oposição em diversos segmentos ao entenderem equivocadamente o meio ambiente como um entrave ao desenvolvimento, quando, na verdade, é um elemento propulsor do desenvolvimento. No caso do Brasil, a biodiversidade é responsável por aproximadamente 50% do PIB, e muitas outras fontes de “economia verde” como: recicláveis, agricultura sintrópica, fontes renováveis de energia, podem gerar desenvolvimento.

Assim, é fundamental que empresas, sociedade, governo e operadores dos poderes legislativo e judiciário estejam em sintonia, visando conciliar também os interesses sociais e ambientais. Os interesses econômicos setorializados, como na mineração, ainda constituem um grande obstáculo para a promoção de uma política ambiental integrada para o desenvolvimento sustentável o que certamente só será possível com uma legislação ambiental regulamentada passível de efetividade.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. Seguro contra desastres ambientais é excluído do código de mineração. In: **Revista Apólice**. [Online] Publicado em 15 de agosto de 2017. Disponível em <http://www.revistaapolice.com.br/2017/08/seguro-desastres-ambientais-codigo-de-mineracao/>. Acesso em 11.dez.2017.

AZEVEDO, A.L. Acidente em Mariana é o maior da História com barragens de rejeitos. O Globo, Rio de Janeiro, 17 nov. 2016. Disponível em: < <http://oglobo.globo.com/brasil/acidente-em-mariana-o-maior-da-historia-com-barragens-derejeitos-18067899>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

BELCHIOR, G. P. N.; PRIMO, D. A. S. A responsabilidade civil por dano ambiental e o caso Samarco: desafios à luz do paradigma da sociedade de risco e da complexidade ambiental. **Revista Jurídica da FA7**, v. 13, n. 1, p. 10-30, 2016.

BIZAWU, K., MOREIRA, R. L. Licenciamento ambiental e a política nacional de segurança de barragem Lei 12.334/2010. **Revista Jurídica**, v.3, n.48, 271-298, 2017.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição**: República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal. 1988.

BRASIL. **Decreto Lei nº 227**, de 28 de fevereiro de 1967. Código de Minas. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0227.htm. Acesso em 11.dez.2017.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 11.dez.2017.

BRASIL. Planalto. **Mudanças na legislação deixam o setor mais atrativo e seguro entenda**. Disponível em <http://www2.planalto.gov.br/acompanheplanalto/noticias/2017/07/mudancas-na-legislacao-deixam-setor-mais-atrativo-e-seguro-entenda>. Acesso em: 13 dez. 2017.

BRASIL. **Projeto de Lei da Câmara dos Deputados nº 5263**, de 06 de julho de 2016. Disponível em <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2084289>. Acesso em: 13.dez.2017.

DE CASTRO LACAZ, F. A., DE SOUSA PORTO, M. F., PINHEIRO, T. M. M. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**,v.42, p. 1-12, 2017.

FONSECA, M. D. (2016). **Nossa história: Minas Gerais é o berço da legislação mineral** Disponível em

https://www.em.com.br/app/noticia/politica/2014/11/08/interna_politica,587993/nossa-historia-minas-gerais-e-o-berco-da-legislacao-mineral.shtml Acesso em: 16 março 2018.

FUNDAÇÃO RENOVA – Disponível em <http://www.fundacaorenova.org/quem-faz-parte/>, Acesso em: 16 março 2018.

FREITAS, C. M. D., SILVA, M. A. D., MENEZES, F. C. D. O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. **Ciência e Cultura**, v. 68, n.3, p. 25-30, 2016.

GADELHA, Marina. **Mineração: o que muda com as medidas provisórias 789, 790 e 791. In: Migalhas.** Publicado em 01 de agosto de 2017. Disponível em: <http://www.migalhas.com.br/dePeso/16,MI262884,61044-Mineracao+o+que+muda+com+as+medidas+provisorias+789+790+e+791>. Acesso em: 18 mar.2018.

GENOSO, Gian Francesco. **As MPs 789, 790 e 791/2017 e as mudanças trazidas ao Código de Mineração.** Disponível em <http://gianfrancescogenoso.com.br/direito-administrativo/as-mps-789-790-e-7912017-e-as-mudancas-trazidas-ao-codigo-de-mineracao/>. Acesso em: 18 mar.2018.

IBAMA. Laudo técnico preliminar - **Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais, 2015.** Disponível em http://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo_tecnico_preliminar_ibama.pdf. Acesso em: 19 dez. 2017.

IGAM. Encarte especial sobre a qualidade das águas do rio doce após 2 anos do rompimento de barragem de fundão - 2015/2017. Disponível em <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/sala-de-situacao/rio-doce/documentos-relacionados/encarte-qualidade-da-gua-do-rio-doce-dois-anos-apos-rompimento-de-barragem-de-fundao-1.pdf>. Acesso em: 21 maio 2019.

KHANH DOA, X; MINSEOK, K; NGUYENC, H. P. T.; JUNG D, K. Analysis of landslide dam failure caused by overtopping. **Procedia Engineering**, n. 154, p. 990 – 994, 2016.

LEMPÉRIÈRE, F. Dams and Floods. **Engineering**, n. 3, p. 144–149, 2017.

LIMA, F. D. P. A., DINIZ, E. H., ROCHA, R., CAMPOS, M. Barragens, barreiras de prevenção e limites da segurança: para aprender com a catástrofe de Mariana. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.40, n.132, p.118-120, 2015.

LOPES PASSOS, F.; COELHO, P.; DIAS, A. (Des) territórios da mineração: planejamento territorial a partir do rompimento em Mariana, MG. **Cadernos Metrópole**, v. 19, n. 38, 2017.

MANSUR, M. S., WANDERLEY, L. J., MILANEZ, B., SANTOS, R. S. P. D., GIFFONI PINTO, R., GONÇALVES, R. J. D. A. F., COELHO, T. P. **Antes fosse mais leve a carga:** introdução aos argumentos

e recomendações referentes ao desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton. Marabá: Editorial Iguana, 2016.

MACHADO, H. L. **Função socioambiental:** solução para o conflito de interesses entre o direito à propriedade privada e o direito ao meio ambiente ecologicamente preservado. MPMG Jurídico, 2008.

MARTINS, H. P. **Responsabilidade do Estado no Dano Ambiental. In: Âmbito Jurídico.** Disponível em: http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=17235. Acesso em 11.dez. 017

MINERAÇÃO, Código de. In: **Instituto Socioambiental.** Disponível em <https://www.socioambiental.org/ptbr/tags/codigo-de-mineracao>. Acesso em 13 dez. 2017.

PRADO, A.S. **Desastres Ambientais: Experiências Nacionais e Internacionais.** Disponível em https://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/publicacao_desastres_ambientais_miolo-bilingue_final-web.pdf. Acesso em:24 maio 2019.

PROJETO DE LEI da Câmara dos Deputados 3749/2004. Disponível em <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=CCB8A080B97422299601A3204C0C74E6.proposicoesWebExterno1?codteor=1592274&filename=Tramitacao-PL+3729/2004> acesso em: 13 out. 2017.

PROJETO DE LEI da Câmara dos Deputados nº37, de 03 de fevereiro de 2011. Disponível em: http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=7A4B1644CC175A1B2FA9DA54D7BD78DF.proposicoesWebExterno1?codteor=1583645&filename=PL+37/2011. Acesso em: 13.12.2017. Acesso em: 13.12.2017.

PROJETO DE LEI da Câmara dos Deputados nº 5263, de 06 de julho de 2016. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2084289>. Acesso em: 13.dez.2017.

SILVA, A. R., ALENCAR, A. G. O., DE OLIVEIRA, I. C., DOS SANTOS, M. D. C. L., DA SILVA, O. L., BRAGA, P. E. D. S., & DO MONTE, K. T. Análise quanto a responsabilidade civil referente ao caso em mariana/mg: acidente ou crime ambiental?. **Revista de Trabalhos Acadêmicos-Universo Recife**, v. 3, n. 2, 2016.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA MINAS GERAIS – Apelação Cível nº 1.0439.07.067803-2/001, 18ª Câmara Cível, Rel. Des. Arnaldo Maciel, J. Acesso em: 24.ago.2010.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA MINAS GERAIS - Apelação Cível nº 1.0439.07.072501-5/001, 13ª Câmara Cível, Rel. Des. Luiz Carlos Gomes da Mata, J. Acesso em: 5.ago.2010.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA MINAS GERAIS - Apelação Cível nº 1.0249.08.002541- 7/001, 10ª Câmara Cível, Rel. Des. Gutemberg da Mota e Silva, J. Acesso em: 9.mar..2010.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA PARAÍBA- Processo nº 200.2006.020727-7/001, Relator: Juiz Fábio Leandro de Alencar Cunha, 3ª Câmara Cível, Data do julgamento: Acesso em:19jun. 2008.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA PARAÍBA- Processo nº 00320070006675001; 3ª Câmara Cível; Relator Des. Genésio Gomes Pereira Filho; Data do julgamento: Acesso em: 27 abril 2010.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA PARAÍBA- Processo nº 200.2006.020056-1/002; Relator Des. Manoel Soares Monteiro; Data do julgamento: Acesso em: 20 nov. 2009.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA MINAS GERAIS- Processo nº 1.0702.06.265058-6/001; relator des. Elias Camil; Data do julgamento: Acesso em:

VALLE, R. S. T. Mineração em território quilombola: uma análise jurídica do problema. In: LIMA, A. (Org.). **O Direito para o Brasil Socioambiental**. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris Editor, 2002.

VENTURA, M. **Lei de licenciamento ambiental é criticada**. Publicado em 18 de junho de 2017. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/infraestrutura/lei-de-licenciamentoambiental-criticada-21355341>. Acesso em: 13 dez 2017.

VIEIRA, R.: **Fundação Renova corre para reparar tragédia do Rio Doce**. Disponível em <https://exame.abril.com.br/revista-exame/em-compasso-de-espera-2/>. Acesso em: 22 dez 2017.

WIELAND, M. Safety Aspects of Sustainable Storage Dams and Earthquake Safety of Existing **Dams. Engineering**, n. 2, 2016.

WIELAND M. Safety aspects of sustainable storage dams. International symposium on life-cycl civil engineering., 3. **Proceedings**. Mini-symposium on sustainable dams and embankments; 2012 oct 3–6; Vienna, Austria, 2012.



<http://revistarebram.com/index.php/revistauniara>

RESPONSABILIDADE CIVIL DIANTE DOS IMPACTOS CAUSADOS POR EXPOSIÇÃO AOS AGROTÓXICOS À SAÚDE HUMANA

Susan Costa*; Manoel Baltasar Baptista da Costa**; Hildebrando Herrmann**.

*Advogada Mestranda no Programa Pós Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente – Universidade de Araraquara/ UNIARA.

**Docente no Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente pela Universidade de Araraquara/ UNIARA.

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

PALAVRAS-CHAVE

Agrotóxicos
Intoxicações
Responsabilidade Civil

KEYWORDS

Pesticides
Intoxications
Civil Responsibility

RESUMO

O trabalho agrícola pode ser considerado uma das ocupações mais perigosas da atualidade diante dos vários riscos ocupacionais, destacando-se os impactos da exposição constante aos agrotóxicos em suas mais variadas formas, causando intoxicações agudas, doenças crônicas e danos ambientais variados. Os trabalhadores rurais expostos a esses produtos são a maioria, sendo as intoxicações agudas a forma mais visível do seu impacto na saúde, apesar de existirem outras formas, nem sempre aparentes ou notificadas. Portanto, estamos diante de um grave problema no setor da saúde pública, considerando-se ainda, que a ocorrência de subnotificações dos casos de intoxicação por agrotóxicos possui dados relevantes. Neste Cenário, o presente artigo se propõe a uma análise dos principais elementos que envolvem o tema da Responsabilidade Civil diante dos impactos causados por agrotóxicos à saúde humana, notadamente aos trabalhadores rurais, focando na problemática da difícil caracterização do nexo causal tendo em vista a complexidade da insegurança jurídica causada por sua difícil caracterização, principalmente nos casos de intoxicação crônica por agrotóxicos, visto que uma variável imensa de danos à saúde só se manifesta em momentos futuros após a exposição contínua a esses agentes.

Abstract

CIVIL LIABILITY ON THE IMPACTS CAUSED BY EXPOSURE TO PESTICIDES TO HUMAN HEALTH

The farm work can be considered one of the most dangerous occupations of today faced with the various work risks, with highlight to the impacts of constant exposure to pesticides in their most varied forms, causing acute poisoning, chronic diseases and various kinds of environmental damages. The rural workers exposed to these products are the majority, being acute poisoning the most visible form of its impact on health, although there are other ways, not always apparent or notified. Therefore, we are facing a serious problem in the field of public health, considering that the occurrence of underreporting of cases of poisoning by pesticides has relevant data. In this scenery, the present article intends to analyze the main elements that involve the theme of the Civil Responsibility in the face of the impacts caused by pesticides to the human health, especially to the rural workers, focusing on the problem of the difficult characterization of the causal connection considering the complexity of the juridical insecurity caused by its difficult characterization, mainly in the cases of chronic intoxication for pesticides, because an immense variable of damages to the health only appears in future moments after the continuous exposure to those agents.

Recebido em: 12/12/2018

Aprovação final em: 21/03/2019

DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i2.750

INTRODUÇÃO

Após a Revolução Industrial, a agricultura passou a incorporar mudanças, sendo as principais e de maior impacto sobre a saúde e o meio ambiente, as que revestem o uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos, estes últimos também chamados de defensivos agrícolas.

A utilização maciça e em grande escala de agrotóxicos em nosso país, qualificado como maior consumidor mundial de agrotóxicos do mundo é motivo de grande preocupação dos estudiosos e ambientalistas (LONDRES, 2011). Essa questão teve maior avanço a partir da década de 1950, com o surgimento e disseminação de novas tecnologias, cujo objetivo era a produção extensiva de *commodities* agrícolas, através de um movimento de difusão conhecido como “Revolução Verde”, cujo principal elemento da “Revolução Verde” foi o uso maciço de substâncias químicas, fertilizantes, agrotóxicos e a mecanização (BUL; HATHAWAY, 1986, p.164).

Até a década de 1960, no Brasil, ainda eram pouco adotadas as tecnologias decorrentes da revolução verde. A agricultura brasileira passou por rápidas e profundas transformações a partir do momento em que as políticas públicas e de incentivo às pesquisas existentes, passaram a disponibilizar novas tecnologias, despertando interesses aos agricultores mediante a divulgação de que a substituição da agricultura tradicional por novas técnicas de cultivo, consideradas mais dinâmicas e modernas, aumentariam a produtividade e o lucro, além de propiciar a inserção da agricultura nacional no mercado mundial, principalmente através do cultivo da soja. E tal consumo só foi possível com o expressivo incremento de recursos públicos e externos aportados ao crédito rural (BUL; HATHAWAY, 1986, p.165).

A partir de então, a demanda por substâncias químicas aumentou notadamente, os agrotóxicos foram definidos, pela Lei 7802 de 1989. Ocorre que tais práticas muito têm contribuído para imensuráveis prejuízos ao meio ambiente e ao ser humano e outros animais, e nos dizeres de GARCIA, 2001 apud PIMENTEL, 1993, a respeito dos efeitos na Saúde Humana “doenças e intoxicações humanas são claramente o mais alto preço pago pelo uso de agrotóxicos”.

Deste modo, o presente trabalho se propõe a uma análise dos elementos que envolvem o tema da Responsabilidade por danos à saúde dos trabalhadores e consumidores diante de quadros de intoxicação por agrotóxicos, focando na problemática da caracterização donexo causal e da aplicação da teoria da responsabilidade objetiva, sendo relevante ressaltar a importância da flexibilização da prova do nexocausal, aliada ainda, a instrumentos que a demonstrem de modo inequívoco, tais como a teoria do nexocausal epidemiológico.

METODOLOGIA

A presente pesquisa é qualitativa, utilizando do método de levantamento bibliográfico. Primeiramente são apontados impactos negativos dos agrotóxicos sobre a saúde humana através de um levantamento bibliográfico da literatura médica nesse sentido, relacionando e comparando as conclusões apresentadas nesses estudos.

Os reflexos jurídicos dos efeitos dos agrotóxicos sobre a saúde humana foram estudados a partir da observação do tratamento apresentado em ações judiciais, mediante levantamento Jurisprudencial em busca de interpretações dos Tribunais Estaduais e Tribunais Superiores competentes. O território da pesquisa é o Nacional e o período os últimos 10 anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos vários riscos ocupacionais o trabalho agrícola destaca-se como uma atividade cada vez mais perigosa exposta aos impactos da exposição constante aos agrotóxicos em suas mais variadas formas,

causando intoxicações agudas e doenças crônicas. As consequências danosas de agrotóxicos também se estendem à contaminação do meio ambiente, tais como rios, solo, lençóis freáticos e ar, com especial ênfase às causadas pelas práticas de pulverização aérea, método que dispersa partículas dos produtos em todo entorno da produção rural.

A maior parte dos agrotóxicos utilizados acaba atingindo o solo e as águas, principalmente pela deriva, na aplicação ao controle de ervas invasoras, pela lavagem das folhas tratadas, pela lixiviação, pela erosão, pela aplicação direta em águas para controle de vetores de doenças, pelos resíduos de embalagens vazias, pela lavagem de equipamentos de aplicação e por efluentes de indústrias de agrotóxicos (FERREIRA, 2006).

Os pilares utilizados para justificar estas tecnologias que envolvem o uso extensivo de agrotóxicos têm como argumento principal aumentar a produtividade ou evitar a perda da mesma, através do controle de doenças e pragas que atacam a cultura agrícola.

Diante da constante busca pela alta produtividade e manutenção da inserção do país no mercado internacional produtor de alimentos, nosso modelo de produção tornou-se químico-dependente, favorecendo cada vez mais o aumento de consumo de agrotóxicos em grande escala, ao lado do aumento de novas tecnologias para produções em grandes extensões de terra (latifúndios).

Nesse raciocínio a necessidade dos agrotóxicos é justificada por meio da racionalidade tecnocrática, baseada na corrente de pensamento de que as técnicas destinadas para solucionar os desafios alimentares no mundo são moralmente justificáveis por si só, devendo ser aplicadas.

Posto isso, está-se diante de um embate entre “a racionalidade econômica e a racionalidade ambiental”. Esse conflito exprime a necessidade de haver uma reavaliação da realidade, dos modelos sociais, econômicos, políticos e jurídico, que modelam e direcionam o comportamento social e do Estado (LEFF, 2002).

Por outro lado, a utilização dos agrotóxicos no Brasil tem trazido sérias consequências, tanto para o meio ambiente como para a saúde de populações como a do trabalhador, especialmente o camponês e suas famílias.

Essas consequências são, na maioria das vezes, condicionadas pelo contexto e modo de produção químico-dependente, pelas relações de trabalho, pela toxicidade dos produtos utilizados como agrotóxicos e de micronutrientes contaminados, pela precariedade dos mecanismos de vigilância da saúde, pelo uso inadequado ou falta de equipamentos de proteção coletiva e individual. Tal situação é agravada pelas precárias condições socioeconômicas e culturais da grande maioria dos trabalhadores rurais, que ampliam sua vulnerabilidade à toxicidade dos agrotóxicos (SOBREIRA; ADISSI, 2003).

Estima-se que, entre trabalhadores de países em desenvolvimento, os agrotóxicos causam anualmente setenta mil intoxicações agudas e crônicas que evoluem para óbito, e pelo menos sete milhões de casos de doenças agudas e crônicas não fatais (OMS\OPAS, 2015).

Portanto, a exposição humana a agrotóxicos constitui um grave problema de saúde pública em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento. O desconhecimento dos riscos e das normas de segurança, a falta de fiscalização e a livre comercialização dos agroquímicos têm contribuído para o agravamento dos quadros de doenças relacionadas a esses produtos (SIQUEIRA, 2013).

Os trabalhadores rurais no Brasil têm, em geral, baixo nível de escolaridade; muitas vezes utilizam a aplicação intensiva de agrotóxicos como principal medida de controle de pragas; passaram por pouco ou nenhum treinamento para a utilização de agrotóxicos; desconhecem muitas situações de riscos e não utilizam equipamentos de proteção coletiva e individual para a manipulação e aplicação dos produtos (SCHMIDT; GODINHO, 2006).

Deve-se ressaltar a grande ocorrência, no Brasil, de sub-registro das intoxicações por agrotóxicos. Esta é uma das grandes vulnerabilidades institucionais do país, entre outras relacionadas ao controle e

monitoramento do uso de agrotóxicos em todo o território nacional. Vários sistemas oficiais registram intoxicações por agrotóxicos no país, porém considerados ainda insatisfatórios para a finalidade de responder adequadamente como instrumento de vigilância deste tipo de agravo (ABRASCO, 2017).

O Direito, por sua vez, se mostra como um importante instrumento, sendo que não obstante a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, prever o uso de agrotóxicos, se o for de forma desmedida acarretará diversos danos à saúde do trabalhador e do consumidor, e que é incompatível com a definição de desenvolvimento sustentável e com a própria Constituição Federal e Princípios Constitucionais vigentes.

Assim, nos princípios da prevenção e do poluidor-pagador encontram-se os fundamentos da responsabilização do agente de forma objetiva pelo risco que atividade representa quando da exploração dos recursos naturais (CF, 1988).

Segundo Milaré, os objetivos do direito ambiental são fundamentalmente preventivos, pois sua atenção está voltada para o momento anterior ao da consumação do dano, o do mero risco, ou seja, diante da pouca valia da simples reparação, sempre incerta, e quando possível excessivamente onerosa, a prevenção é a melhor quando não a única solução (MILARÉ, 2005, p.883).

O princípio da prevenção não apenas dá supedâneo a responsabilização objetiva em matéria ambiental, como também justifica o necessário estudo prévio de impacto ambiental em relação à atividades que tenha potencialidade de causar dano ambiental. (Artigo 225, parágrafo 1º e 4º da Constituição Federal de 1988).

A orientação quanto à responsabilidade objetiva por dano ambiental está prevista no artigo 14, parágrafo 1º da Lei 6.938 de 1981, ratificada pela Constituição Federal, no parágrafo 3º do artigo 225.

Na Seara ambiental por determinação legal a responsabilidade civil extracontratual pelo dano ambiental independe de culpa, e neste caso aplica-se a Teoria do Risco principalmente em razão do bem jurídico tutelado, o meio ambiente ecologicamente equilibrado, nesse sentido o artigo 14 parágrafo 1º da Lei 6.938 de 1981, que consagra a aplicação da responsabilidade objetiva.

Por isso, há de se analisar o risco ao qual a atividade causadora do dano expõe a sociedade e o meio ambiente. Cada caso deve ser analisado, com vistas a verificar se era ou não possível prever a possibilidade da ocorrência do dano ambiental, se não ficar claramente evidenciado que o fato ocorrido estava totalmente fora da previsão e do controle do empreendedor e que nenhum ato seu colaborou para realização do dano é cabível a sua responsabilização (GRANZIERA, 2009, p. 509).

Juridicamente, a definição denexo de causalidade entre o dano e a ação é a relação necessária entre o evento danoso e a ação que o produziu (Lei 10.406, de 10 de janeiro de 2002). Não há como confundir com imputabilidade que diz respeito a elementos subjetivos, enquanto o nexocausal a elementos objetivos. Pode haver imputabilidade sem nexocausal.

Nas questões ambientais de forma geral a dificuldade de demonstrar o nexocausal decorre da difícil determinação da substância fonte do dano. Questiona-se nesse raciocínio, qual é o grau de prova necessária para que o Poder Judiciário possa considerar comprovado o dano e o nexocausalidade.

Considerando que são diversas as dificuldades que se opõem à própria comprovação da certeza do dano, assim como são frequentes as dúvidas existentes em torno do nexocausalidade, faz-se necessário aplicar os princípios que norteiam o Direito Ambiental quando da apreciação das questões levadas ao conhecimento do Poder Judiciário.

Essa dificuldade de comprovação do dano e do nexocausalidade ocorre devido às peculiaridades do dano ambiental, tais quais: a complexidade técnica da sua comprovação; o fato do dano ao meio ambiente frequentemente manifestar seus efeitos tardiamente; a possibilidade de o dano ambiental decorrer da confluência de várias emissões, provenientes de diversas fontes poluidoras; a projeção espacial dos efeitos do dano ambiental, que pode afetar regiões distantes do local de emissão; entre outras dificuldades

(STEIGLEDER, 2012.)

Na maioria das enfermidades, inúmeros fatores influenciam o seu surgimento, incluindo a exposição aos riscos ambientais, sendo muitas vezes difícil demonstrar essa associação de forma incontroversa.

Uma forma de estabelecer a associação em pessoas e situações específicas pode ocorrer na medicina clínica, em que especialistas ou peritos estabelecem o nexocausal com base na verificação de um forte conjunto de evidências associadas às características do histórico da exposição ocupacional/ambiental e dos sintomas clínicos, com o apoio de outros profissionais (ABRASCO, 2017).

A epidemiologia é considerada uma disciplina básica do campo da saúde pública, pois estuda os fatores que determinam a frequência e a distribuição das doenças e problemas de saúde em coletividades humanas.

Toda a sociedade, que está exposta aos agrotóxicos por meio seja do ambiente, da água, dos alimentos ou da sua ocupação laboral, também está sujeita a riscos de manifestar efeitos tóxicos de extrema gravidade.

O Registro de intoxicações tem previsão legal na Portaria 104, de 25 de janeiro de 2011 do Ministério da Saúde, que determina a notificação compulsória e Define as terminologias adotadas em legislação nacional, conforme o disposto no Regulamento Sanitário Internacional 2005 (RSI 2005), a relação de doenças, agravos e eventos em saúde pública de notificação compulsória em todo o território nacional e estabelece fluxo, critérios, responsabilidades e atribuições aos profissionais e serviços de saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

Apesar de a Portaria 104 de 25 de janeiro de 2011 do Ministério da Saúde estabelecer que a notificação de intoxicação por agrotóxicos é compulsória, vários autores têm relatado muitos problemas de sub-registro de casos, mesmo diante do aumento do consumo desses produtos no país; tal sub-registro pode estar associado à dificuldade no reconhecimento das intoxicações agudas (principalmente casos leves ou moderados), a falhas de diagnóstico, à reduzida adesão à notificação e a falhas nos vários sistemas de informação (FARIA; FASSA; FACCHINI, 2007).

Portanto, no caso específico das intoxicações por agrotóxicos, a análise das decisões jurisprudenciais, nos remete à reflexão de que em matéria de prova, as situações se apresentam de forma bastante complexas, pois além da dificuldade em demonstrar o nexocausal decorrente da difícil determinação da substância fonte do dano, existe ainda a dificuldade no fato de que o dano poderia ter outra causa desconhecida, como por exemplo, casos de intoxicação decorrentes da poluição de um rio causada por várias plantações de produtores rurais diversos, que apresentam documentação adequada quanto ao uso de agrotóxicos, e deste modo, têm a aparência de que seguem as normas dos órgãos fiscalizadores para uso desses defensivos agrícolas (ou agrotóxicos).

JURISPRUDÊNCIA

Uma análise sobre a Jurisprudência, através dos casos elencados nos remete à reflexão a respeito da efetividade do tratamento jurídico da responsabilidade civil por exposição aos agrotóxicos, e do cumprimento dos objetivos do artigo 225 da Constituição Federal frente aos Princípios Constitucionais vigentes, em matéria ambiental.

Deste modo “a riqueza extraída da prática dos Tribunais, da Administração Pública, das construções doutrinárias, do cotidiano dos fenômenos jurídicos da vida em sociedade, transborda os limites de toda e qualquer construção teórica” (VILLAS BOAS, 2017).

Com relação aos princípios que embasam a responsabilidade civil ambiental, a abrangência genérica remete à regra geral inculpada no artigo 225 da Constituição Federal, em zelar pelo meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Os princípios ambientais que possibilitam a responsabilização civil daqueles que provocaram o dano

são importantes instrumentos para proporcionar uma maior proteção ao meio ambiente diante da complexidade do uso dessas substâncias químicas (agrotóxicos).

O instituto da responsabilidade civil ambiental, por sua vez objetiva, prioriza a reparação integral do dano, e assim o presente estudo é no sentido de justificar a aplicação da teoria do risco, inclusive a teoria do risco integral, para os casos de responsabilidade civil por intoxicação através de agrotóxicos (agudos e crônicos), a fim de melhor garantir a proteção do meio ambiente e ressarcimento das vítimas, tornando o campo de aplicação do instituto da responsabilidade civil mais abrangente.

O que se justifica para certos danos e interesses, especialmente danos ambientais e interesses difusos, diante da gravidade a estes inerentes, sendo uma tendência moderna da doutrina e jurisprudência a aplicação da teoria do risco, podendo ser considerado um avanço do instituto da responsabilidade civil, favorecendo no sentido de procurar a efetiva reparação dos prejuízos criados pelos infratores.

O princípio da teoria do risco além de propiciar a flexibilização da prova do nexos causal, quando necessário, está aliado a instrumentos que a demonstrem de modo inequívoco, tais como a teoria do nexos causal epidemiológico demonstrada.

Deste modo, ao estudar os casos colhidos na Jurisprudência, no presente estudo serão apontadas diversas decisões em que o julgador aplicou a teoria do risco, alcançando-se assim, a punição dos agentes envolvidos de forma adequada.

LONDRES (2011) relaciona de forma sucinta os tipos de intoxicação da utilização de agrotóxicos: “Intoxicação aguda: é aquela cujos sintomas surgem rapidamente (...) normalmente trata-se de exposição, a doses elevadas de produtos muito tóxicos (...); Intoxicação subaguda ou sobreaguda: ocorre por exposição moderada ou pequena a produtos alta ou medianamente tóxicos (...); Intoxicação crônica: Aparecem apenas após meses ou anos de exposição pequena ou moderada a um ou vários produtos tóxicos”.

Essa classificação é importante no cerne da análise da prova, visto que o maior problema reside na identificação do nexos causal, muitas vezes de difícil constatação, conforme já comentado, principalmente no caso de intoxicação crônica por agrotóxicos, considerando-se que uma variável imensa de danos à saúde só se manifesta em momentos futuros, após a exposição contínua a esses agentes nocivos à saúde. Essa complexidade por sua vez traz insegurança jurídica.

Um interessante caso ocorrido no País, a exemplo da aplicação da Teoria da Responsabilidade Civil Objetiva num caso de intoxicação crônica, julgada pelo Tribunal Regional do Trabalho da 7ª Região que em 13 de novembro de 2014, processo número: **0129000-52.2009.5.07.0023** manteve a decisão que condenou a multinacional Delmonte Fresh Produce pela morte do trabalhador rural Vanderlei Matos, contaminado pela exposição crônica à agrotóxicos na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte. A empresa, que havia entrado com recurso, foi condenada a pagar indenização por danos morais e materiais, além de verbas trabalhistas a Maria Gerlene Silva Matos, viúva de Vanderlei (TRT7, 2014).

A história de trabalho, contaminação e morte de Vanderlei foi considerada quando do ocorrido (2014) um exemplo de caso ainda raros no País, cuja prova fundamental se apoiou na fundamentação científica realizada por pesquisadores do Núcleo Trabalho, Saúde e Meio Ambiente para a Sustentabilidade (Tramas) da UFC, que fizeram incursão científica na tentativa de descobrir a causa da morte de Vanderlei, o que demonstrou a prova do nexos causal da morte do trabalhador por agrotóxicos. Isso porque Conforme a desembargadora Regina Gláucia, relatora do processo, as evidências científicas apontadas pela Universidade Federal do Ceará (UFC), bem como a perícia médica do Ministério Público, tornam irretocável a decisão que responsabiliza a empresa pela hepatopatia grave induzida por substâncias tóxicas.

“É inquestionável a existência do nexos causal contaminação e morte. A empresa diz que ele morreu de hepatite viral fulminante, mas isso foi descartado, bem como outras doenças”, afirma a desembargadora.

O revisor do processo, desembargador Emanuel Furtado, defendeu como “brilhante” a decisão da relatora. “É importante ressaltar que a exposição aos agrotóxicos torna vulneráveis não somente os trabalhadores que trabalhavam diretamente, mas as pessoas próximas”.

Outro exemplo de aplicação da Teoria da Responsabilidade Civil Objetiva, em que restou demonstrado o nexos de causalidade, desta vez num caso de Intoxicação aguda, sendo um dos maiores casos de intoxicação por agrotóxico já registrados no país, com mais de 100 vítimas, foi o ocorrido em 3 de maio de 2013, decorrente de pulverização aérea, na área rural de Rio Verde, em Goiás, a 440km de Brasília, cujo professores e estudantes, tomaram um banho de veneno como resultado da nuvem de veneno que caiu sobre a escola. Alunos, professores e funcionários manifestavam sintomas de intoxicação aguda, tais como: náuseas, vômitos, tonturas, dores de cabeça, coceiras, falta de ar e formigamento.

Em decisão unipessoal no caso de uma das vítimas do mencionado acidente, o desembargador Leobino Valente Chaves manteve sentença da comarca de Rio Verde que condenou a Aerotex Aviação Agrícola Ltda. a subsidiar todo o tratamento médico de Valdivina Balbina da Silva, por ter sido a responsável pela pulverização de agrotóxico sobre escola da zona rural de Rio Verde onde ela estudava. A empresa entrou com agravo de instrumento para reformar a sentença, entretanto o relator negou seguimento por julgar improcedente o pedido.

A sentença inicial, favorável à ação de indenização por Responsabilidade Civil e Ambiental com Perdas e Danos interposta pelos responsáveis da menor. Segundo consta dos autos, a Aerotex Aviação Agrícola não concordou com a sentença, alegando não haver como estabelecer ou antever relação de causalidade entre a pulverização aérea de agrotóxico, realizada no dia 3 de maio de 2013 nas proximidades da Escola Municipal Rural São José do Pontal, e a necessidade de tratamento médico especializado para as sequelas que a vítima apresentou desde o acontecimento. De acordo com o relator, a documentação apresentada revela que os fatos narrados realmente ocorreram, conforme consta do auto de prisão em flagrante, do depoimento das crianças afetadas pela pulverização dos agrotóxicos e de demais documentos apresentados. Além disso, o desembargador entendeu que a empresa não pode se opor a contratar médicos especialistas para atenderem as crianças que estavam na escola e todas as demais pessoas próximas da escola. “Por outro lado, o risco de dano irreversível advém da debilidade da saúde e possível agravamento se acaso não realizada a terapia da qual a recorrida necessita”.

A ementa recebeu a seguinte redação: Agravo de instrumento. Ação de indenização por responsabilidade civil e ambiental. Antecipação de tutela. Requisitos demonstrados. Pulverização de agrotóxico sobre escola. Custeio de tratamento médico. Presentes os pressupostos da antecipação da tutela de mérito (art. 273 do CPC), mantém-se a decisão que a deferiu para determinar que a agravante, responsável pela pulverização de agrotóxico sobre escola, custeie o tratamento médico da recorrida. Agravo a que se nega seguimento. (TJGO. Agravo 201492230340).

Tamanha a gravidade da referida intoxicação, que seis meses depois da pulverização irregular de um agrotóxico que atingiu a escola do referido assentamento rural em Goiás, os estudantes ainda sofrem com os sintomas causados pelo contato direto com o produto, depoimentos das vítimas e familiares destes, extrai-se o fato de que vários estudantes ainda sentiam náusea, falta de ar, coceira, dores de cabeça, mesmo após seis meses da exposição. Foi constatado no caso mencionado pela especialista em toxicologia da Anvisa Heloisa Farza que a intoxicação foi aguda e latente.

Em certos casos, a constatação da intoxicação pode se dar após meses ou anos de exposição pequena ou moderada a um ou vários produtos tóxicos, dificultando a análise da prova notadamente quanto à comprovação do nexos causal, resultando em decisões de interpretações diversas para casos semelhantes, o que também têm o condão de trazer à tona as questões a respeito da controvérsia da segurança jurídica no Direito Ambiental.

Nesse sentido, outro notório caso no País, que convém mencionar, Tribunal Regional do Trabalho da 15ª Região (Campinas e São Paulo), que condenou a Basf S.A. e a Shell Brasil Ltda a indenizar em R\$ 300 mil um operador químico que desenvolveu uma série de patologias em decorrência de intoxicação crônica causada pelas substâncias de seu cotidiano de trabalho. Apesar do laudo, as duas empresas acusaram a falta denexo causal entre as atividades do trabalhador e sua doença. Enquanto a Basf ponderou que não teve qualquer culpa pelos problemas de saúde adquiridos pelo reclamante, a Shell alegou que nos autos não havia prova robusta de que o obreiro se encontrava doente ou incapacitado para o trabalho e nem prova de que as supostas patologias tivessem nexos de causalidade com a contaminação constatada no ambiente laboral.

De acordo com relatório da organização não-governamental *Greenpeace*, que acompanhou todos os capítulos da história, “a Shell admitiu publicamente a responsabilidade pela contaminação das chácaras vizinhas à área onde funcionou sua fábrica de agrotóxicos em Paulínia, São Paulo. Os agrotóxicos organoclorados Aldrin, Dieldrin e Aldrin foram encontrados no lençol freático sob as chácaras localizadas entre a fábrica e o Rio Atibaia, um dos principais afluentes do rio Piracicaba e que abastece de água, entre outras, as cidades de Americana e Sumaré”.

A crítica é da desembargadora **Ana Paula Pellegrina Lockmann** “As reclamadas se pautaram na busca selvagem e irresponsável por lucratividade, em detrimento de valores fundamentais.”

Em abril de 2011, a 4ª Turma do TRT-15 (Campinas) manteve a condenação da Shell e da Basf no caso de contaminação em Paulínia. De acordo com a decisão, “a própria Shell, por meio de relato à Curadoria do Meio Ambiente de Paulínia, reconheceu a contaminação dos lençóis freáticos e solos locais por metais pesados e diversos produtos químicos de alto grau de toxicidade, como compostos organofosforados e organoclorados”.

Dentre as substâncias cancerígenas encontradas no local estavam o Aldrin, Dieldrin e Endrin, capazes de gerar diversos problemas de saúde, como hepatotoxicidade e disfunções do sistema nervoso central e hormonal. Eles são classificados pela ciência como Poluentes Orgânicos Persistentes. De acordo com a desembargadora Ana Paula, foi “um dos maiores desastres ambientais noticiados pela imprensa”. Além disso, as condenadas sustentaram que o laudo pericial produzido nos autos seria nulo, “diante da ausência de especialização e qualificação técnica perita”. A desembargadora, no entanto, declarou que houve “descaso na obrigação de adotar medidas eficazes a evitar as lesões sofridas pelo autor, mormente por mantê-lo exposto aos perigos da contaminação ambiental, mesmo cientes dos riscos decorrentes da exposição” (TRT15, 2011).

A Lei 6.938, de 1981, que trata da política nacional do meio ambiente, estabelece expressamente a responsabilidade objetiva do poluidor em razão de danos causados ao meio ambiente. De acordo com a magistrada, no caso citado, a doença ocupacional resultante de degradação ao meio ambiente de trabalho atrai a responsabilidade objetiva das reclamadas.

Insta salientar na busca do cumprimento dos objetivos do artigo 225 da Constituição Federal, a contribuição da análise da realidade social factível aliada ao sistema jurídico que jamais devem estar isoladas, valendo a pena citar a doutrina a respeito:

“Os estudos demonstram que o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado pode ser concretizado, em sua inteireza, a partir do rompimento da ideia de cisão entre o sistema jurídico e a realidade social, abrangendo as transformações que a ação humana acarreta ao meio ambiente natural. O Direito tem força normativa para impor uma consequência jurídica à conduta humana, sendo imprescindível à concretização da norma a conexão entre o sistema jurídico e a facticidade” (VILLAS BOAS, 2017, p.187).

É sabido, que nas demandas ambientais, a responsabilidade há de ser compreendida da forma a mais

ampla possível, tal como, explica didaticamente o Relator Ministro HERMAN BENJAMIN, em julgamento do REsp n.º 1.198.727/MG (STJ, 2012):

“(…) 5. Nas demandas ambientais, por força dos princípios do poluidor-pagador e da reparação *in integrum*, admite-se a condenação do réu, simultânea e agregadamente, em obrigação de fazer, não fazer e indenizar. Aí se encontra típica obrigação cumulativa ou conjuntiva. Assim, na interpretação dos arts. 4º, VII, e 14, § 1º, da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81), e do art. 3º da Lei 7.347/85, a conjunção “ou” opera com valor aditivo, não introduz alternativa excludente. Essa posição jurisprudencial leva em conta que o dano ambiental é multifacetário (ética, temporal, ecológica e patrimonialmente falando, sensível ainda à diversidade do vasto universo de vítimas, que vão do indivíduo isolado à coletividade, às gerações futuras e aos próprios processos ecológicos em si mesmos considerados)”.

Porém não obstante estar pacificado pelo Superior Tribunal de Justiça o entendimento de que a responsabilidade por dano ambiental, via de regra, é objetiva e representada pela teoria do risco integral, a demonstração do nexos de causalidade se mantém de suma importância, senão vejamos na ementa do RECURSO ESPECIAL Nº 1.596.081 - PR 2016/0108822-1, prolatada pelo Relator Ministro RICARDO VILLAS BÔAS CUEVA (STJ, 2017):

“(…) 3. Consoante a jurisprudência pacífica desta Corte, sedimentada inclusive no julgamento de recursos submetidos à sistemática dos processos representativos de controvérsia (arts. 543-C do CPC/1973 e 1.036 e 1.037 do CPC/2015), “a responsabilidade por dano ambiental é objetiva, informada pela teoria do risco integral, sendo o nexos de causalidade o fator aglutinante que permite que o risco se integre na unidade do ato” (REsp nº 1.374.284/MG). 4. Em que pese a responsabilidade por dano ambiental seja objetiva (e lastreada pela teoria do risco integral), faz-se imprescindível, para a configuração do dever de indenizar, a demonstração da existência de nexos de causalidade apto a vincular o resultado lesivo efetivamente verificado ao comportamento (comissivo ou omissivo) daquele a quem se repute a condição de agente causador.”

Aliás, BENJAMIM (2012) qualifica o nexos de causalidade como “o calcanhar de Aquiles da responsabilidade objetiva, especialmente no que tange à definição da existência de relação entre a atividade desenvolvida pelo agente e o dano, assim como a participação dos sujeitos envolvidos.”

Historicamente, as teorias sobre o nexos de causalidade abarcam ora maior aceitação, ora maior repertório crítico, conforme sucedem as novas teorias a respeito. Nas concepções tradicionais, a teoria da causalidade necessária busca definir relação de necessidade entre a atividade e o dano, não incluindo aqueles que são consequências distantes. Surgem diversas novas concepções, tais como a teoria da causalidade adequada em que se faz prognóstico retrospectivo, do momento anterior ao dano e a previsibilidade da sua ocorrência (NORONHA, 2003, p. 742).

Aplicando-se a teoria do risco criado, diante de caso fortuito, de força maior, de fato exclusivo da vítima ou de fato de terceiro, haverá a interrupção do nexos causal que vincula a atividade do agente ao dano ambiental, com a consequente exoneração da responsabilidade, já a teoria do risco integral, não reconhece a interrupção do nexos causal entre a atividade desenvolvida e o dano ao meio ambiente em nenhuma hipótese. Portanto, a interpretação das excludentes de causalidade envolvendo a responsabilidade civil ambiental varia de acordo com a teoria paradigma adotada (LEITE, 2003).

Portanto, diante da análise jurisprudencial, vislumbra-se de modo geral, que o nexos de causalidade pode ser considerado como o pressuposto mais relevante para a imputação da responsabilidade civil,

incluindo no caso, o objeto do presente estudo, casos de intoxicação por agrotóxicos. Considera-se que em regra nas causas ambientais inexistirá a imputação caso não seja possível comprovar a sua causa ou estiver presente algum dos excludentes da responsabilidade civil. Por outro lado cumpre anotar que quem produz e comercializa produtos de elevados riscos, pela sua toxicidade, está de toda forma, comprometido com o seu posterior uso, tendo responsabilidade quando da comercialização, até pelo contato direto que mantém com adquirentes, bem como sobre controles efetivos relativamente a quem o adquire e seu efetivo emprego.

Considerando-se a ocorrência de ampla dispersão donexo causal, a discussão da autoria plural e da multiplicidade de causas é de grande importância no âmbito da responsabilidade civil por danos ao meio ambiente, pois o dano ambiental, na maioria das vezes não é originado por uma única fonte, o que acarreta diversas concausas ou causas concorrentes, simultâneas ou sucessivas que interagem entre si na geração do dano (BAHIA, 2012).

Neste diapasão, conforme CARVALHO, 2006, “Em razão da “causalidade complexa” e da inadequação das teorias tradicionais para a matéria ambiental, tais teorias têm sido suplantadas por uma *atenuação do relevo do nexo causal* que José Afonso da Silva descreve nos seguintes termos: “Nem sempre é fácil determinar ou identificar os responsáveis, sendo apenas um foco emissor a identificação é simples, se houver multiplicidade de focos, já é mais difícil, mas é precisamente por isso que se justifica a regra da *atenuação do relevo do nexo causal*, bastando que a atividade do agente seja potencialmente degradante para sua implicação nas malhas da responsabilidade.” Segundo tal noção, a simples probabilidade de uma atividade ter ocasionado determinado dano ambiental deve ser suficiente para a responsabilização do empreendedor, desde que esta probabilidade seja determinante.”

Assim sendo no caso específico das intoxicações por agrotóxicos, diante da complexidade da prova no sentido de identificar a origem do dano, convém aplicar interpretações mais abrangentes e flexíveis, como é o caso da ementa citada abaixo em que não obstante o laudo pericial afastou o nexo de causalidade, o juiz concluiu pela sua existência de forma dedutiva, baseado no uso irregular pelo empregador quando da aplicação dos agrotóxicos:

ACIDENTE DO TRABALHO. INTOXICAÇÃO POR AGROTÓXICO E DOENÇA RENAL CRÔNICA. DESCONSIDERAÇÃO DA CONCLUSÃO PERICIAL. FORMAÇÃO DO CONVENCIMENTO POR OUTROS ELEMENTOS E FATOS PROVADOS NOS AUTOS. NEXO CAUSAL RECONHECIDO. (TRT-24 00440003720085240091, Relator: ABDALLA JALLAD, 1ª TURMA, Data de Publicação: 05/04/2010).

Por outro lado a comprovação efetiva do dano deve ser sempre realizada a fim de ocorrer a referida imputação, conforme colaciona a Jurisprudência dos Tribunais Estaduais:

ACÓRDÃO EMENTA: AGRAVO DE INSTRUMENTO. AÇÃO CIVIL PÚBLICA. ALEGAÇÃO DE DANO AMBIENTAL. NÃO COMPROVAÇÃO. EMBORA O ORDENAMENTO JURÍDICO BRASILEIRO TENHA ADOTADO A TEORIA DO RISCO INTEGRAL NAS DEMANDAS AMBIENTAIS, NÃO SE PODE EXCLUIR A COMPROVAÇÃO EFETIVA DO DANO. RECURSO CONHECIDO E PROVIDO. (TJ-ES - AI: 00007108920158080068, Relator: FERNANDO ESTEVAM BRAVIN RUY, Data de Julgamento: 23/02/2016, SEGUNDA CÂMARA CÍVEL, Data de Publicação: 01/03/2016)

ADMINISTRATIVO E AMBIENTAL. AÇÃO CIVIL PÚBLICA. LAVOURAS DE ARROZ IRRIGADO. AGROTÓXICO. MERTIN 400. UTILIZAÇÃO INDEVIDA. LEGITIMAÇÃO

PASSIVA. COMERCIALIZAÇÃO. CONTROLE IMPOSTO À FABRICANTE. DANO AMBIENTAL. AUSÊNCIA DE PROVA. INEXISTÊNCIA DO DEVER DE INDENIZAR. (TJ-RS - AC: 70078097284 RS, Relator: Armínio José Abreu Lima da Rosa, Data de Julgamento: 12/07/2018, Vigésima Primeira Câmara Cível, Data de Publicação: Diário da Justiça do dia 31/07/2018).

Para LEMOS (2012) “o nexo causal é o elemento central da responsabilidade civil contemporânea e deve ser interpretado com certa elasticidade”. Com o objetivo protetor à vítima, é que se deve em primeiro momento, evitar discussões jurídicas rígidas sobre o nexo da causalidade. Considera-se que a teoria do risco não necessita da culpa para fundamentar a responsabilidade, sendo assim, o dano e o nexo causal são elementos suficientes para a responsabilização do fato, com isso, o nexo assume papel de destaque (LEMOS, 2012).

Deve haver uma elasticidade do nexo causal, deixando de lado a rigidez em que outrora era exigida. Em que pese a conduta do ofensor ser tratada de forma secundária, é necessário que a proteção à vítima seja o objetivo principal, e como consequência o nexo causal torna-se instrumento precioso para consagrar o princípio da reparação integral (LEMOS, 2012).

Também podemos vislumbrar na Jurisprudência dos Tribunais do Trabalho em todo o País, a relativização da rigidez da prova do nexo causal que pode ser presumido através do chamado nexo técnico-epidemiológico, fator que relaciona o exercício de determinada atividade ao surgimento de certa enfermidade, estabelecido no § 3º do art. 337 do Decreto 3.048/99:

“Considera-se estabelecido o nexo entre o trabalho e o agravo quando se verificar nexo técnico epidemiológico entre a atividade da empresa e a entidade mórbida motivadora da incapacidade, elencada na Classificação Internacional de Doenças (CID) em conformidade com o disposto na Lista B do Anexo II deste Regulamento.”

Assim, a presença do nexo técnico-epidemiológico implica na presunção do nexo causal, o entendimento jurisprudencial dos Tribunais Regionais Trabalhistas Pátrios é dominante nesse sentido (TRT14, 2018; TRT14, 2017; TRT18, 2018; TST, 2014; TRT15, 2017; TRF3, 2011).

CONCLUSÕES

Ao iniciar um questionamento sobre os impactos de origem ocupacional e ambiental relacionados ao uso de agrotóxicos imediatamente pensamos em saúde coletiva. Intoxicações pelo uso de agrotóxicos são relatadas por muitos autores no país.

E ainda há de se ressaltar a utilidade da análise crítica das decisões dos tribunais em matéria ambiental considerando que a “teoria crítica do Direito Ambiental é ferramenta que viabiliza a reflexão crítica das decisões judiciais ambientais, da prática da Administração Pública e da atividade do Poder Legislativo, já que ninguém se sente satisfeito com o mero legalismo que objetiva o enublar da concretização do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado” (VILLAS BOAS, 2017, p.188).

Conclui-se que em matéria de princípios, aqueles que amparam a teoria da Responsabilidade Civil Objetiva, traduzem a melhor aplicação do direito aos casos concretos de intoxicação por agrotóxicos (agudos e crônicos) na maioria das vezes, no sentido de efetivamente punir os agentes responsáveis pelo dano, ao contrário, se assim não fosse muitos danos ocorreriam em que os agentes responsáveis sairiam ilesos, diante da dificuldade da produção da prova do nexo causal.

No campo da responsabilidade civil verifica-se que a aplicação da Teoria do Risco, nas suas diversas modalidades aliada à flexibilização da interpretação do nexo causal sempre que possível, favorece uma

maior proteção jurídica aos prejudicados, que sofreram os efeitos danosos dos agrotóxicos sobre a sua saúde, notadamente o trabalhador rural, diante da exposição direta deste a estes agentes químicos, tendo como foco principal, os casos de intoxicação agudos e crônicos.

Deste modo, ao verificar casos colhidos na Jurisprudência, o presente estudo apresenta decisões em que o julgador aplicou a teoria do risco, alcançando-se assim, a punição dos agentes envolvidos de forma adequada.

Inobstante, tratar-se de tema de alta complexidade, o que não se pretende exaurir, a presente pesquisa tem como objetivo fornecer uma pequena parcela de contribuição, a fim de acrescentar informações sobre o tema, com o intuito de conhecer um pouco mais sobre as questões e dúvidas apontadas, bem como sobre a busca de uma maior prevenção contra os efeitos nocivos dos agrotóxicos e do aumento da proteção da saúde do trabalhador e do consumidor, através da responsabilização efetiva dos agentes causadores dos danos.

Ao que se pode vislumbrar, através do levantamento de dados jurisprudenciais coletados, enquanto a prevenção ainda se mostra insuficiente a alcançar os fins almejados para evitar essa situação gravosa, o Instituto da Responsabilização Civil aliado à aplicação da teoria da responsabilidade objetiva se mostra como um forte instrumento para deter abusos diante do uso indiscriminado e desenfreado de agrotóxicos como causa de intoxicações e efeitos devastadores ao meio ambiente e à saúde humana, não somente através da compensação e mitigação de danos, como no sentido de fazer cessar ou inibir os agressores por suas práticas de condutas lesivas em virtude do caráter punitivo e pedagógico inerente à reparação aplicada a cada caso.

Quanto ao aspecto da prevenção relevante ressaltar os avanços que vêm ocorrendo no País, pautados na proposta de uma área da ciência denominada agroecologia, que muito pode contribuir para minimizar a problemática produtiva causada pela destruição dos recursos naturais, pela contaminação do ambiente, dos trabalhadores rurais e alimentos por agrotóxicos. A agroecologia busca conduzir a produção agrícola com a conservação dos recursos naturais e deste modo favorece a exclusão de processos e produtos agressivos ao ser humano e meio ambiente do espaço rural (COSTA, 2017).

Nesse contexto, sugere-se ainda, que a ampliação do modelo da agricultura agroecológica urge em nossa sociedade, visando melhorar as condições dos setores produtivos, a fim de minimizar os impactos negativos e consequências desastrosas causadas pelos agrotóxicos sobre a saúde humana e meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BAHIA, Carolina Medeiros. **Nexo de causalidade em face do risco e do dano ao meio ambiente: elementos para um novo tratamento da causalidade no sistema brasileiro de responsabilidade civil ambiental**. Florianópolis, 2012. 377 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Jurídicas. Programa de Pós-Graduação em Direito.

BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 2008.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DOFC 01/09/1981, pág. 16509, col. 1.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. **Legislação federal de agrotóxicos e afins**. Brasília (DF):

Ministério da Agricultura e do Abastecimento; 1998. p. 7-13.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria da Vigilância Sanitária. **Manual de vigilância de saúde de populações expostas a agrotóxicos**. Brasília, Organização Panamericana da Saúde, 1997.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial n. 1.198.727-MG**. Ministro Herman Benjamin. Brasília: DJe, 9 maio 2013. Disponível em: <<https://stj.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/468687805/recurso-especial-resp1226256-mg-2010-0206833-3>> Acesso em: 17 de Mar. de 2018.

BULL, David; HATHAWAY, David. **Pragas e Venenos: Agrotóxicos no Brasil e no Terceiro Mundo**. Vozes, OXFAM, FASE, Co-edição. Petrópolis, RJ, 1987.

CARVALHO, Délton Winter de. **Dano Ambiental futuro: da assimilação dos riscos ecológicos pelo Direito à formação de vínculos jurídicos intergeracionais**. 2006. 255 f. Tese (Doutorado em Direito). Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, RS, 2006.

COSTA, Manoel Baltasar Baptista da. **Agroecologia no Brasil: História, princípios e práticas**. 1ª. Ed. São Paulo: Expressão Popular, 2017.

FARIA, Neice Müller Xavier; FASSA, Anaclaudia Gastal and FACCHINI, Luiz Augusto. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. **Ciênc. saúde coletiva** [online]. 2007, vol.12, n.1, pp.25-38. ISSN 1413-8123.

FERREIRA, AP et al. Impactos de pesticidas na atividade microbiana do solo e sobre a saúde dos agricultores. **Revista Baiana de Saúde Pública**, vol. 30, n. 2, p. 309-21, 2006.

GARCIA, Eduardo Garcia. Segurança e Saúde no Trabalho Rural: **A Questão dos Agrotóxicos**. Fundacentro. Ministério do Trabalho e emprego. 2001.

GRANZIERA, Maria Lúcia Machado. **Direito ambiental**. São Paulo: Atlas, 2009, pág. 509.

LEITE, José Rubens Morato. **Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial**. 2. ed., rev., atual. eampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

LEMONS, Patrícia Faga Iglecias. **Resíduos Sólidos e responsabilidade civil pós-consumo**. 2. ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2012.

LONDRES, Flavia. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.

MILARÉ, Edis. **Direito do Ambiente**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 104, de 25 de janeiro de 2011. Define as terminologias adotadas em legislação nacional, conforme disposto no Regulamento Sanitário Internacional 2005 (RSI 2005), a relação de doenças, agravos e eventos em saúde pública de notificação compulsória em todo o território nacional e estabelece fluxo, critérios, responsabilidades e atribuições aos profissionais e serviços de saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 18, Seção 1, p. 37-38, 26 de Janeiro de 2011.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO EM CAMPINAS. 2011. **Decisão da 4ª Turma do TRT-15-Campinas**. Processo TST-RR22200-28.2007.5.15.0126), Fonte: <https://mpt-prt15.jusbrasil.com.br/noticias/3168063/caso-shell-justica-amplia-numero-de-habilitados-a-receber-o-custeio-previo-de-saude>, acesso 3.08.2018 às 19:28h.

NORONHA, Fernando. “O Nexo de Causalidade na Responsabilidade Civil”, **Revista dos Tribunais**, v. 97. N 816, p. 733 -752, 2003.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE (OPAS). **Saúde nas Américas: panorama regional e perfis de países**. Publicação Científica e Técnica. No. 636. Washington, DC: OPAS; 2012

PIMENTEL, D. ET AL. Assessment of environmental and economic impacts of pesticide use. In: PIMENTEL, D. LEHAMAN, H. EDS. The pesticide question – environment, economics, and ethics. New York, **Chapman Hall**, inc., 1993. P.47-84.

SCHMIDT, MLG; GODINHO, PH. Um breve estudo acerca do cotidiano do trabalho de produtores rurais: intoxicação por agrotóxicos e subnotificações. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, vol. 31, n. 113, p. 27-40, 2006.

SIQUEIRA, Daniela Ferreira de. Análise da exposição de trabalhadores rurais a agrotóxicos. **Rev Bras Promoc Saude**, Fortaleza, 26(2): 182-191, abr./jun, 2013.

SOBREIRA, AGP; ADISSI PJ. Agrotóxicos: faltas premissas e debates. **Ciência e Saúde Coletiva**, vol. 8, n. 4, p. 985-90, 2003.

STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade civil e gestão de áreas contaminadas no Brasil**. In: LEITE, José Rubens Morato (Coord.). Dano ambiental na sociedade de risco. São Paulo: Saraiva, 2012.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DE GOIÁS. **Página 134 da Seção I do Diário de Justiça do Estado de Goiás (DJGO) de 27 de Agosto de 2014**. AGRAVO DE INSTRUMENTO. Protocolo : 223034-09.2014.8.09.0000(201492230340). Comarca : Rio Verde. Relator : Des. Leobino Valente Chaves. Agravante: AEROTEX AVIACAO AGRÍCOLA LTDA. Agravada: VALDIVINA BALBINA DA SILVA. Fonte: <http://www.tjgo.jus.br/index.php/home/imprensa/noticias/119-tribunal/6413> acesso 03.08.2018 às 19:39

TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DA 7ª REGIÃO. Processo 0129000-52.2009.5.07.0023, 13.11.2014. Fonte: http://www.trt7.jus.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2428 acesso 03.08.2018 às 19:40.

TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DA 14ª REGIÃO. **Página 520 do D.O do Judiciário do Tribunal Regional do Trabalho da 14ª Região (TRT-14) de 14 de Junho de 2018**. <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/195011524/trt-14-judiciario-14-06-2018-pg-520>. Acesso em 08.09.2018 às 16:34. Página 611 do D.O do Judiciário do Tribunal Regional do Trabalho da 14ª Região (TRT-14) de 12 de Dezembro de 2017. <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/172019701/trt-14-judiciario-12-12-2017-pg-611>. Acesso em 08.09.2018 às 16:31. Página 453 do D.O do Judiciário do Tribunal Regional do Trabalho da 14ª Região (TRT-14) de 6 de Agosto de 2018. <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/202328234/trt-14-judiciario-06-08-2018-pg-453>. Acesso 08.09.2018 às 16:42.

TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DA 15ª REGIÃO, 18ª REGIÃO e 3ª REGIÃO. Página 8064 do D.O do Judiciário do Tribunal Regional do Trabalho da 15ª Região (TRT-15) de 30 de janeiro de 2017. **Página 1123 do D.O do Judiciário do Tribunal Regional do Trabalho da 18ª Região (TRT-18) de 2 de agosto de 2018**. <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/201905499/trt-18-judiciario-02-08-2018-pg-1123>. Acesso em 08.09.2018 às 16:37.

TRIBUNAL SUPERIOR DO TRABALHO. **Página 1341 do D.O do Judiciário do Tribunal Superior do Trabalho (TST) de 8 de Maio de 2014**. <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/70018457/tst-08-05-2014-pg-1341> Acesso em 08.09.2018 às 16:38.

VILLAS BOAS, Regina Vera; REMÉDIO, José Angêlo. Primeiras Reflexões sobre a construção de uma teoria crítica do Direito Ambiental. **Revista do Advogado**. AASP. Março de 2017, n. 133, p.180\188.

MOTIVAÇÃO E SATISFAÇÃO NO AMBIENTE DE TRABALHO: UM ESTUDO COM PROFISSIONAIS DA HOTELEIRA DE NATAL/RN (BRASIL)

Daene Silva de Moraes Lima*

*Mestranda em Turismo no Programa de Pós-Graduação em Turismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.

*Autor para correspondência e-mail: daenesmoraes@hotmail.com**PALAVRAS-CHAVE**Motivação
Satisfação
Hotelaria
Recursos Humanos
Comportamento Organizacional**KEYWORDS**Motivation
Satisfaction
Hospitality
Human Resources
Organizational Behavior**RESUMO**

Profissionais motivados contribuem para alcançar metas e objetivos da organização. Essa pesquisa teve como objeto de estudo, avaliar o fator motivacional dos colaboradores do setor hoteleiro de Natal/RN (Brasil), de modo a analisar quais as estratégias motivacionais utilizadas para valorização dos profissionais que atuam no setor hoteleiro, bem como o nível de satisfação desses profissionais no exercício da atividade. Para tal entendimento, na primeira etapa da pesquisa, realizou-se uma revisão bibliográfica, por meio dos princípios da administração de Recursos Humanos e do Comportamento Organizacional, enfatizando as teorias motivacionais de Maslow, McGregor e Herzberg. No que tange a metodologia, o estudo é caracterizado por uma abordagem qualitativa, de cunho descritivo e explicativo. Para alcançar os meios de investigação elaborou-se um questionário semiestruturado, tendo como público-alvo os profissionais da rede hoteleira. A pesquisa alcançou 60 questionários válidos, sendo possível avaliar entre os respondentes o nível de motivação e satisfação no ambiente organizacional. Contudo, concluiu-se nos resultados da pesquisa, que há uma deficiência de práticas motivacionais, o que interfere diretamente na satisfação dos profissionais. Diante disso, as empresas hoteleiras necessitam inovar nas estratégias de Gestão de Pessoas, para aumentar o nível de satisfação dos colaboradores, aumentando o nível motivacional, e consequentemente o desempenho das atividades profissionais.

ABSTRACT**MOTIVATION AND SATISFACTION IN THE WORK ENVIRONMENT: A STUDY WITH PROFESSIONALS OF THE HOTEL SECTOR OF NATAL/RN (BRAZIL)**

Motivated professionals contribute to achieving goals and objectives of the organization. This research had as object of study to evaluate the motivational factor of the employees of the hotel sector of Natal/RN (Brazil), in order to analyze the motivational strategies used to valorize the professionals who work in the hotel sector, as well as the level of satisfaction of these professionals in the exercise of the activity. For such understanding, in the first stage of the research, a bibliographic review was carried out, by means of the principles of Human Resources Administration and Organizational Behavior, emphasizing the motivational theories of Maslow, McGregor and Herzberg. Regarding the methodology, the study is characterized by a qualitative approach, of a descriptive and explanatory nature. To reach the means of investigation, a semi-structured questionnaire was elaborated, with the professionals of the hotel network as the target audience. The research reached 60 valid questionnaires, being possible to evaluate the level of motivation and satisfaction in the organizational environment among respondents. However, it was concluded in the results of the research, that there is a deficiency of motivational practices, which directly interferes in the satisfaction of the professionals. Therefore, the hotel companies need to innovate in the strategies of people management, to increase the level of employee satisfaction, increasing the motivational level, and consequently the performance of professional activities.

INTRODUÇÃO

Com o atual cenário mercadológico, e com a evolução do setor de serviços, a contribuição da gestão de pessoas no ambiente empresarial, tem influenciado de forma favorável nos resultados organizacionais, sendo refletido esse subsídio na qualidade da prestação de serviços, de forma a melhorar o posicionamento da organização. O processo de gestão de pessoas, por meio da motivação e satisfação no ambiente de trabalho vem sendo modificado ao longo do tempo, não sendo possível desmembrar o sucesso da organização sem relacionar a contribuição de pessoas no desempenho de suas atividades profissionais. (WRIGHT, 2008; WOJAHN, RADOS; TRZECIAK, 2017).

Para alcançar tal posicionamento, muitas mudanças ocorreram ao longo do processo, sendo iniciada ainda na Escola de Administração Científica, denominada também como Escola Clássica, que correspondeu ao período entre os anos de 1900 e 1930, e teve como marco, a capacidade de o homem tomar decisões, e assim, o homem era visto como um ser racional. Frederick Taylor, Henri Fayol, Frank e Lilian Gilbreth, Henry Gantt são nomes relevantes e de contribuição nessa escola (CHIAVENATO, 2003; MOTTA, 2006; ARAÚJO, 2011).

Partindo da concepção de racionalidade humana, em que o homem é um ser racional, surge a Escola das Relações Humanas, que compreendia a forte tendência à desumanização do trabalho (MOTTA, 2006; ARAÚJO, 2011). A partir desse contexto, iniciou-se a necessidade de contabilizar os registros dos trabalhadores, que de forma criteriosa controlava a quantidade de horas trabalhadas, as faltas e os atrasos com a finalidade de descontos nos pagamentos. A Administração de Recursos Humanos era centralizada em um chefe de pessoal que se restringia em cumprir a legislação, e esse profissional era caracterizado por apatia e inflexibilidade (MARRAS, 2011).

Chiavenato (2003) afirma que os colaboradores passam uma considerável parcela do tempo de vida desempenhando atividades laborais dentro das organizações, e assim, o autor afirma que as organizações são constituídas de indivíduos que se unem a outros indivíduos, para alcançar muitos e variados objetivos, que poderiam não ser alcançados através do esforço individual. Para alcançar tal finalidade, foi necessária inovação nos processos, que ocorreu através da evolução de Recursos Humanos. As mudanças na organização começaram a partir do século XX, com as transições das três fases, em que desenvolveram novas estratégias para alcançar os objetivos e metas, se adequando as novas tendências mercadológicas.

A primeira fase, denominada como a Era da Industrialização, ocorreu entre 1900 a 1950, tendo como estrutura organizacional a visão burocrática, centralizada, funcional, inflexível e rígida. No que se referi ao modo de gerir pessoas, essa fase era caracterizada por regras e regulamentos rígidos, tendo controle sobre os envolvidos no processo. Outro destaque nessa fase, é que a cultura organizacional era baseada na Teoria X, em que o foco era no passado, baseado na experiência anterior. A segunda fase, a Era da Industrialização Neoclássica, 1950 a 1990, teve como destaque a estrutura organizacional de departamentalização por produtos e serviços. Nessa fase, a gestão de pessoas passou a ganhar maior prioridade, e assim às pessoas passaram a ser vistas como recursos organizacionais. A cultura organizacional era de transição, em que o foco passou a ser o presente, enfatizando o cenário atual, deixando de focar o passado, como ocorreu na teoria X (CHIAVENATO, 2003; ALBUQUERQUE; LEITE, 2009).

A partir de 1900 surgiu uma nova fase, denominada como a Era da Informação, destacando-se por ter uma estrutura organizacional flexível, totalmente descentralizada, com profissionais multifuncionais. A cultura organizacional dessa fase passou a focar o futuro, baseado na Teoria Y, com ênfase na inovação e na mudança, valorizando o conhecimento e a criatividade dos envolvidos na organização (CHIAVENATO, 2003). Nessa fase, os indivíduos passaram a ser vistos como seres humanos proativos, com capacidade intelectual e habilidades. Porém, nessa fase, observou-se a necessidade de um estímulo externo, para

melhor desempenhar a capacidade profissional do indivíduo, e assim, contribuir com o crescimento da organização. Conforme Silva, Tsukahara e Nunes (2017), a cultura organizacional é considerada eficaz quando as práticas internas (colaboradores) e os resultados influenciam no ambiente externo (cliente).

A Administração de Recursos Humanos evoluiu para a Gestão de Pessoas, em que os indivíduos eram vistos como seres inteligentes, dotadas de conhecimentos e habilidades, sendo o capital mais importante das organizações (CHIAVENATO, 2007). Essa evolução resultou na alteração do perfil profissional pleiteado pelas empresas. Antes as organizações exigiam profissionais mais submissos, e esse perfil perde espaço para um profissional autônomo e empreendedor. Essa mudança de perfil criou a necessidade de desenvolver uma cultura organizacional, influenciando na proatividade e criatividade, como também impactou nos aspectos como motivação, satisfação e qualidade de vida no trabalho (DUTRA, 2001).

Para Silva (2013), motivação é uma força direcionada dentro dos indivíduos, o que propicia o indivíduo a alcançar uma meta, e assim, atingir uma necessidade ou expectativa. Advoga Robbins (2005) que quando os indivíduos estão motivados, se comprometem na realização da tarefa até alcançar os objetivos organizacionais. Assim, pode-se inferir que indivíduos motivados, terão satisfação no ambiente de trabalho, possibilitando maior alcance das metas e objetivos da organização. De acordo com um estudo realizado por Pinto e Mariano (2011), a satisfação no trabalho tornou-se uma preocupação, e assim, passou a ocupar lugar de destaque entre os pesquisadores do campo de estudos organizacionais.

O exercício profissional tornou-se um capital intelectual e, assim, compreender a natureza dos processos que levam à satisfação no trabalho tem sido um grande desafio para as organizações. Diante desse cenário, o processo de construção do conhecimento vem se modificando ao longo do tempo, e a busca pelo conhecimento passa a ser fonte de vantagem competitiva, podendo configurá-lo como habilitador para o sucesso. (VIEIRA *et al.*, 2005; PINTO; MARIANO, 2011). A gestão estratégica de pessoas vem sendo foco nas organizações nos últimos anos. No âmbito empresarial, as organizações perceberam a necessidade de investir em seu capital intelectual. Antes o foco se restringia a desenvolver melhores formas de se realizar tarefas, porém, de modo a potencializar o conhecimento através dos colaboradores, tornando-se fonte de vantagem competitiva (BARRETO; ALBUQUERQUE; MEDEIROS, 2014).

Na atualidade, os indivíduos de variados padrões da sociedade têm procurado lazer, diversão e descanso. Diante desse cenário, o turismo tornou-se uma alternativa para o desenvolvimento de destinos, por meio de construções ou criações humanas, que formam os atrativos artificiais e históricos de um destino turístico, como também a disponibilidade de atrativos naturais, como rios, montanhas, florestas, mares e praias (CORNELIAN; LOPES, 2017).

O turismo é uma atividade econômica de grande importância para a cidade do Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte, com grande potencial turístico, e que integra ao Polo Costa das Dunas, região com belas dunas, praias, lagoas e rica culinária. A região é conhecida como Cidade do Sol, em que dispõe de 400 km de litoral, e recebe 2 milhões de turistas por ano. Segundo a Secretaria Estadual de Turismo do Estado do Rio Grande do Norte (2017), a atividade contribui com 9% do Produto Interno Bruto. De acordo com dados da Associação Brasileira de Indústria de Hotéis (2017), a cidade dispõe de 25 mil leitos, oferecendo uma ampla infraestrutura para atender a demanda de visitantes, sejam esses a lazer ou a negócios. A quantidade de leitos amplia as possibilidades de emprego no setor hoteleiro da cidade, com isso possibilita a redução da taxa de desemprego, por ser um destino que recebe turistas durante todo o ano.

Com isso, vislumbrou a necessidade de avaliar a motivação e satisfação dos profissionais da hotelaria. Essa pesquisa foi de grande relevância, por apresentar a importância da gestão de pessoas no setor hoteleiro, e assim, poderá nortear novas pesquisas acadêmicas no campo do turismo e da administração. Destarte,

os profissionais que atuam no segmento hoteleiro, normalmente, trabalham finais de semana, feriados prolongados e períodos considerados de alta temporada, como Carnaval, Natal e Réveillon. Esses são períodos em que muitos turistas visitam os hotéis, e buscam qualidade na prestação do serviço, sendo esses profissionais, parte integrante do sucesso da organização.

O objetivo central da pesquisa avaliou-se o nível de motivação e satisfação dos colaboradores do setor hoteleiro da Cidade do Natal/RN (Brasil). Para alcançar o objetivo proposto, buscou-se primeiramente avaliar o nível de motivação e satisfação dos colaboradores do setor hoteleiro, de modo a identificar quais as estratégias motivacionais utilizadas para valorização dos profissionais hoteleiros, bem como o nível de satisfação desses profissionais para o exercício profissional.

REVISÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados os principais conceitos que nortearão a referida pesquisa, através de um aporte teórico, da qual pretende-se analisar a motivação e satisfação dos profissionais da hotelaria de Natal/RN. Assim, serão apresentados os seguintes tópicos: Motivação e Satisfação no Ambiente de Trabalho e Teorias Motivacionais.

MOTIVAÇÃO E SATISFAÇÃO NO AMBIENTE DE TRABALHO

No que cerne da administração empresarial e pública, cada vez discute-se sobre questões relacionadas à Motivação e Satisfação, bem como a importância desses aspectos para o desempenho e produtividade do colaborador no ambiente de trabalho. Robbins (2005), explica que o processo motivacional é responsável pela intensidade, direção e persistência dos esforços de uma pessoa para o alcançar uma determinada meta. Para Silva (2013), a motivação pode ser caracterizada como uma atitude de direcionamento e persistência da ação.

O estudo da motivação abrange os diferentes modos de como se dar o comportamento do indivíduo, uma vez que a motivação existe dentro das pessoas, influenciando o comportamento. As várias teorias motivacionais procuram identificar nos indivíduos as necessidades que são mais comuns entre elas, para que em uma organização haja benefício mútuo entre o empregador, o gestor e o empregado. Advoga Robbins (2005), que o impacto da satisfação no ambiente de trabalho pode estar relacionado com a produtividade, o absenteísmo e a rotatividade dos funcionários.

Chiavenato (2011) afirma que um colaborador mais feliz ajuda a gerar maiores lucros para a organização, porém Robbins (2005), colaboradores motivados, não são necessariamente, considerados mais produtivos. Quando a satisfação é relacionada com o absenteísmo, observa-se que quanto maior o grau de satisfação, maior será a frequência ao trabalho. Portanto, a insatisfação, gerará uma maior ausência, sendo essa uma avaliação negativa para a Gestão de Pessoas, pois afetará a produtividade. Outro aspecto a citar, é a satisfação quando relacionada com a rotatividade, o *turnover*. Alguns fatores influenciam, tais como as condições de trabalho, as expectativas com o mercado de trabalho, a distância de casa para empresa pode estimular a saída precoce de um empregado da empresa que está vinculado (ROBBINS, 2005; CHIAVENATO, 2011; SILVA, 2013).

Os indivíduos almejam crescimento e reconhecimento profissional, por esse fato que existe uma grande competitividade dentro das organizações. Segundo Maximiano (2005 *apud* CARVALHO, 2011), a disposição de recompensas materiais são responsáveis em atrair os indivíduos para o mercado de trabalho, ocorrendo que muitos profissionais são atraídos por cargos que oferecem remunerações indiretas, como plano de carreira, benefícios, incentivos e premiações salariais.

TEORIAS MOTIVACIONAIS

A motivação do indivíduo é cíclica, temporal e passageira, sendo orientada por necessidades diferentes e próprias de pessoa para pessoa. Dentre algumas teorias, destaca-se a teoria formulada por Abraham H. Maslow, a Teoria da Hierarquia das Necessidades. A teoria relaciona as necessidades do indivíduo e a influência no comportamento humano, em que as necessidades dos indivíduos são estruturadas em uma hierarquia de probabilidade e predominância, conforme a escala a seguir: Necessidades Fisiológicas, Necessidades de Segurança, Necessidades Sociais, Necessidades de Estima e Necessidades de Autorrealização (SILVA, 2013; CHIAVENATO, 2003). Baseado na teoria de Maslow, Chiavenato (2003) menciona que o indivíduo expande suas necessidades no decorrer da vida. E assim, após satisfazer as necessidades básicas, outras necessidades mais elevadas surgem. Portanto, quando as necessidades primárias são atendidas, haverá necessidade de buscar necessidades secundárias, como estima, realização, sociais de amizade, podendo surgir outras necessidades.

A segunda teoria a citar, é a Teoria X e Y, idealizada por Douglas McGregor. Para o autor, a teoria X é vista pelos executivos com uma visão negativa, em que os funcionários não gostam de trabalhar, e precisam ser coagidos, controlados ou ameaçados para atingir as metas. Enquanto a Teoria Y é vista pelos executivos com positiva, em que os funcionários trabalham com satisfação e prazer, tanto quanto descansar ou se divertir. Nessa teoria, o funcionário chama para si a responsabilidade, e tem facilidade de aprender a aceitar, e assim torna possível a tomada de decisão em outros níveis hierárquicos, não sendo descentralizado das funções estratégicas (ROBBINS, 2005; SILVA, 2013; CHIAVENATO, 2003).

A Teoria de Dois Fatores, conhecida também como Teoria da Higiene-Motivação é a terceira teoria a ser citada nesse estudo, idealizada pelo psicólogo Frederick Herzberg, que se preocupou em fundamentar as necessidades do ambiente organizacional e ambiente externo do indivíduo, tendo como base duas linhas teóricas: Os fatores motivacionais e os fatores higiênicos. Os fatores motivacionais estão ligados diretamente com a realização, reconhecimento, responsabilidade e crescimento do indivíduo, enquanto os fatores higiênicos estão relacionados com as condições no ambiente de trabalho, podendo relacioná-las com as condições físicas, ambientais, salarial. Tais condições no ambiente de trabalho estão diretamente relacionadas com a estabilidade, os benefícios, o clima organizacional, a política da empresa, entre outras particularidades que possam contribuir com o desenvolvimento humano no ambiente organizacional. (CHIAVENATO, 2003; ROBBINS, 2005).

Portanto, essas teorias motivacionais, até hoje são utilizadas por muitos executivos e aplicadas em diversas organizações, para explicar os aspectos que levam o indivíduo a motivação, e por consequência a satisfação no ambiente organizacional. A compreensão dessas teorias importantes para a fundamentação de teorias modernas sobre motivação. Um estudo realizado por Barreto, Albuquerque e Medeiros (2014), afirma que na atual perspectiva da estratégia da gestão de pessoas e o desempenho organizacional, as capacidades organizacionais contribuem para o desenvolvimento dos objetivos e metas, com ênfase nos processos e nas tarefas, e assim no foco para alcançar os resultados.

O referencial teórico foi construído tendo como estrutura os objetivos da pesquisa, por meio dos tópicos que apresenta a importância da Motivação e Satisfação no Ambiente de Trabalho e as Teorias Motivacionais, sendo estes tópicos considerados importantes para o aporte teórico do estudo. No próximo capítulo será apresentado os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atender ao objetivo da pesquisa, realizou-se um estudo qualitativo, que partindo da concepção de Vergara (2004) pode-se inferir que este estudo requer vários tipos de pesquisa. As pesquisas podem ser

sistematizadas quanto aos fins e aos meios de investigação, conforme os critérios utilizados na pesquisa. Portanto, quanto aos fins de investigação, o estudo pode ser considerado bibliográfico, exploratório e descritivo, através da proposta da pesquisa.

Para o desenvolvimento do estudo, primeiramente realizou-se uma pesquisa bibliográfica exploratória, com o intuito de buscar na literatura existente um embasamento que possa contribuir de forma relevante para o objeto de estudo ao qual se investigou. O levantamento bibliográfico de natureza exploratória tem como base, a construção de ideias e pensamentos, de forma a contribuir com a definição da pesquisa (VERGARA, 2004). Para Cervo, Bervian e Silva (2007) a pesquisa bibliográfica é o meio de formação por excelência, desse modo, para construção da referida pesquisa bibliográfica, utilizou-se de material publicado em livros, revistas e artigos acadêmicos, disponíveis de forma impressa ou através de bibliotecas virtuais.

Com o propósito de alcançar os meios de investigação, optou-se por realizar um estudo exploratório, buscando a compreensão do atual cenário organizacional da hotelaria de Natal/RN (BRASIL). Essa pesquisa também é considerada descritiva, que de acordo com Roesch (2006) não procura explicar, e sim descrever os dados encontrados no referido grupo pesquisado, tendo como objetivo analisar os aspectos motivacionais e satisfatórios dos colaboradores ao ambiente de trabalho (GONÇALVES, 2003; VERGARA, 2004; CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

No que tange aos fins, Gonçalves (2003) afirma que a pesquisa descritiva tem como objetivo principal, avaliar uma determinada população amostral. Ainda para o autor, o caráter exploratório tem como intenção, obter uma nova percepção, mediante construção de hipóteses ou questões para investigação do estudo. Destarte, o referido estudo tem como finalidade ser uma pesquisa exploratória, por sua natureza de investigação, visando à ampliação do embasamento teórico no entorno da temática proposta, para obter novas percepções e descobrir novas convicções (DENCKER, 1998; VERGARA, 2004).

O estudo buscou coletar dados detalhamento, por meio de entrevistas semiestruturadas (DENCKER, 1998; VERGARA, 2004). A coleta de dados é a etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação do instrumento elaborado, por meio da técnica selecionada, a fim de se executar a coleta de dados (LAKATOS; MARCONI, 2007). Para o desenvolvimento da pesquisa, utilizou-se o questionário como instrumento de coleta de dados, com perguntas fechadas e abertas com os profissionais da hotelaria. Utilizou-se a amostragem não probabilística, visto que a população amostral foi definida conforme o público-alvo do estudo (VERGARA, 2004). A amostra para obtenção dos dados deste estudo foi através de aplicação de questionários com os colaboradores do setor hoteleiro da Cidade de Natal, estado do Rio Grande do Norte (Brasil).

A proposta da pesquisa foi analisar a motivação e satisfação no ambiente de trabalho através de um estudo com profissionais da hoteleira, sem restringir o nível hierárquico dos respondentes. Não foi possível quantificar o universo da pesquisa, uma vez que o Sindicato da categoria não disponibilizou o número de profissionais do mercado hoteleiro da localidade em estudo, portanto, sendo uma debilidade na metodologia. Com o intuito de dimensionar o número estimado de empreendimentos hoteleiros participantes da pesquisa, optou-se em pesquisar os hotéis filiados a Associação Brasileira de Indústria de Hotéis (ABIH), que atualmente na capital potiguar totalizam 48 hotéis.

A análise foi realizada *in loco* com os profissionais, dos quais foram abordados nas adjacências dos empreendimentos hoteleiros, de forma aleatória, estrategicamente durante a troca de turno dos colaboradores. Atingiu-se uma meta diária de quatro questionários aplicados por dia. Justifica-se a abordagem desses profissionais no ambiente externo, pela impossibilidade de adentrar nas dependências dos *resorts*, hotéis, pousadas e *hostels*, respeitando a política das organizações.

A pesquisa foi realizada no período de 01 a 15 de agosto de 2017, nos pontos de maior concentração de hotéis, pousadas e *hotels* da cidade do Natal. Os pontos pesquisados foram os seguintes: Praia de Ponta

Negra, Via Costeira, Praia do Meio, Praia dos Artistas e Praia de Areia Preta. Para maior veracidade das informações coletadas, decidiu-se alternar os locais da pesquisa, e assim, pesquisaram-se profissionais de vários pontos turísticos da cidade, o que buscou diversidade nas informações coletadas. Com o auxílio do *Microsoft Excel 2016* foi realizada a tabulação dos dados coletados possibilitando a geração de tabelas e gráficos.

No próximo capítulo, serão apresentados os resultados e as discussões do estudo. Nesta perspectiva, a análise será apontada com base na pesquisa realizada com profissionais da hoteleira de Natal/RN (Brasil), a motivação e satisfação no ambiente de trabalho.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para Robbins e Judge (2014, p. 51), “a satisfação do trabalho é descrita como um sentimento positivo em relação ao emprego”. Por esse motivo, justificam-se estudos de comportamento organizacional, de modo a avaliar os níveis de motivacionais. Advoga Silva (2013, p. 209), que os gestores devem motivar a sua equipe, encorajando-os para o alcance dos objetivos e metas da organização. Os dados das entrevistas foram analisados por meio de compilação de dados coletados e estatística descritiva.

ANÁLISE DOS DADOS

Para alcançar o objetivo da pesquisa, elaborou-se um questionário, de forma semiestruturada, com perguntas abertas e fechadas para analisar a motivação e satisfação do colaborador no ambiente de trabalho. A referida pesquisa foi realizada *in loco* no período de 01 a 15 de agosto de 2017, através da aplicação de questionários para a construção da coleta de dados. Obteve-se 60 questionários validados. O público alvo da pesquisa compreendeu profissionais que atuam no setor de hotelaria da cidade do Natal/RN (Brasil), sem restrição de nível hierárquico, conforme apresentado no gráfico abaixo.

Gráfico 1- Descrição dos cargos dos entrevistados.



Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Com a proposta de contribuir academicamente com o atual cenário de Gestão de Pessoas do setor hoteleiro de Natal/RN (Brasil), motivou-se caracterizar o Perfil dos Profissionais dos entrevistados na pesquisa, do qual será apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Perfil dos Profissionais Entrevistados da Hotelaria de Natal/RN – Brasil.

Gênero	Feminino	43%
	Masculino	57%
Idade	Até 20 anos	20%
	Entre 21 – 40 anos	34%
	Entre de 40 – 59 anos	43%
	Acima de 60	3%
Escolaridade	Ensino Fundamental	17%
	Ensino Médio	46%
	Ensino Superior	17%
	Ensino Técnico	12%
	Pós-Graduação	8%
Tempo de Empresa	Até 2 anos de empresa	20%
	3 a 5 anos de empresa	13%
	5 a 10 anos de empresa	12%
	11 a 15 anos de empresa	20%
	Acima de 15 anos de empresa	35%

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Segundo Veloso (2010), a Gestão de Pessoas nas organizações tem necessidade de dar continuidade sobre as grandes tendências que a sociedade representa, sem perder a ligação com o indivíduo e o comportamento contínuo. Quando questionados “se a empresa tem feito o necessário para mantê-los motivados no desempenho das atividades profissionais” e “se a empresa procura conhecer as necessidades do colaborador”, 67% afirmaram que “não”, 8% afirmaram que “sim” e 25% afirmaram “desconhecer”.

E quando questionados “se a empresa realizou integração e boas vindas” e “se a empresa me treinou para o cargo que ocupo”, 67% afirmaram que “não”, 25% afirmaram que “sim” e 8% afirmaram “desconhecer”. Observou-se através dos dados coletados que há uma deficiência em relação aos aspectos de motivação, reconhecimento das necessidades dos colaboradores, como também na integração de boas-vindas desses profissionais que atuam no setor hoteleiro de Natal/RN.

No que tange a importância no processo de treinamento e desenvolvimento, perguntou-se “se a empresa desenvolve capacitação” e “se a empresa se preocupa com o eu desenvolvimento profissional”, 67% afirmaram que “não”, 25% afirmaram que “sim” e 8% afirmaram “desconhecer”. E quando questionados “se a empresa possibilita crescimento”, 92% afirmaram que “não”, e 8% afirmaram que “sim”. De acordo com a Organização Mundial do Turismo - OMT (2001), um dos principais desafios para o turismo, está relacionado como o baixo nível de educação profissional, e outros fatores como, precárias condições de trabalho, baixos salários e instáveis períodos de sazonalidade, contribuem para o aumento da rotatividade nas empresas, dificultando os processos de Treinamento e Desenvolvimento de colaboradores. Porém, de acordo com Bergamini (1997), o fracasso das organizações nem sempre está relacionado a ausência de conhecimento técnico, mas como as organizações tratam as pessoas envolvidas nos processos, principalmente quando anuncia que os colaboradores não produzem com qualidade por falta de conhecimento técnico.

Um outro aspecto a ser considerado na pesquisa, refere-se a importância de reconhecimento

profissional, portanto, quando os entrevistados foram questionados “se a empresa realiza eventos para valorização dos colaboradores”, 50% dos entrevistados “desconhecem” essa ação do empregador, 33% afirmaram que “sim” e 17% afirmaram que “não”. Nesse aspecto, somando 50% dos que afirmaram “desconhecer” com 17% dos que afirmaram “não”, totalizam-se 67%. Considera-se que nessa avaliação há ausência de atividades para valorização e reconhecimentos dos colaboradores.

Sendo o endomarketing uma ferramenta de gestão estratégica, considera-se importante para a organização, sendo o colaborador o primeiro cliente. O resultado esperado com as ações de endomarketing é que os colaboradores internalizem os processos organizacionais, e posteriormente torne-se externizada para o mercado (ZAMBALDI ; MASCARENHAS, 2010). Quando os entrevistados foram questionados “se a empresa desenvolve ações de endomarketing”, 67% dos entrevistados “desconhecem” essa ação do empregador e 33% afirmaram que “sim”. Nenhum entrevistado respondeu a alternativa “não”.

A integridade física do colaborador deve ser uma das prioridades da organização, a fim de amenizar os riscos de acidente e doenças ocupacionais. Quando os entrevistados foram questionados com a seguinte pergunta: “a empresa se preocupa com a saúde e segurança do colaborador”, 67% dos entrevistados afirmaram que “não”, 16% afirmaram que “sim” e 17% afirmaram que “desconhecem” essa ação do empregador. E assim, os entrevistados responderam se consideram o “ambiente de trabalho é favorável para elevar o meu nível de satisfação”, e 50% dos entrevistados afirmaram que “sim”, 33% afirmaram que “não” e 17% afirmaram que “desconhecem” essa ação do empregador.

Diante do atual cenário competitivo, o conhecimento é um fator de valorização do capital humano, e a tendência das organizações é implementar novas competências para alcançar melhores resultados. O posicionamento através das capacitações internas é uma estratégia organizacional que produz a construção de novas competências (LEITE *et al.*, 2009). Quando questionados com a seguinte pergunta: “minhas ideias são levadas em consideração dentro da empresa”, 72% dos entrevistados afirmaram que “não”, 14% afirmaram que “sim” e 14% afirmaram que “desconhecem” essa ação do empregador. Portanto, observou-se ausência de incentivo do capital intelectual entre os entrevistados.

A qualidade de vida no trabalho representa nos dias atuais um dos maiores desafios da organização. Na hotelaria, por ser uma atividade em que o colaborador deverá atender as necessidades dos hóspedes em períodos considerados alta estação, feriados prolongados e datas comemorativas, como Natal, Réveillon e Carnaval, importante que a organização desenvolva a gestão de Qualidade de Vida no Trabalho. Segundo França (2001), a gestão deve integrar as necessidades biológicas, psicológicas e sociais, através da visão biopsicossocial.

Ao longo dos anos, estudos já vêm sendo desenvolvidos no Brasil sobre Qualidade de Vida no Trabalho, e organizações que são consideradas as melhores empresas para se trabalhar, essas oferecem vantagens aos seus colaboradores, tais como: descentralização da gestão, premiação pelos resultados, comunicação aberta, ambiente agradável para trabalhar, programas de Qualidade de Vida no Trabalho e possibilidade de crescimento dentro da organização.

Afirma Medeiros (2002) que a falta de perspectiva de crescimento profissional, ausência de gestão participativa, bem como o tratamento imparcial e falta de segurança no emprego, são variáveis que reduzem a Qualidade de Vida no Trabalho. E de acordo com estudo realizado por Amorim (2010) a Qualidade de Vida no Trabalho é importante independente da natureza do ambiente laboral, podendo ser uma preocupação para instituições privadas e públicas, e jamais deve ser negligenciada pelos gestores.

No que tange a qualidade de vida e o lazer, Marcellino (2005) entendeu que o lazer é parte integrante do processo de motivação do indivíduo, que ocorre através do tempo disponível e do espaço privilegiado. O autor ainda cita que o objetivo não deve focar apenas no divertimento e no descanso, como também

no desenvolvimento pessoal e social. Quando questionados sobre a qualidade de vida e lazer, os dados coletados apresentam um grande índice de respondentes em afirmarem que “não tem qualidade de vida e lazer” depois que entraram no setor hoteleiro, conforme apresentado no gráfico 2. Estudos recentes afirmam que ações com foco na motivação, são importantes para os colaboradores, e que melhoria no salário e a segurança do emprego, fortalecem ainda mais o ambiente laboral.

Para analisar a remuneração salarial dos colaboradores, elaborou-se duas questões com as seguintes perguntas: “o meu salário é compatível com o mercado de trabalho” e “o meu salário é compatível com a função que exerço na empresa”. Com base na análise de remuneração salarial, os resultados serão apresentados nos gráficos 3 e 4.

Quanto aos critérios motivacionais analisados na pesquisa, no que se referi a motivação e satisfação do ambiente de trabalho, elaborou-se quatro questões direcionadas a atual situação do colaborador, considerando alguns critérios como apresentado a seguir: “Se considera a jornada de trabalho adequada”, “Sente-se motivado em trabalhar na empresa”, “Sente-se realizado em trabalhar na hotelaria”, e por fim, “Se tem interesse em mudar de profissão”. Os resultados dos tópicos citados, encontram-se apresentados na Tabela 2.

Gráfico 2 - Qualidade de vida e lazer.

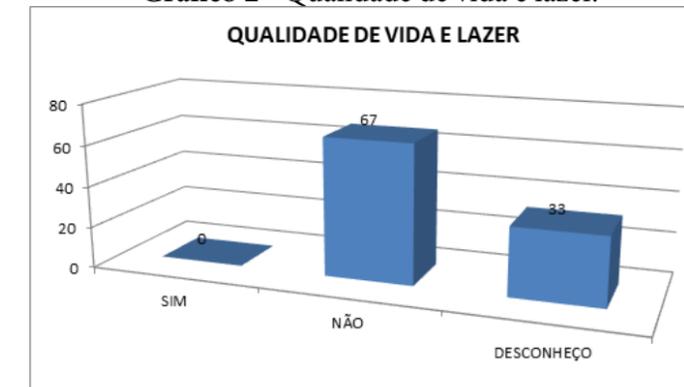
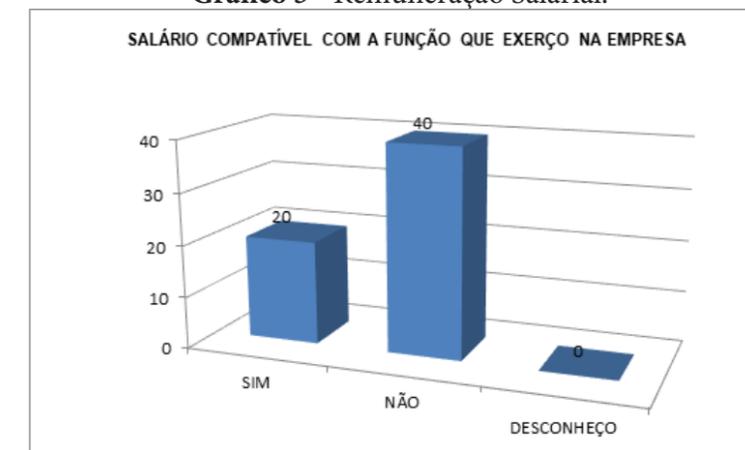
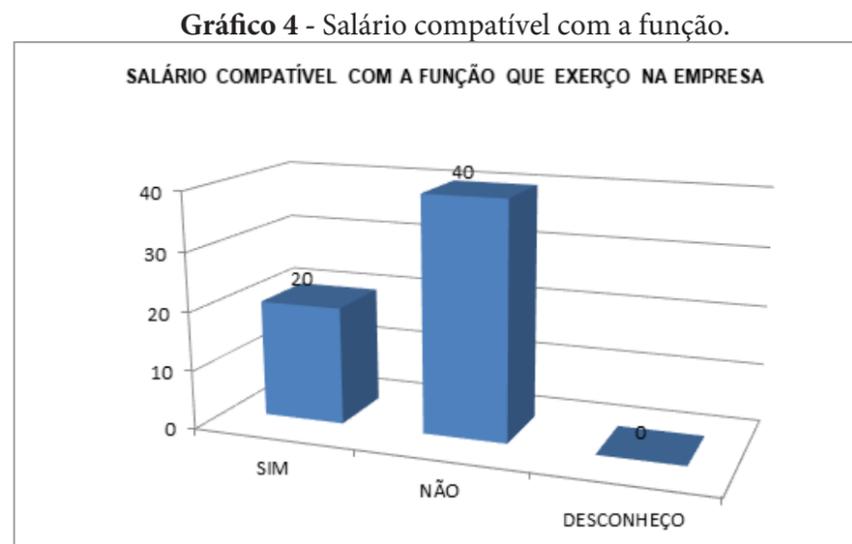


Gráfico 3 - Remuneração Salarial.



Fonte: Dados da Pesquisa (2017).



Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Tabela 2 - Critérios motivacionais analisados na pesquisa.

Critérios motivacionais	Afirmaram "Sim"	Afirmaram "Não"
Jornada de trabalho é adequada	67%	32%
Realização em trabalhar na empresa	51%	49%
Realização em trabalhar na hotelaria	50%	50%
Interesse em mudar de profissão	42%	58%

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A referida pesquisa teve como objetivo geral, avaliar o fator motivacional e satisfatório dos colaboradores do setor hoteleiro de Natal/RN, de modo a analisar quais as estratégias motivacionais utilizadas para valorização dos profissionais hoteleiros, bem como o nível de satisfação desses profissionais para o exercício profissional.

Para a realização da pesquisa, realizou-se aplicação de questionários com os colaboradores da hotelaria. Importante ressaltar que, a coleta de dados foi realizada no ambiente externo das organizações, uma vez que se obteve resposta negativa dos empreendimentos hoteleiros. Diante do exposto, os colaboradores foram abordados na entrada e saída dos expedientes, durante as trocas de turnos, normalmente em áreas estratégicas, como ponto de ônibus ou estacionamento externo.

Os profissionais não visam à possibilidade de crescimento dentro dos hotéis, o que limita o desenvolvimento profissional. Muitos não pretendem sair da área hoteleira, por inúmeras justificativas apresentadas nos resultados, como, por exemplo, a idade superior a 40 anos, a falta de qualificação técnica ou superior, e até por falta de perspectiva de buscar novas oportunidades no mercado de trabalho.

No que se referi aos benefícios diretos e indiretos, nota-se que a ausência de estratégias motivacionais como ações de endomarketing e o não reconhecimento dos colaboradores, pode ocasionar falta de responsabilidade e comprometimento da equipe, afetando assim na produtividade e nos resultados organizacionais.

Importante ressaltar, que se observou no estudo que o salário hoteleiro não é atrativo, a rotina de trabalho é exaustiva (de segunda a segunda com escalas de folga, com garantia de uma folga por mês aos domingos), trabalhando finais de semana e feriados, gerando assim um alto índice de *turnover*, sendo prejudicial para o clima organizacional, o que afeta diretamente na motivação dos colaboradores, bem como no processo estratégico do empreendimento hoteleiro.

A pesquisa realizada concluiu que há um notório distanciamento do empregador com os colaboradores, o que leva ao empregador não conhecer as necessidades da equipe. Os entrevistados demonstraram desmotivação, e assim insatisfação no ambiente organizacional. Para correção dessa deficiência, cabe aos gestores, avaliar a situação atual, e criar novas estratégias focadas para a Gestão de Pessoas, objetivando a contribuição e melhoria no ambiente organizacional.

Portanto, é importante que seja elaborado um plano de benefícios baseado na produtividade, e assim, gerará uma responsabilidade do colaborador, tanto para o trabalho individual como o trabalho em equipe. O reconhecimento também é necessário para elevar o grau de motivação e satisfação. Assim, proporcionará mais comprometimento, melhores resultados nos objetivos e metas da organização, como também a realização dos profissionais da hotelaria de Natal/RN.

A principal limitação do estudo se refere a dificuldade de acesso aos empreendimentos hoteleiros, e assim, os entrevistados foram abordados durante no início e término dos expedientes. Por outro lado, permitiu que os entrevistados que se motivaram a contribuir com a pesquisa, pudessem expor sem restrição ou constrangimento, sendo um ponto positivo da pesquisa.

Como sugestões para futuras pesquisas, recomenda-se que seja analisado a visão do gestor, uma vez que no presente estudo, restringiu-se apenas a visão do colaborador. Recomenda-se, ainda, que em futuras pesquisas seja realizado um estudo comparativo em relação à visão dos colaboradores e do gestor.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Lindolfo Galvão.; LEITE, Nildes Raimunda Pitombo. **Gestão de Pessoas: perspectivas estratégicas.** São Paulo: Atlas. 2009.

AMORIM, Tânia Gonçalves Nobre. Qualidade de vida no trabalho: preocupação também para servidores públicos? **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa - RECADM.** v. 9, n. 1, p. 35-48. 2010.

ANDRADE, Luciana Bortoncello Lorenzetti.; LAAT, Erivelton Fontana; STEFANO, Silvio Roberto. Qualidade de Vida no Trabalho e Comprometimento com a Carreira de Diretores de Escolas Públicas. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa.** v. 17, n. 1, p. 54-83, fev. 2018.

ARAÚJO, Luiz. César Gonçalves. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional:** arquitetura organizacional, benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total, reengenharia. São Paulo: Atlas. 2011. 5. ed.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE HOTÉIS. Disponível em: <http://www.abihrn.com.br>. 2017.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo.** São Paulo: Almedina. 2011.

BARRETO, Leilianne Michele Trindade da Silva; ALBUQUERQUE, Lindolfo Galvão de; MEDEIROS,

Carlos Alberto Freire. Estratégias de gestão de pessoas e desempenho organizacional na hotelaria: o papel das capacidades organizacionais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 8, n. 2, p. 340-360. 2014.

BERGAMINI, Cecília Whitaker. **Motivação nas organizações**. São Paulo: Atlas. 1997. 4. ed.

CARVALHO, Sinome Maria **Como a motivação influencia na produtividade**: um estudo de caso na indústria de Cimento Nassau / Fronteiras – PI. p. 67. Disponível em: <http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/admpicos/arquivos/files/Monografia%20Simone.pdf>. Monografia (Curso de Bacharelado em Administração) – Universidade Federal do Piauí, (Campus Senador Helvídio Nunes de Barros), Picos, 2011.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto. **Metodologia da Pesquisa**. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2002. 5. ed.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de Pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2007.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. Rio de Janeiro: Elsevier. 2003. 7. ed.

CHIAVENATO, Idalberto. **Recursos Humanos: o capital humano das organizações**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2011. 9. ed.

CORNELIAN, Anderson Ricardo; LOPES, Mario Marcos. A percepção ambiental de turistas, veranistas e moradores de Peruíbe/SP. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 20, n. 1, p. 122-139. Jul., 2017.

DENCKER, Ada Freitas Maneti. **Pesquisa em turismo: planejamento, métodos e técnicas**. São Paulo: Futura. 1998. 9. ed.

DUTRA, Joel Souza. **Gestão por Competências: um modelo avançado para o gerenciamento de pessoas**. São Paulo: Gente. 2001.

FRANÇA, Ana Cristina Limongi. O papel do treinamento na empresa. In: BOOG, Gustavo. **Manual de treinamento e desenvolvimento**. São Paulo: Pearson. 2001.

FRANÇA, Ana Cristina Limongi; RODRIGUES, Avelino Luiz. **Stress e trabalho: uma abordagem psicossomática**. São Paulo: Atlas. 2009. 4. ed.

GONÇALVES, Elisa Pereira. **Iniciação à pesquisa científica**. São Paulo: Alínea. 2003.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas. 2007. 5. ed.

LEITE, Nildes Pitombo; PAROLIN, Sonia Regina Hierro; BOSQUETTI, Marcos Abilio; SILVA, Leilianne Michele Trindade; BIANCHI, Eliane Maria Pires Giavina. Treinamento, desenvolvimento e educação de

pessoas: um desafio na estratégia organizacional. In: ALBUQUERQUE, Lindolfo Galvão; Leite, Nildes Pitombo. (Org.). **Gestão de Pessoas: Perspectivas Estratégicas**. São Paulo: Editora: Atlas. 2009.

MARCELLINO, Nelson Carvalho. **Lazer: formação e atuação profissional**. Campinas: Papyrus. 2005. 7. ed.

MARRAS, Jean Pierre. **Administração de recursos humanos: do operacional ao estratégico**. São Paulo: Saraiva. 2011. 14. ed.

MAXIMIANO, Antônio César Amaru. **Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital**. São Paulo: Atlas. 2005. 5. ed.

MEDEIROS, Elisa Girardi. **Análise da qualidade de vida no trabalho: um estudo de caso na área da construção civil**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MOTTA, Fernando Cláudio Prestes. **Teoria geral da administração: uma introdução**. São Paulo: Pioneira. 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE TURISMO. **Introdução ao turismo**. São Paulo: Rocca. 2001.

PINTO, Vera Regina Ramos; MARIANO, Sandra. Satisfação no trabalho dos gestores escolares. **Pensamento Contemporâneo em Administração**. Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 110-125. Maio, 2011.

ROBBINS, Stephen Paul. **Comportamento Organizacional**. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2005. 11. ed.

ROBBINS, Stephen Paul; JUDGE, Timothy. **Fundamentos do comportamento organizacional**. São Paulo: Pearson Education do Brasil. 2014. 12. ed.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projeto de estágio e pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas. 2006.

SECRETARIA DE TURISMO DO RIO GRANDE DO NORTE. Disponível em: <http://rnbrasil.tur.br/o-rio-grande-do-norte>. Acesso em: 15 jun, 2017.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO. Disponível em: <http://turismo.natal.rn.gov.br>. Acesso em: 15 jun, 2017.

SILVA, André Vasconcelos; TSUKAHARA, Mariana Pirkel; NUNES, Neubher Fernandes. **Cultura Organizacional: uma reflexão na perspectiva comportamental**. Brasília: Instituto Walden4. 2017.

SILVA, Reinaldo. **Teorias da administração**. São Paulo: Pearson Education do Brasil. 2013. 3. ed.

SINDICATO DOS EMPREGADOS NO COMÉRCIO HOTELEIRO E SIMILARES DO RIO GRANDE DO NORTE. Disponível em: <https://sindhoteleirosrn.com.br>. Acesso em: 15 jun, 2017.

VELOSO, Henrique Maia. Identidade, trabalho e construção social do sujeito: reflexões teóricas sobre a modernidade. In: MARRAS, Jean Pierre. **Gestão estratégica de pessoas: conceitos e tendências**. São Paulo: Saraiva. 2010.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisas em administração**. São Paulo: Atlas. 2004. 5. ed.

VIEIRA, Eleonora Milano Falcão; SCHUELTER, Giovana; KERN, Vinicius Medina; ALVES, João Bosco da Mota. A Teoria Geral dos Sistemas, Gestão do conhecimento e Educação a Distância. **Revista de Ciências da Administração**. Santa Catarina, v. 7, n. 14, p. 1-13. 2005.

WOJAHN, Rafaela Matte; RADOS, Gregório Jean Varvakis; TRZECIAK, Dorzeli Saete. Conhecimento, criatividade e desempenho organizacional: estudo em empresas de tecnologia da informação e comunicação. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**. Curitiba, v. 16, n. 3, p. 213-232. 2017.

WRIGHT, Christopher. Reinventing human resource management: Business partners, internal consultants and the limits to professionalization. **Human Relations**, v. 61, n. 8, p. 1063-1086. 2008.

YIN, Robert. Estudo de caso: planejamento e métodos. São Paulo: Bookman. 2010.

ZAMBALDI, Felipe; MASCARENHAS, André Ofenhejm. Endomarketing como ferramenta de administração estratégica e gestão de pessoas. In: Marras, Jean Pierre. **Gestão estratégica de pessoas: conceitos e tendências**. São Paulo: Saraiva. 2010.



<http://revistarebram.com/index.php/revistauniara>

ESTUDO COMPARATIVO DE QUATRO MÉTODOS FARMACOTÉCNICOS PARA PREENCHIMENTO DE CÁPSULAS GELATINOSAS RÍGIDAS

Andréia de Haro Moreno*, Miryan Caroline de Abreu**

*Docente do Curso de Pós-Graduação, Universidade de Araraquara, UNIARA.

**Egressa do curso de Farmácia pela Universidade de Araraquara (UNIARA)

*Autor para correspondência e-mail: ahmoreno@uniara.com.br

PALAVRAS-CHAVE

Cápsulas gelatinosas
Preenchimento manual
Farmácia magistral
Controle de qualidade

KEYWORDS

Gelatinous capsule
Manual filling
Compounding pharmacy
Quality control

RESUMO

O uso de medicamentos manipulados pela população brasileira tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. Um dos principais fatores que levam a população a optar pelos medicamentos manipulados é o custo mais acessível quando comparado aos medicamentos industrializados. Além disso, o medicamento manipulado pode ser preparado de maneira individualizada, de acordo com as necessidades de cada paciente, na quantidade suficiente para o tempo de tratamento, assim como na dosagem específica e na forma farmacêutica adequada. Dentre as formas farmacêuticas mais dispensadas pelas farmácias de manipulação encontram-se as cápsulas gelatinosas rígidas. No entanto, é necessário garantir que o método de preparo das formas farmacêuticas seja confiável e seguro. Este trabalho teve como objetivo avaliar e comparar quatro diferentes métodos de preenchimento de cápsulas adotados com frequência pelas farmácias de manipulação. Os métodos comparados foram o da densidade, o volumétrico, o do nomograma e o volume/massa. Foram obtidas cápsulas contendo 500 mg de goji berry, as quais foram, posteriormente, submetidas à determinação do peso médio. Os pesos medidos e os coeficientes de variação foram avaliados por análise estatística, através da análise da variância (ANOVA) e teste de comparação múltipla de médias de Tukey (teste t). Os resultados mostraram que os métodos não apresentam variação estatisticamente significativa e estão de acordo com as especificações farmacopeicas para peso médio em cápsulas, podendo ser empregados no preparo de cápsulas gelatinosas rígidas, de acordo com as boas práticas de manipulação em farmácias, a fim de obter um produto final com qualidade, credibilidade e segurança.

ABSTRACT

COMPARATIVE STUDY OF FOUR PHARMACOTECHNICAL METHODS FOR FILLING RIGID GELATINOUS CAPSULES

The use of compounded drugs by the Brazilian population has increased considerably in recent years. One of the main factors that lead people to opt for compounded drugs is the most affordable price when compared to manufactured drugs. In addition, manipulated drug may be prepared on an individual basis according to the needs of each patient in an amount sufficient for the treatment time, as well as the appropriate specific dosage and pharmaceutical form. Among the most dosage forms dispensed by compounding pharmacies are rigid gel capsules. However, you must ensure that the preparation method of the pharmaceutical forms is reliable and safe. This study aimed to evaluate and compare four different capsule filling methods used frequently by compounding pharmacies. The methods included density, volumetric, nomogram and volume/weight. Capsules were obtained containing 500 mg of goji berry, which were later submitted to determine the average weight. The measured weights and coefficients of variation were evaluated by statistical analysis using analysis of variance (ANOVA) and multiple comparison test of Turkey (t test). The results showed that the methods have not statistically significant variation and are in accordance with the pharmacopeia specifications for average weight in capsules and can be used to prepare hard gelatin capsules, according to the good practice in compounding pharmacies, in order to obtain a final product of high quality, reliability and safety.

Recebido em: 05/01/2019

Aprovação final em: 12/03/2019

DOI:10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i2.531

INTRODUÇÃO

Substâncias com propriedades medicinais são usadas pelo homem desde a antiguidade, sendo descobertas através dos tempos muitas vezes pelo instinto de sobrevivência humano. Seu uso, mesmo que na forma bruta, foi dado antes mesmo dos registros históricos, onde o homem primitivo usava substâncias medicamentosas para aliviar a dor de feridas, banhando-as em água fria ou utilizando folhas frescas de plantas medicinais para sedação. Acreditavam que a influência de espíritos era o fator responsável pela causa das doenças, implicando no tratamento do indivíduo libertá-lo das influências sobrenaturais (ANSEL et al., 2000), recorrendo à espiritualidade em associação ao uso de compostos medicinais durante longo tempo.

ANSEL e colaboradores (2000) ressaltam ainda que a origem da arte dos boticários se deu através da preparação dos materiais medicinais antes do reinado clerical. Os boticários eram chamados para atender os doentes e feridos e preparar os remédios através das plantas, experiência passada oralmente para homens e mulheres sábios das tribos. O local onde eram preparados e vendidos os produtos medicinais era chamado de botica, curiosamente um local onde a população se reunia para discutir política, música, literatura.

José de Anchieta é mostrado por registros históricos como sendo um dos primeiros boticários do Brasil, no estado de São Paulo. Estudava as plantas, drogas e até mesmo a toxicidade dos alimentos, para então se aliar com os rituais de cura dos pajés. As formulações dos remédios e o processo de fabricação ficavam registrados em um receituário sobre poder dos jesuítas. Posteriormente, a botica ficou conhecida como farmácia e o boticário como farmacêutico (BENATTO et al., 2011).

A maioria das formas farmacêuticas sólidas produzidas em escala oficial é constituída por cápsulas gelatinosas rígidas (ou duras). O destaque das cápsulas dentre as formas farmacêuticas sólidas é justificado pelas suas vantagens, tanto de produção como de uso pelo paciente, salientando-se a boa proteção oferecida ao fármaco, o mascaramento de características organolépticas indesejáveis, a fácil identificação devido a variadas cores e tamanhos e a boa disponibilidade da substância ativa (BENATTO et al., 2011).

As cápsulas duras são formadas por duas partes de invólucros desmontáveis, o corpo e a tampa, com as extremidades arredondadas. Durante a manipulação, é necessária a separação do corpo e da tampa para que ocorra o preenchimento do corpo e a tampa ser recolocada (BENETTI, 2010; DUTRA, 2012). Os invólucros das cápsulas rígidas apresentam vários comprimentos e diâmetros, resultando em uma ampla diferenciação de tamanhos. São apresentados como 000, 00, 1, 2, 3, 4 e 5 sendo a nº 000 a de maior porte e a nº 5 a de menor. Os invólucros podem apresentar variedades em cores ou serem incolores, auxiliando na identificação pelos pacientes (BENETTI, 2010).

As cápsulas rígidas podem ser facilmente preparadas na farmácia, oferecendo uma individualizada forma de dosagem. A uniformidade de sua dose depende de fatores como o método de mistura a ser empregado, o produto a ser encapsulado e principalmente a escolha do tamanho dos invólucros (BENETTI, 2010; BENATTO et al., 2011).

A preparação das cápsulas gelatinosas duras consiste no preenchimento dos invólucros após mistura e pulverização de pós, sendo necessário conhecer o volume ocupado pela massa de substância ativa para selecionar o tamanho de cápsula adequado. No entanto, na maioria das vezes, precisa-se usar um pó inerte, chamado, diluente para o completo enchimento das cápsulas, pois na maioria das vezes a quantidade prescrita do princípio ativo não é suficiente para o completo preenchimento do invólucro (FERREIRA, 2002; BENATTO et al., 2011).

MIASSO e colaboradores (2006) revelam que durante o processo de manipulação de cápsulas rígidas em farmácias magistrais podem ocorrer erros de dosagem relacionados a fatores como falta de atenção,

deficiência na formação acadêmica ou inexperiência do profissional responsável, podendo resultar em graves consequências para o paciente. As falhas sistêmicas também se mostram relevantes para este processo, incluindo a falta de comunicação entre funcionário e paciente, falta de profissionais, falta ou falha de treinamento dos funcionários, produtos e matérias-primas inadequadas, além dos problemas inerentes ao ambiente como a iluminação e a ventilação (GONÇALVES, 2010).

Um processo convencional de encapsulamento apresentado no trabalho de PINHEIRO e colaboradores (2008) revela que as cápsulas são preenchidas, utilizando-se processo individual em encapsuladores manuais. Depois de efetuados os cálculos e selecionado o tamanho das cápsulas, os pós são pesados e, por meio de pulverização em gral com pistilo, reduz-se o tamanho das partículas. Procede-se à mistura dos pós, empregando-se a técnica de diluição geométrica, de modo a garantir a sua homogeneidade. O pó então é distribuído sobre as cápsulas com a utilização de espátula plástica, para facilitar a uniformidade do seu espalhamento entre as cápsulas. A encapsuladora é batida algumas vezes contra a superfície da bancada para compactação do pó no interior das cápsulas, repetindo-se esse processo até que todo o pó seja acondicionado. Finalmente, as cápsulas são fechadas, removidas da encapsuladora e, após serem limpas com papel toalha, são contadas e acondicionadas em suas embalagens definitivas (PINHEIRO et al., 2008).

PETRY e colaboradores (1998) ressaltam que vários fatores são capazes de influenciar a biodisponibilidade de um fármaco. Entre os fatores tecnológicos e de formulação destacam-se as características da substância ativa, a forma farmacêutica, a tecnologia de preparação e a composição quali e quantitativa dos adjuvantes da preparação. Ainda, de acordo com o mesmo autor, as características físico-químicas dos adjuvantes podem afetar a liberação da substância ativa. Tendências de partição, absorção, formação de complexos e interações são alguns dos fatores que influenciam as propriedades de dissolução e, por consequência, o volume a ser obtido (PETRY et al., 1998).

MUNIZ e colaboradores (2012) acrescenta que o preenchimento de um determinado volume com uma quantidade medida em massa pressupõe necessariamente o conhecimento da densidade aparente dos constituintes ou da mistura, sendo que para uma determinada substância, quer ativa ou não, deve ser conhecida e utilizada a cada formulação, respeitando a condição em que a densidade foi determinada. Um excipiente comumente selecionado, como o amido, pode se apresentar com as mais diversas características de qualidade modificadas, como tamanho da partícula, fluidez do pó, capacidade de intumescimento e densidade aparente, podendo ser causa de importantes diferenças entre formulações que aparentemente possuam a mesma composição.

O ensaio realizado para determinar o volume aparente do pó é rápido e simples, realizado em um recipiente transparente (proveta graduada), onde é medido o volume ocupado por uma certa quantidade de pó (BENETTI, 2010). Pesa-se a quantidade prescrita do princípio ativo e transfere-se para uma proveta graduada, onde será realizada a compactação do pó, por meio da elevação da proveta, soltando-a e deixando bater sobre a bancada. Então é verificado o volume ocupado pelo pó para a escolha do tamanho da cápsula. Para obter a densidade aparente, divide-se a massa do pó pelo seu volume ocupado na proveta, expressa em g/mL ou g/cm³ (DUTRA, 2012). É importante salientar que a densidade aparente corresponde ao volume ocupado por uma determinada massa de sólido (pó ou granulado), incluindo a sua porosidade (poros intragranulares), enquanto a densidade real corresponde ao real volume que determinado sólido ocupa, não levando em conta sua porosidade (GARCIA et al., 2012). Com relação às cápsulas, leva-se em consideração a densidade de compactação aparente dos pós, onde o recipiente volumétrico contendo o pó é submetido a quedas sequenciais para posterior anotação do respectivo volume, e não a densidade bruta aparente, representada pelo volume ocupado pelo pó medido livremente (SPANIOL, 2007).

A determinação da densidade ou volume aparente é essencial para se determinar as quantidades em massa dos princípios ativos e dos excipientes que serão usados na etapa de enchimento das cápsulas. Existem pelo menos quatro métodos amplamente utilizados pelas farmácias de manipulação, tais como o método da densidade, que considera as densidades aparentes de todos os constituintes sólidos (FERREIRA, 2002), o método volumétrico, que não emprega densidades aparentes, apenas os volumes ocupados por ativos e excipientes (PAULO et al., 2011), o método do nomograma, que fornece diretamente o número da cápsula a ser escolhida e a quantidade de excipientes (FERREIRA, 2002) e o método que relaciona o volume da cápsula com a quantidade de pó acondicionada (RAZAK, 2003).

No entanto, deve ficar claro que todos os métodos levam em consideração o volume da cápsula, e não a massa contida no seu interior. Existem fontes de consulta indicando a quantidade total de pó (em massa) de acordo com o número da cápsula (00, 0, 1, 2, 3 e 4), porém a adoção dessa prática traz consequências sérias durante o preparo da formulação, sendo comum a “sobra” ou a “falta” de pó para o enchimento das cápsulas (FERREIRA, 2002). É de extrema importância que as farmácias estejam atentas para esse fato, tendo em vista que os pós apresentam densidades aparentes distintas e, por isso, não possuem sempre as mesmas massas ocupando os mesmos volumes no interior das cápsulas.

A finalidade da mistura dos pós é fazer com que teoricamente cada partícula de um dos componentes da formulação esteja integrada junto às partículas dos outros componentes sólidos, para obter assim um produto homogêneo. Normalmente, as farmácias magistrais realizam a mistura dos pós com o auxílio de sacos plásticos e/ou gral de porcelana, sendo este último descrito na literatura como técnica padronizada (DUTRA, 2012).

Para obter a mistura mais homogênea possível, o ideal é misturar pós com características físicas semelhantes para evitar a separação das partículas, pois a diferença no tamanho, forma e densidade são fatores que interferem na segregação, por isso a necessidade de pulverizar e tamisar as matérias-primas antes de realizar a mistura. Grande importância possuem as proporções em relação aos diferentes componentes, ou seja, quando um dos componentes está em diferente proporção em relação aos demais, principalmente quando em menor quantidade, se torna mais difícil obter uma homogeneidade total da mistura (ALMEIDA; NASCIMENTO, 2010; BENETTI, 2010).

BENETTI (2010) ressalta ainda que não é fácil determinar uma mistura completa, uma vez que a maioria dos fármacos apresentam-se como pós brancos, sendo a determinação visual quase que impossível. Existem farmácias que adotam o uso de uma pequena concentração de corantes para facilitar a visualização da homogeneidade, mas é uma prática pouco usada pelos farmacêuticos. Assim, é imprescindível realizar técnicas corretas e misturar os pós por certo período de tempo, para garantir a maior homogeneidade dos mesmos (PRISTA et al., 2002; LACHMAN et al., 2001).

O tamanho da cápsula é determinado pelas características da formulação, tendo como base a dose da substância ativa e sua densidade, juntamente com os dados da sua compactação com os outros excipientes. Quando a dose do fármaco é insuficiente para completar o volume correspondente ao corpo da cápsula (Quadro 1), usam-se então os excipientes (FERREIRA, 2002).

BENETTI (2010) salienta que diante das diversas etapas do processo de encapsulamento de pós, destaca-se o enchimento dos invólucros das cápsulas. Este é um dos pontos essenciais do processo, pois influencia diretamente o peso médio das amostras e a amplitude de sua variação. Entretanto, a variação de peso das cápsulas manipuladas, de acordo com PINHEIRO e colaboradores (2008) estabelece o controle de qualidade da preparação, onde a embalagem do medicamento (pote) deverá ser aleatoriamente tomada com a amostra (cápsulas) e submetida à determinação de peso como descrito na FARMACOPEIA BRASILEIRA (2010).

Quadro 1 - Variação da capacidade em volume (mL) e massa (mg) de invólucros gelatinosos.

Tamanho da cápsula	Volume (mL)	Capacidade (mg)	Média (mg)
000	1,37	822-1644	750
00	0,95	570-1140	500
0	0,68	408-816	400
1	0,5	300-600	350
2	0,37	222-444	250
3	0,30	180-360	200
4	0,21	126-252	150

Fonte: FERREIRA (2002).

Contudo, sabe-se que o preenchimento de cápsulas nas farmácias de manipulação é feito com maior frequência através de encapsuladores manuais. Considerando a propriedade da forma de enchimento das cápsulas, manual ou no máximo semiautomático, na farmácia com manipulação a sutileza da técnica do operador é de extrema importância para determinar o grau de homogeneidade na distribuição dos pós, e conseqüentemente, a qualidade das cápsulas produzidas (BENATTO et al., 2011).

MUNIZ e colaboradores (2012) discutem que para alguns manipuladores a encapsulação representa o mero ato de encher os invólucros vazios, não compreendendo que devem conter quantidades definidas da mistura homogênea, com peso médio determinado segundo a FARMACOPEIA BRASILEIRA (2010), sabendo que a variação de peso aceitável para cápsulas gelatinosas duras que contenham doses inferiores a 300mg é de $\pm 10\%$ (ZARBIELLI et al., 2006).

Ao término da encapsulação, podem restar pequenas quantidades de pó aderidas do lado externo das cápsulas, deixando características organolépticas indesejáveis, como sabor amargo e desagradável ao paladar, além de produzir uma estética não aceitável, por isso deve ser realizada a limpeza com gazes ou tecidos adequados e limpos para a completa remoção dos pós (BENETTI, 2010).

O controle de qualidade é uma etapa indispensável no processo de manufatura de medicamentos, independentemente da escala de produção. Para formas farmacêuticas sólidas contendo relativa quantidade de substância ativa, esta etapa se torna essencial, tendo em vista as dificuldades inerentes à sua produção, manipulação e especialmente ao erro humano (MENEHINI; ADAMS, 2007).

OLIVEIRA e colaboradores (2014) ressaltam que para garantir que o procedimento de manipulação de cápsulas esteja adequado e na dose correta é necessário validar o seu processo. A validação garante que o processo produzirá um produto que cumpre com as especificações pré-definidas e características de qualidade que se encontram sob controle, além de diminuir os riscos de desvio da qualidade.

GONÇALVES (2010) faz referência à validação de um método como sendo um processo contínuo que começa no planejamento da estratégia analítica e contínua ao longo de todo o seu desenvolvimento e transferência. Para registro de novos produtos, todos os órgãos reguladores do Brasil e de outros países exigem a validação do método analítico e, para isso, a maioria deles tem estabelecido documentos oficiais que são diretrizes a serem adotadas no processo de validação.

PINHEIRO e colaboradores (2008) descrevem em seu trabalho que quando se trabalha com validação para assegurar a qualidade dos resultados, os dados obtidos associam-se à variação de peso, indicado

pelo desvio padrão relativo (DPR) no processo de encapsulamento, e também faz referência ao nível de treinamento do manipulador e à dificuldade de manipular determinadas misturas de pós, face às características físicas de cada ativo. Ainda no mesmo trabalho os autores indicam que uma variação de peso com DPR elevado pode resultar em preparações que, se forem submetidas a teste de uniformidade de dose por conteúdo, poderão não ser aceitas, aprovadas ou validadas.

Para BENATTO e colaboradores (2011), é fundamental que a farmácia realize treinamentos constantes com os manipuladores, principalmente os responsáveis pelo processo de encapsulamento, pois diferentes formas de manipulação interferem diretamente no controle de qualidade das cápsulas preparadas. No processo de manipulação de cápsulas rígidas, o teste realizado de peso médio tem como finalidade verificar se houve a distribuição uniforme para completo enchimento dos invólucros, ou seja, garantir que as cápsulas estejam preenchidas com quantidades aproximadas de pós, pesando-as individualmente, realizando a soma de todas e dividindo pela quantidade de unidades pesadas.

O goji berry (*Lycium barbarum*) é uma planta típica do noroeste da China e regiões do Himalaia, considerada há milênios entre as ervas chinesas com propriedades nutricionais e medicinais (CARVALHO, 2014). Pesquisas realizadas com o extrato seco dos frutos confirmaram a presença de compostos antioxidantes com forte perfil imunoestimulante e protetor tecidual, incluindo os carotenoides e as vitaminas C, B1, B2 e B3, os quais apresentam a capacidade de neutralizar a ação oxidativa dos radicais livres e espécies reativas e estimular a atividade das principais enzimas antioxidantes do organismo, incluindo a superóxido dismutase, a glutatona peroxidase e a catalase (LUO et al., 2006).

No Brasil, o goji berry vem sendo amplamente utilizado com a finalidade de promover ou acelerar o emagrecimento devido aos seus constituintes antioxidantes. Apesar dos frutos serem considerados calóricos (256 kcal/100g), a sua capacidade de acelerar o metabolismo e conferir saciedade explica a sua indicação como auxiliar no emagrecimento, consumido na forma de cápsulas, sendo a dose recomendada de 400 a 600 mg de extrato seco distribuída em duas a três tomadas diárias (CARVALHO, 2014).

OBJETIVO

Tendo em vista a crescente utilização das cápsulas como forma farmacêutica magistral, as quais podem ser preparadas por diferentes métodos de enchimento, o presente trabalho buscou comparar quatro métodos manuais de enchimento de cápsulas gelatinosas rígidas e avaliar a influência dos diferentes métodos de enchimento sobre a exatidão e a precisão requeridas na determinação do peso médio, de acordo com as especificações farmacopeicas oficiais para o controle de qualidade de formas farmacêuticas sólidas.

MATERIAL E MÉTODOS

OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram utilizadas cápsulas gelatinosas rígidas, de tamanho 0, nas cores branca e verde (fornecedor: Fagron, lote: 70927981), encapsulador (Tepron) de acrílico de 60 furos, espátula de PVC, balança semianalítica (Gehaka, modelo MB400), gral de porcelana com capacidade de 700 mL, provetas de PVC de capacidades 10 mL e 100 mL, com divisões de 0,1 mL e 1 mL, respectivamente, previamente aferidas.

O diluente das cápsulas foi preparado pela mistura de estearato de magnésio 0,5%, dióxido de silício coloidal 1%, lauril sulfato de sódio 1% e talco 3% em amido de milho, considerado excipiente padrão para o preparo de cápsulas gelatinosas rígidas e conhecido pelo nome de Dilucap. Foi utilizado como princípio ativo o goji berry em pó (Iberoquímica Magistral, lote 14040136).

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE COMPACTAÇÃO DO GOJI BERRY E DO EXCIPIENTE

A determinação da densidade de compactação do goji berry e do excipiente Dilucap foi determinada através do auxílio de proveta graduada de plástico, com capacidade de 10mL. Foram pesados 5g de amostra (goji berry) e transferidos para a proveta, sendo realizadas batidas constantes na bancada até compactação do pó e anotado o volume. O mesmo procedimento foi realizado para o Dilucap. Esta operação foi realizada em triplicata. A densidade foi calculada pela razão massa/volume, expressa em g/cm³.

MÉTODO DA DENSIDADE PARA ENCHIMENTO DAS CÁPSULAS

Foram preparadas 60 cápsulas de goji berry 500 mg, pesando-se 30g de goji berry ($d_c = 0,75 \text{ g/cm}^3$) e determinado o volume a ser ocupado por 500 mg do mesmo na cápsula (0,67 mL). Em seguida, foi selecionado o tamanho (ou número) da cápsula adequado (cápsula nº0, volume declarado de 0,68 mL), de acordo com o Quadro 1. Para o cálculo da quantidade necessária de excipiente, o valor encontrado foi de 0,6 mL que, a partir da densidade de compactação do Dilucap ($d_c = 0,85 \text{ g/cm}^3$), corresponde a uma massa de 0,51 g.

Em seguida foi realizado o encapsulamento, com os pós (goji berry e Dilucap) homogeneizados em gral de porcelana de acordo com a técnica da diluição geométrica (FERREIRA, 2002). Em tabuleiro previamente higienizado com etanol 70%, foram depositadas 60 cápsulas do tamanho e cor escolhida, abrindo-as e reservando as tampas em um recipiente adequado. Em seguida, o tabuleiro foi posicionado sobre uma superfície apropriada e a mistura de pós distribuída de maneira uniforme, para o completo enchimento de todas as cápsulas. Após a compactação dos pós no tabuleiro com auxílio do socador, foi verificada a uniformidade de enchimento em todas as cápsulas até término de todo o pó contido no gral.

As cápsulas foram então tampadas e travadas e, em seguida, limpas com o auxílio de papel absorvente e acondicionadas em frasco adequado, identificado como “MD” (método da densidade) para posterior determinação do peso médio.

MÉTODO VOLUMÉTRICO DE ENCHIMENTO DAS CÁPSULAS

Primeiramente, foi realizado o cálculo para 60 cápsulas com dose individual de 500mg de goji berry, correspondendo a 30g do ativo, transferidos para uma proveta graduada de 100 mL. Foi realizada a compactação do pó, batendo a proveta sobre a bancada até total sedimentação. O volume obtido foi anotado (40 mL), dividido pelo número de cápsulas (60) a fim de obter o volume a ser ocupado por 500 mg do goji berry por cápsula (0,67 mL). Em seguida, foi selecionado o tamanho (ou número) da cápsula adequado (cápsula nº0, volume declarado de 0,68 mL), de acordo com o Quadro 1.

Para o cálculo da quantidade necessária de excipiente, o valor encontrado foi de 0,6 mL. Então, na mesma proveta contendo os 30g de goji berry foi adicionado o Dilucap até completar 40,6 mL após compactação na proveta. Em seguida, o conteúdo da proveta foi vertido em um gral de porcelana e realizada a técnica da diluição geométrica (FERREIRA, 2002). Procedeu-se à técnica padrão de encapsulamento descrita no item anterior, sendo as cápsulas acondicionadas em frasco adequado, identificado como “MV” (método volumétrico) para posterior determinação do peso médio.

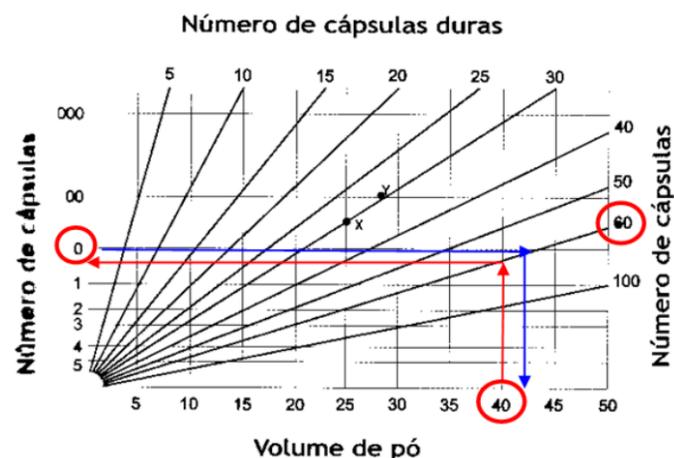
MÉTODO DO NOMOGRAMA PARA ENCHIMENTO DAS CÁPSULAS

Primeiramente, foi realizado o cálculo para 60 cápsulas com dose individual de 500mg de goji berry, correspondendo a 30g do ativo. Posteriormente, os 30g de goji berry foram transferidos para uma proveta graduada vazia de 100 mL. Foi realizada a compactação, batendo a proveta sobre a bancada até total sedimentação. O volume obtido foi anotado (40 mL) e, a partir do nomograma foram obtidos o número da cápsula (nº0) e o volume restante de Dilucap (2 mL). O nomograma encontra-se representado na

Figura 1.

Para realizar a mistura dos pós, o conteúdo da proveta foi vertido gradativamente para um gral de porcelana e realizada a técnica da diluição geométrica (FERREIRA, 2002). A técnica de encapsulamento foi a mesma descrita no item anterior e as cápsulas obtidas acondicionadas em frasco adequado, identificado como “MN” (método nomograma) para posterior determinação do peso médio.

Figura 1. Nomograma para enchimento de cápsulas.



MÉTODO DA RAZÃO VOLUME DA CÁPSULA/MASSA DE PÓ.

Primeiramente foi realizado o cálculo para determinar a quantidade de goji berry necessária para o preparo das 60 cápsulas com dose individual de 500mg de ativo, obtendo-se o valor de 30g, transferindo-o para uma proveta graduada de 100mL. Foi realizada a compactação, batendo a proveta sobre a bancada até total sedimentação do pó. O volume obtido foi anotado (40 mL) e verificado o tamanho da cápsula adequada e o volume restante de Dilucap a partir do Quadro 2, que relaciona o volume da cápsula com a quantidade de pó acondicionada (RAZAK, 2003), obtendo-se a indicação para a cápsula nº0 e o volume de excipiente de 0,80 mL.

Para realizar a mistura dos pós, o conteúdo da proveta foi vertido em um gral de porcelana e realizada a técnica da diluição geométrica (FERREIRA, 2002). A técnica de encapsulamento foi a mesma adotada no item anterior e as cápsulas obtidas acondicionadas em frasco adequado, identificado como “MR” (método da razão volume/quantidade de pó) para posterior determinação do peso médio.

Quadro 2 - Relação entre quantidade de diluente e número da cápsula.

Número de cápsulas	Número da cápsula e quantidade total de pó (cm³)					
	00	0	1	2	3	4
1	0,95	0,68	0,50	0,37	0,30	0,21
10	9,50	6,80	5,00	3,70	3,00	2,10
20	19,00	13,60	10,00	7,40	6,00	4,20
30	28,50	20,40	15,00	11,10	9,00	6,30
40	38,00	27,20	20,00	14,80	12,00	8,40
50	47,50	34,00	25,00	18,50	15,00	10,50
60	57,00	40,80	30,00	22,20	18,00	12,60
70	66,50	47,60	35,00	25,90	21,00	14,70
80	76,00	54,40	40,00	29,60	24,00	16,80
90	85,50	61,20	45,00	33,30	27,00	18,90
100	95,00	68,00	50,00	37,00	30,00	21,00
110	104,50	74,80	55,00	40,70	33,00	23,10
120	114,00	81,60	60,00	44,40	36,00	25,20
130	123,50	88,40	65,00	48,10	39,00	27,30
140	133,00	95,20	70,00	51,80	42,00	29,40
150	142,50	102,00	75,00	55,50	45,00	31,50
160	152,00	108,80	80,00	59,20	48,00	33,60
170	161,50	115,60	85,00	62,90	51,00	35,70
180	171,00	122,40	90,00	66,60	54,00	37,80
190	180,50	129,20	95,00	70,30	57,00	39,90
200	190,00	136,00	100,00	74,00	60,00	42,00

Fonte: RAZAK, 2003.

DETERMINAÇÃO DO PESO MÉDIO

O peso médio foi determinado de acordo com a FARMACOPEIA BRASILEIRA (2010), que preconiza a sua determinação através da pesagem individual de, no mínimo, 20 cápsulas. Para cápsulas acima de 300 mg tolera-se a variação de ± 5% nos pesos individuais em relação ao peso médio. Como resultado, pode-se tolerar, no máximo, 6 unidades em 60 cápsulas cuja diferença exceda os limites estabelecidos em relação ao peso médio, mas nenhuma cuja diferença exceda o dobro dos mesmos.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos pela média em relação aos pesos foram avaliados pela análise da variância (ANOVA) onde utiliza a distribuição F, seguido pelo teste de comparação múltipla de médias DHS de Tukey quando o F foi significativo. O método estatístico utilizado para avaliar os coeficientes de variação foi o teste-t, disponibilizado no Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos de enchimento descritos no presente trabalho representam os mais empregados pelas farmácias magistrais atualmente. A Tabela 1 representa os valores encontrados para as quantidades de excipientes (Diluicap) e para peso médio, desvio padrão e coeficiente de variação nas cápsulas de 500 mg de goji berry, de acordo com os diferentes métodos de enchimento.

De acordo com MOTTA (2006), o desvio padrão consiste no grau médio de dispersão ou distância que as observações encontram-se da média. Segundo o autor, há um significado bastante claro na informação fornecida pelo desvio padrão, a qual está relacionada com a oscilação ou variação dos valores em torno da média, ou seja, o desvio padrão indica os limites dentro dos quais se esperam encontrar certas proporções das observações. Desta forma, a regra empírica pode ser usada para melhor caracterizar as estatísticas disponíveis: aproximadamente 68% das observações estão entre $x \pm DP$; aproximadamente 95% das observações estão entre $x \pm 2DP$ e aproximadamente todas as observações encontram-se entre $x \pm 3DP$.

De acordo com a Tabela 1, os valores encontrados para peso médio não apresentaram diferenças consideráveis entre si, conforme demonstrado pela análise estatística. Quanto aos valores encontrados de coeficiente de variação, foi verificado que todos se apresentaram em conformidade com as especificações preconizadas pela FARMACOEIA BRASILEIRA (2010), a qual estipula que para cápsulas gelatinosas duras com peso médio superior a 300 mg, o limite de variação deve ser de $\pm 7,5\%$.

O método da densidade (MD) é considerado padrão para o enchimento de cápsulas, uma vez que leva em consideração os volumes necessários de ativos e excipientes para preencherem o interior do invólucro da cápsula, a partir do cálculo das densidades. Este método, por esta razão, é bastante confiável, conforme pode ser verificado na Tabela 1, apresentando um dos menores valores de coeficiente de variação obtidos (2,44%).

O método volumétrico é considerado um método prático para a preparação de cápsulas, uma vez que não necessita dos valores de densidade compactada dos pós para o cálculo das quantidades de ativos e excipientes, mas somente os volumes necessários para completar o volume da cápsula selecionada. Este método, apesar de não ser muito divulgado, também se mostrou adequado para o processo de encapsulação nas farmácias magistrais, apresentando coeficiente de variação 3,50%, ou seja, menor que 7,5%, estando, portanto, de acordo com o preconizado na FARMACOPEIA BRASILEIRA (2010).

O método do nomograma é mais conhecido e utilizado que o da densidade e os valores de excipiente necessário (em volume) e o número da cápsula a ser escolhido são fornecidos por um gráfico do tipo nomograma (Figura 1). Os resultados obtidos mostraram que o método também pode ser considerado adequado para o processo de encapsulação, uma vez que o valor encontrado de coeficiente de variação foi de 3,10%, ou seja, menor que 7,5%, estando, portanto, de acordo com o preconizado na FARMACOPEIA BRASILEIRA (2010).

Por fim, o método que utiliza a relação entre volume total de ativos e o número de cápsulas (Quadro 2) é pouco conhecido e divulgado no meio magistral, oferecido em cursos de capacitação e aprimoramento voltados para a rotina das farmácias magistrais. O método utiliza uma tabela com valores padronizados de quantidade total de ativos e excipientes, sendo possível obter o volume de excipientes através de um cálculo simples de subtração, de acordo com o total de cápsulas a serem preparadas. Os resultados mostraram que, apesar de não ser publicado ou conhecido como método oficial, o método pode ser usado pelas farmácias magistrais nos processos de encapsulamento, pois o valor encontrado de coeficiente de variação (2,27%) foi o menor entre os obtidos no estudo comparativo realizado neste trabalho, estando, também de acordo com o preconizado na FARMACOPEIA BRASILEIRA (2010).

Segundo MOTTA (2006), a comparação entre mais de duas médias é realizada pela análise da variância (ANOVA), que utiliza a distribuição F. Este teste permite tomar uma única decisão geral quanto à existência de diferença significativa entre as médias que estão sendo comparadas. O F representa uma razão, onde o

numerador é a variância entre os tratamentos comparados e o denominador é a variância dentro das amostras.

Assim, considerando que $F = \text{variância entre tratamentos} / \text{variância média dentro dos grupos}$, quando F apresentar um valor ao redor de 1, a diferença entre as médias será não-significativa. Porém, quando este valor for superior a 1, as diferenças entre as médias possui significância estatística.

No entanto, a ANOVA não indica quais são as diferenças entre os tratamentos considerados estatisticamente significativos. Portanto, são necessários testes adicionais para evidenciar quais são os tratamentos que diferem no ponto de vista estatístico. No caso deste estudo, foi utilizado um teste de comparação múltipla das médias, o teste Tukey, que permite verificar a significância estatística da diferença entre pares de médias.

Pelo teste de comparação múltipla de médias do teste de Tukey, observou-se que as diferenças entre as médias de peso em MV (método volumétrico), MN (método nomograma) e MR (método tabela) em relação ao peso médio em MD (método da densidade), com valor calculado de $F = 0,3428$ e $F = 0,11346$ para pesos médios e coeficientes de variação, respectivamente. Portanto, a diferença entre as médias não é significativa para $\alpha < 0,05$, indicando que os métodos avaliados não apresentam diferenças estatisticamente significativas.

Porém, é importante ressaltar que a viabilidade dos métodos de enchimento de cápsulas se deve ao correto procedimento na determinação da densidade compactada e/ou do volume compactado, pois os demais cálculos dependerão dos primeiros, considerados como padrão. Portanto, todo o cuidado deve ser tomado durante a realização dos procedimentos envolvendo volumes aparentes de pós, a fim de contribuir com o correto preparo e garantir a segurança do medicamento magistral.

Tabela 1- Valores observados para o peso médio (PM), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das cápsulas manipuladas contendo 500 mg de goji berry.

Método	Diluicap	PM (g)	$\pm DP$ (g)	CV (%)
MD	0,51 g	0,574	0,014	2,44
MV	0,6 mL	0,572	0,020	3,50
MN	2,0 mL	0,581	0,018	3,10
MR	0,80 mL	0,573	0,013	2,27

Dados: MD = método da densidade; MV = método volumétrico; MN = método nomograma; MR = método que relaciona massa/quantidade de diluente.

CONCLUSÃO

Os quatro métodos de preparo de cápsulas gelatinosas não apresentaram variação estatisticamente significativa, todos com coeficientes de variação menores que o especificado para a forma farmacêutica cápsula nos compêndios farmacopeicos oficiais. Desta forma, considera-se que os quatro métodos avaliados podem ser adotados pelas farmácias magistrais para o processo de enchimento de cápsulas gelatinosas rígidas, desde que sejam respeitadas as boas práticas de manipulação, a fim de obter um produto final com qualidade, credibilidade e segurança.

REFERÊNCIAS

ANSEL, H. C.; POPOVICH, N. G.; LOYD, V. A. **Farmacotécnica: formas farmacêuticas e sistemas de**

liberação de fármacos. 6. ed. São Paulo: Premier, 2000.

ALMEIDA, M. L. C.; NASCIMENTO, A. P. Análise das cápsulas manipuladas segundo a RDC 67/2007 da ANVISA para a garantia da qualidade. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 91, n. 3, p. 119-125, 2010.

BENATTO, M. S. ; SILVA, G. D. B. ; GEMEINDER, A. C. S. ; GEMEINDER, J. L. P. . **Comparação de diferentes técnicas de manipulação de cápsulas gelatinosas duras**. 2013. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, FACULDADES INTEGRADAS DE OURINHOS (FIO), 12. **Anais...**2013, Ourinhos, 2013.

BENETTI, V. M. **Comparação entre dois métodos manuais de cápsulas rígidas de gelatina**. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia). Porto Alegre: UFRGS, 2010.

CARVALHO, I.S. Efeitos do goji berry (*Lycium barbarum*) na saúde e na doença: uma revisão de evidências. **Revista Brasileira de Nutrição Funcional**, v. 59, p. 19-26, 2014.

DUTRA, V.C. **Manipulação de cápsulas**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - dossiê técnico. Rio de Janeiro, 2012.

FARMACOPEIA BRASILEIRA. Brasília: Anvisa, 2010. Parte 1.

FERREIRA, A. O. **Guia prático da farmácia magistral**. 2. ed. Juiz de Fora: Pharmabooks, 2002.

GARCIA, A. Q. R.; PEREIRA, T. C. B.; DIAS, I. L. T. Estudo das propriedades de fluxo no desenvolvimento de paracetamol pó veiculado em sachê. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 93, n. 4, p. 469-475, 2012.

GONÇALVES, G. S. **Atributos da validação do método analítico para quantificação da biotina empregando a técnica potenciométrica**. 117 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos), UNESP: Universidade Estadual Paulista, Araraquara-SP, 2010.

LACHMAN, L.; LIEBERMAN, H. A.; KANIG, J. L. **Teoria e prática na indústria farmacêutica**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

LUO, Q. *Lycium barbarum* polysaccharides: protective effects against heat induced damage of rat testes and H₂O₂- induced DNA damage in mouse testicular cells and beneficial effect on sexual behavior and reproductive function of hemicastrated rats. **Life Science**, v. 79, p. 613-621, 2006.

MENEGHINI, L. Z.; ADAMS, A. I. H. Avaliação físico-química de cápsulas de diazepam manipuladas em farmácias magistrais de Passo Fundo-RS. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 88, n. 2, p. 67-70, 2007.

MIASSO, A. I.; SILVA, A. E. B. C.; CASSIANI, S. H. B.; GROU, C. R.; OLIVEIRA, R. C.; FAKIH,

F. T. O processo de preparo e administração de medicamentos: identificação de problemas para propor melhorias e prevenir erros de medicação. **Revista Latino-americana de Enfermagem**, v. 14, n. 3, p.354-363, 2006.

MOTTA, V. T. **Bioestatística**. 2. ed. Caxias do Sul: Educs, 2006.

MUNIZ, G. S. O.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Z.; GARCIA, M. T. J. Cápsulas gelatinosas duras de nimesulida: a influência do amido glicolato de sódio, e sua concentração, na dissolução do fármaco. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 33, n. 3, p. 361-371, 2012.

OLIVEIRA, A. E.; HOFFMANN, C. L.; COSTA, M. P.; BLOCK, L. C. Análise e validação do procedimento de manipulação de cápsulas por encapsulamento manual por nivelamento. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n. 1, p. 59-65, 2014.

PAULO, G. D.; MAZZUCO, A. P.; RODOLPHO, J. C.; SALGADO, H. R. N.; MORENO, A. H. Estudo comparativo de cápsulas contendo amoxicilina obtidas de algumas farmácias magistrais. **Revista Uniara**, v. 14, n. 2, p. 50-60, 2011.

PETRY, R. D.; DE SOUZA, T. P.; DA SILVA, F. A.; HEBERLÉ, G.; DA SILVA, W. B.; FLECK, J. D.; BASSANI, V. L.; GONZÁLES ORTEGA, G.; PETROVICK, P. R. GUTERRES, S. S. Influência de adjuvantes e técnica de enchimento sobre as características farmacêuticas de capsulas de gelatina dura contendo teofilina. **Caderno de Farmácia**, v. 14, n. 1, p. 13-19, 1998.

PINHEIRO, M.; BENAVIDE, V. G.; VOLPATO, N. M.; CABRAL, L. M. C.; SANTOS, E. P. Indicadores para controle de processo na manipulação de cápsulas em farmácia. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 89, n. 1, p. 28-31, 2008.

PRISTA, L. N., ALVES, A. C., MORGADO, R. M. R. **Tecnologia farmacêutica**. 6. ed., Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

RAZAK, C. **Farmácia magistral: curso teórico**. São Paulo: Instituto Racine, 2003.

SPANIOL, B. **Comparação do comportamento compressional de granulado contendo produto seco por aspersão de *Phyllanthus niruri* L. entre máquinas de comprimir alternativa e rotativa**. 186 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RGS, 2007.

ZARBIELLI, M. G.; MACEDO, S. M. D.; MENDEZ, A. S. L. Controle de qualidade de cápsulas de piroxicam manipuladas em farmácias do município de Erechim-RS. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 87, n. 2, p. 55-59, 2006.

OS NÚMEROS PRIMOS DE ISHANGO

Carla Santos*

*Centro de Matemática e Aplicações, FCT, Universidade Nova de Lisboa, departamento de Matemática e Ciências Físicas, Instituto Politécnico de Beja -Portugal

*Autor para correspondência e-mail: carla.santos@ipbeja.pt

PALAVRAS-CHAVE

Motivação
História da Matemática
Números primos
Osso de Ishango

KEYWORDS

History of Mathematics
Prime numbers
Ishango bone

RESUMO

Desde tempos longínquos que os números primos têm fascinado o Homem e despertado o interesse de inúmeros matemáticos. Muito se tem evoluído no conhecimento dos números primos desde que estes foram, há milénios, representados pela primeira vez, no osso de Ishango. Mas a tarefa de decifrar o misterioso conjunto dos números primos reveste-se de grandes dificuldades devido à inexistência de um padrão regular na sua distribuição e conseqüente ausência de uma “fórmula” capaz de gerar todos os números primos. Vestígios, chegados até aos nossos dias, provam que os números primos eram conhecidos pelos Babilónios, os Egípcios ou os Persas e que na Grécia Antiga o estudo dos números primos ganha expressão. Mas, acreditando na hipótese formulada De Heinzelin (1962), o conhecimento da primalidade pode ser muito anterior às civilizações da Antiguidade, uma vez que alguns dos agrupamentos de marcas existentes no osso de Ishango representam números primos. No presente trabalho pretende-se diversificar o estudo do osso de Ishango, analisando os números primos nele representados e associando-os a algumas das famílias especiais de números primos conhecidas, contudo não é nosso objectivo apoiar ou refutar alguma das teorias referentes à interpretação das marcas presentes no osso de Ishango.

ABSTRACT

THE PRIME NUMBERS OF ISHANGO

Since distant times prime numbers have fascinated the Man and interested countless mathematicians. Much has been evolved in the knowledge of prime numbers since they were represented, for the first time, in the Ishango bone. But deciphering the mysterious set of prime numbers has great difficulties due to the absence of a regular pattern in its distribution and consequent absence of a “formula” capable of generating all prime numbers. Vestiges, which have reached our days, prove that the prime numbers were known by the Babylonians, the Egyptians, or the Persians and that it is in Ancient Greece that the study of prime numbers gains expression. But, believing in De Heinzelin’s (1962) hypothesis, knowledge of primality may be much earlier than the civilizations of antiquity, since some of the clusters of marks in the Ishango bone are prime numbers. In the present work we intend to diversify the study of the Ishango bone by analyzing the prime numbers represented therein and associating them with some of the known special families of prime numbers, but it is not our objective to support or refute some of the theories regarding the interpretation of the marks present on the Ishango bone

INTRODUÇÃO

Desde tempos longínquos que os números primos têm fascinado o Homem, e esse encantamento não se desvaneceu ao longo dos milénios decorridos entre as gravações do osso de Ishango e os nossos dias. Diferentes gerações de matemáticos, utilizando os métodos disponíveis à sua época, têm caminhado pelo mundo dos números primos tentando desvendar um dos mistérios mais bem guardados do universo matemático.

Buscar as origens da Matemática implica visitar os primórdios da história da Humanidade, cruzando as diferentes etapas da sociedade humana e do desenvolvimento da inteligência.

Durante o período Paleolítico, o nomadismo, de uma sociedade caçadora e recolectora, determinava as reduzidas exigências à capacidade intelectual do Homem. Sendo aceitável que, já nesses tempos, o Homem possuísse o sentido de número, esse era um sentido mais qualitativo do que quantitativo, em que “um” seria antes um artigo indefinido do que um numeral (STRUİK,1948).

Decorrente das mudanças climáticas que compeliram a humanidade para uma sociedade sedentária, o Homem teve de enfrentar desafios até aí desconhecidos. Nessa nova etapa da história da espécie humana, designada por Neolítico, em que surgiram os alicerces da sociedade actual, o espírito empreendedor do Homem começou a transformar o meio ambiente, de modo a adaptá-lo às suas necessidades.

Perante a evidência de que a sobrevivência da humanidade carecia da compreensão dos ciclos da natureza, o Homem dedicou renovada atenção à Terra, à Lua, ao Sol e às outras estrelas, tentando dar respostas aos novos desafios impostos pela dependência da agricultura e pastorícia e crescente complexidade da vida em comunidade, daí decorrente. Mas para o homem primitivo nada havia, imediatamente utilizável, que pudesse suprir as suas necessidades de instrumentos e técnicas (CAMPOS, 2017). E como a necessidade aguça o engenho, o Homem primitivo deita mão ao que a natureza põe à sua disposição e, fruto da sua capacidade intelectual, transforma paus e pedras em ferramentas, para com estas desenvolver novas ferramentas e técnicas, e exterioriza os produtos da sua mente em manifestações que ficaram registadas, como as marcas deixadas deliberadamente em diversos materiais, as pinturas rupestres ou a arte megalítica.

É comumente aceite que os vestígios históricos, chegados aos nossos dias, provam que Babilónios, Egípcios e Persas tinham conhecimento dos números primos, e que na antiga Grécia esses números despertavam grande interesse de estudo. Contudo há quem defenda que o conhecimento dos números primos é muito anterior a essas civilizações e que a prova disso está no osso de Ishango.

Independentemente de as marcas do osso de Ishango testemunharem ou não a existência da consciência da primalidade, à época do(s) seu(s) autore(s), é inequívoco que existem nesse osso representações de números que são números primos.

A abordagem que o presente trabalho fará à presença de números primos no osso de Ishango, não pretende apoiar nem refutar nenhuma teoria acerca da intencionalidade de representação de números primos, mas antes caracterizar os números primos lá presentes de acordo com seis famílias especiais de números primos.

AS MANIFESTAÇÕES DE PRÉ-CONCEPÇÕES MATEMÁTICAS

Da percepção da diferença entre distintas quantidades surgiu a necessidade de contar com precisão. As primeiras formas de contagem terão passado pela utilização dos dedos das mãos e dos pés, pelo agrupamento de pedras, conchas ou paus, mas também, registando as quantidades que pretendiam representar por incisões nas cascas das árvores, paus ou ossos. Fosse para determinar a altura certa para semear ou colher, registando as fases da Lua, fosse para controlar o número de animais do seu rebanho, ou com qualquer outro objectivo, o Homem começou a contar, traduzindo, conscientemente, o que em

Matemática se designa por correspondência biunívoca.

Como defendem d'Errico et al. (2003, p.31) “o ponto de inflexão fundamental na evolução das actividades cognitivas e a transmissão cultural humanas teve lugar quando o Homem foi capaz, pela primeira vez, de armazenar conceitos com a ajuda de símbolos materiais e ancorar ou mesmo situar memórias fora do cérebro individual”. Indubitavelmente, os registos de contagens, que chegaram até aos dias de hoje, são prova disso mesmo, colocando as manifestações matemáticas no centro de todo o processo evolutivo da espécie humana.

Para conjecturar sobre a presença e significado das manifestações matemáticas das sociedades pré-históricas, os historiadores recorrem a peças arqueológicas que aparentam apresentar diversas formas de pré-concepções matemáticas, tendo que discernir entre os registos deliberados desse produto do pensamento humano, expresso em representações simbólicas, de outras marcas originadas por actividades meramente funcionais ou resultantes de processos naturais.

Do rol de objectos arqueológicos contendo marcas que podem ser interpretadas como expressões “matemáticas” simbólicas, do Homem primitivo, constam vários ossos, cujos mais antigos exemplares foram datados como pertencentes ao Paleolítico Superior. Num osso de pata de babuíno, com mais de 35000 anos, que se considera o mais antigo registo matemático conhecido, denominado Osso de Lebombo, é possível observar 29 marcas, cujas tentativas de interpretação, deram origem às hipóteses de as marcas poderem estar associadas às fases da lua ou à hipótese de revelar a contagem dos dias do ciclo menstrual, denominada conjectura de Zaslavsky (Bangura, 2012, Redondo, 2010). Noutro osso, agora de lobo, com cerca de 30000 anos a disposição das marcas revela, formações de grupos de 5 marcas, e a presença de marcas maiores que parecem propositadamente pretender separar uma série de 30 de uma série de 25 traços (p.e. Stewart, 2007, pp. 3-4).

Entre os vários registos matemáticos, em ossos, destaca-se o osso de Ishango, cuja idade estimada aponta para os 20000 anos (segundo outros, 90000 anos). De uma riqueza incomparavelmente superior aos referidos anteriormente em termos do significado das marcas nele registadas, este vestígio que é considerado o mais antigo objecto matemático (Ishango Milele Foundation, 2018), por revelar não só o conhecimento dos números como também das suas propriedades, tem-se mostrado um verdadeiro quebra-cabeças para os investigadores que se dedicam a decifrá-lo.

O OSSO DE ISHANGO

O osso de Ishango foi descoberto pelo belga Jean Heinzelin de Braucourt, na década de 50 do séc. XX, em Ishango, próximo da actual fronteira entre o Congo e o Uganda (PICKOVER, 2009) e está actualmente exposto no Museu do Real Instituto de Ciências Naturais, na Bélgica (Figura 1).

Com um comprimento aproximado de 10 cm, o osso de Ishango teria sido uma ferramenta, composta por uma extremidade cortante (devido à presença de um fragmento de quartzo embutido) e um cabo. A extremidade cortante sugere que poderia ter servido para a escarificação ritual da pele ou para gravação. A presença, no cabo, de três colunas paralelas, de linhas distribuídas irregularmente, sugere que terá servido também de suporte a algum tipo de registo quantitativo (PLETSER, 2012).

O interesse pelo osso de Ishango teve expressão internacional logo que o seu descobridor, Jean de Heinzelin de Braucourt, publicou a descrição do seu achado, dada a sua inequívoca singularidade e contribuição para o conhecimento dos primórdios da Humanidade.

Figura 1 - Osso de Ishango, exposto no Real Instituto de Ciências Naturais, na Bélgica.

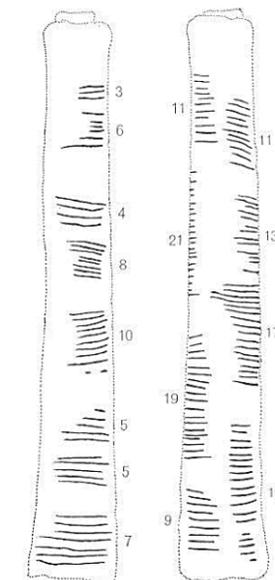


Fonte: (imagem de https://www.realclearscience.com/blog/2015/11/the_earliest_evidence_of_logical_reasoning.html).

A DESCRIÇÃO DAS INCISÕES NO OSSO DE ISHANGO

Ao longo do comprimento do osso de Ishango, estão presentes 168 linhas distribuídas por três colunas e dispostas como se pode observar na figura seguinte, que apresenta o desenho apresentado pelo próprio De Heinzelin (Figura 2), quando da divulgação da descrição das características do osso de Ishango.

Figura 2 - Desenho de De Heinzelin, detalhando as marcas do osso de Ishango.



Fonte: PLETSE; HUYLEBROUCK, 1999.

As três colunas apresentam-se de forma aproximadamente paralela, contudo as linhas nelas gravadas estão agrupadas de forma assimétrica, o que pressupõe que a sua presença envolvia um carácter funcional e não decorativo. Esta assimetria das marcas não manifesta, contudo, um carácter aleatório na sua distribuição, mas antes, a representação de conceitos matemáticos (CREVECOEUR *et al.*, 2016)

Ao longo dos anos, muitos investigadores têm formulado diversas hipóteses para fundamentar os agrupamentos das linhas marcadas no osso de Ishango. A primeira interpretação, realizada pelo seu descobridor, alvitava tratar-se de uma espécie de jogo aritmético, criado por indivíduos conhecedores de um sistema numérico de base 10, da duplicação e de números primos (DE HEINZELIN, 1957, 1962). A interpretação proposta por Marshack (1972) sugere que o osso seria usado como calendário lunar e a de Pletser ; Huylebrouck (1999) propõe uma conexão com o sistema duodecimal.

Independentemente da explicação encontrada, para cada um dos pormenores presentes no osso de Ishango, é indiscutível o facto de que aqueles registos, à data em que foram feitos, demonstram interesse pelos “números”.

OS NÚMEROS PRIMOS

Do ponto de vista da estrutura multiplicativa dos números inteiros, os números primos são os números mais simples tendo, no entanto, a extraordinária capacidade de gerar todos os demais números naturais, designados por números compostos.

A razão por que os números primos são os mais simples de todos os números inteiros advém da sua própria definição:

Um número primo é aquele que tem exactamente dois divisores, 1 e ele próprio.

A verificação se um número é primo, consiste na busca dos seus divisores. Essa é uma tarefa de grande simplicidade para os primeiros números primos. Verificar, por exemplo se os números 5 e 6 são números primos é elementar. Dividindo estes números por todos os números naturais inferiores a ele, verificamos que 5 tem dois divisores, o 1 e 5, e que 6 tem quatro divisores, 1, 2, 3 e 6, concluindo-se que 5 é um número primo mas 6 não é. Usando o mesmo método destes exemplos é fácil verificar que entre os primeiros dez números naturais existem quatro números primos: 2, 3, 5 e 7. Atentando a este pequeno conjunto de números primos, podemos já ter um leve vislumbre do fascínio que os números primos exercem sobre o Homem. Aqui encontramos:

- o mais especial de todos os números primos, o 2, por ser o único par que é número primo;
- a única dupla de primos contíguos, formada pelo 2 e o 3;
- o 5 que é o único número primo terminado no algarismo 5;
- o único terno de números primos gémeos, isto é, números primos ímpares consecutivos, formado pelos números 3, 5 e 7.

Olhando mais além na recta numérica verificamos que a distribuição dos números primos é muito irregular e a sua presença progressivamente mais rara. Entre 1 e 1000 existem apenas 168 primos, entre os quais surgem sequências de números compostos, designadas por lagos ou desertos, cuja dimensão pode ser qualquer. Na presença de lagos de grandes dimensões, a descoberta de novos primos à medida que se avança no conjunto dos números naturais torna-se uma tarefa cada vez mais árdua.

Numa tentativa de agilizar a procura de novos números primos, o grego Eratóstenes, no século III a.C., apresentou aquele que é o mais antigo algoritmo conhecido para a descoberta de números primos: o Crivo de Eratóstenes.

A partir do Quadro 1 os números naturais são dispostos em linhas de 10, semelhante à que aqui apresentamos (onde estão representados os cem primeiros números naturais), Eratóstenes propôs um

procedimento para a determinação de números primos que consiste em eliminar o 1, que não é primo; eliminar todos os múltiplos de 2, à excepção do próprio 2 que é primo, e repetir o processo para os números não eliminados, a começar por 3 que é primo, até já não haver múltiplos para eliminar. Desta forma obtêm-se todos os números primos existentes entre 1 e 100 – apresentados a sombreado na Quadro 1.

Quadro 1- Crivo de Eratóstenes.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Para testar a primalidade de, por exemplo, 391 não será muito prático usar o algoritmo de divisões sucessivas, para encontrar os seus divisores, nem prolongar o crivo de Eratóstenes.

Sendo suficiente existir um divisor próprio de um número (que não 1), para que este número seja classificado como composto, decorre da própria definição de número primo, que a descoberta do menor divisor próprio de um número (que não 1) é o bastante para a classificação desse número.

Considerando que um número composto n pode ser representado como $n = a \times b$, onde a é primo e b pode ser primo ou composto e $1 < a \leq b < n$.

Supondo que $a > \sqrt{n}$ então $n = a \times b > \sqrt{n} \times \sqrt{n} = n$, o que é absurdo. Logo todo o número composto tem um divisor que é um número primo, $p \leq \sqrt{n}$. Então um dos métodos para testar a primalidade de um número inteiro, $n \geq 2$, consistirá em testar a sua divisibilidade pelos números primos $p \leq \sqrt{n}$.

Para testar a primalidade de 299, dividiremos então 299 por todos os primos inferiores a $\sqrt{299} = 17,29$. Dividindo 299, sucessivamente, por 2, 3, 5, 7, 11, 13 e 17, observamos que 299 é divisível por 13. Tendo-se descoberto mais um divisor para além de 1 e do próprio número conclui-se que 299 não é um número primo.

À medida que se avança no conjunto dos números inteiros, verifica-se que os números primos se tornam cada vez mais raros. Perante este facto, os gregos questionaram se a partir de certa altura não existiria mais nenhum número primo, ou seja, se existiria um número primo maior de todos. Euclides, matemático grego do século III a.C, respondeu a esta questão demonstrando que a sucessão dos números primos é infinita.

Então após um número primo existirá sempre outro, infelizmente, a partir de certo ponto, a uma distância tão grande do seu antecessor que torna difícil a sua descoberta.

Muitos foram os matemáticos que tentaram descobrir uma função geradora para todos os números primos, mas sem sucesso. As sucessivas propostas de funções geradoras permitem encontrar uma sequência (limitada) de números primos, contudo todas elas falham ao gerar, a certa altura, números compostos.

Em 1772, Euler observou que a expressão $p(n) = n^2 + n + 41$ origina números primos, para valores de n

entre 0 e 39. Gauss procurou descobrir a quantidade de primos entre um e um milhão, em vez de tentar descobrir a localização dos números primos. Em 1859, George F. B. Riemann, partindo da abordagem feita por Gauss, observou que a sequência dos números primos está intimamente relacionada com o comportamento da função $\zeta(s) = 1 + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \frac{1}{4^s} + \dots$, chamada função Zeta de Riemann. A “Hipótese de Riemann” afirma que todas as soluções da equação $\zeta(s) = 0$, no plano complexo, descrevem uma linha vertical. Isto já foi verificado para mais de mil milhões de soluções, mas a demonstração de que a hipótese é verdadeira para todas as soluções ainda não foi encontrada. A “Hipótese de Riemann” é um dos problemas do milênio, cuja demonstração será premiada, pelo Clay Mathematics Institute, com 1 milhão de dólares mais rico.

Ainda que o mistério dos números primos não tenha ainda sido desvendado, ao longo dos séculos, têm tido destaque algumas particularidades relacionadas com estes números, que originaram uma espécie de famílias especiais de números primos. De entre as inúmeras famílias especiais de números primos conhecidas destacaremos seis, cujas definições apresentamos no Quadro 2 o seguinte.

Quadro 2 - Famílias especiais de números primos.

Família	Definição
Primos gémeos ¹	Dois números primos p e q , com $q - p = 2$, dizem-se primos gémeos se $p < q$.
Primos de Mersenne ²	Um número p é um primo de Mersenne, quando $2^p - 1$ for um par de números primos.
Primos de Germain ³	Um número primo p diz-se um primo de Germain se $2p + 1$ é um número primo.
Primos de Wilson ⁴	Um número primo, p , diz-se um primo de Wilson se $(p-1)!$ divide $p-1$.
Primos factoriais ⁵	Um número primo, p , é primo factorial se p é da forma $n!$.
Super primos ⁶	Um número primo, p , é um super primo se a sua posição no conjunto dos números primos for um número primo.

¹ Gueye (2012) ² Fine (2007) ³ Hill(1995) ⁴ Costa(2014) ⁵ Dubner(1987) ⁶ Dragoi(2017)

OS NÚMEROS DE ISHANGO

Considerando uma planificação da superfície cilíndrica do osso de Ishango e seguindo a denotação adoptada por De Heinzelin, as colunas de traços presentes no osso são habitualmente designadas pelas letras M, G e D, correspondentes às letras iniciais das palavras francesas para meio (Milieu), esquerda (Gauche) e direita (Droite).

No Quadro 3 apresentamos, para cada coluna, o número total de traços e agrupamentos e os números (quantidades) representadas, no sentido do topo para a base do osso de Ishango.

Segundo Pletser; Huylebrouck (2008) não há certeza quanto a duas das quantidades de traços da coluna M (aqui assinalados com *) por se encontrarem numa zona danificada do osso.

Quadro 3 - Agrupamentos de traços no osso de Ishango, por coluna.

	Coluna		
	G	M	D
Total de traços:	60	48	60
Grupos de traços:	4	8	4
Números representados:	11, 13, 17, 19	3, 6, 4, 8, 10*, 5*, 5 e 7	11, 21, 19, 9

Fonte: elaborado pela autora.

Inicialmente o osso de Ishango foi assumido como mais um vestígio na categoria das ferramentas de contagem já conhecidas, como p.e. o osso de Lebombo, mas a observação mais atenta dos números representados, revelou propriedades numéricas que parecem testemunhar que, naquela época, existiria um conhecimento das propriedades dos números. Foi com base nessa premissa que De Heinzelin (1962) descreveu as marcas presentes no seu achado.

Apesar de alguns investigadores, como Keller (2015), defenderem que as interpretações associadas aos números de Ishango são algo fantasiosas e que para acreditar na sua veracidade se assenta mais numa crença que em evidências, outros (PLETSE; HUYLEBROUCK, 2008) aceitam que o osso revela o conhecimento de propriedades como a duplicação, mas que o conhecimento desta não permite sustentar outras suposições, como o conhecimento do conceito de primalidade. Seja como for, parece inegável que os agrupamentos de traços, presentes no osso de Ishango, não foram fruto do acaso.

Não sendo nossa pretensão interpretar o significado dos números associados às incisões no osso de Ishango, a nossa abordagem resumir-se-á à identificação dos números primos nele presentes, destacando algumas propriedades interessantes desses números.

No osso de Ishango estão presentes 16 agrupamentos de traços que, devido às repetições, correspondem a 13 números. De entre esses, o conjunto dos números primos representados no osso de Ishango é $I_p = \{3, 5, 7, 11, 13, 17, 19\}$ que corresponde ao conjunto dos sete primeiros números primos ímpares.

No osso de Ishango estão representados, portanto, 7 números primos (10, se considerarmos as repetições) e 6 números compostos.

Os números que surgem repetidos 5, 11 e 19 são os primeiros três números primos existentes da forma $n^2 - n - 1$.

A coluna G é composta exclusivamente por números primos. Nela estão representados os números 11, 13, 17 e 19, ou seja, os números primos entre 10 e 20, que surgem pela sua ordem natural.

A soma de todos os números representados no osso de Ishango (168) corresponde à quantidade de números primos inferiores a 1000.

No Quadro 4, os números primos presentes no osso de Ishango são classificados de acordo com a família especial a que pertencem:

Quadro 4 - Números primos no osso de Ishango, por família.

Família de primos	Primos de Ishango
Primos Gémeos	(5,7) , (11,13) e (17,19)
Primos de Mersenne	3 e 7
Primos de Germain	3, 5 e 11
Primos de Wilson	5 e 13
Primos Factoriais	3, 5 e 7
Super primos	3, 5, 11, 17

Fonte: elaborado pela autora.

CONCLUSÃO

Muitos dos antigos vestígios da raça humana, chegados aos nossos dias, são também testemunhos da história da Matemática. Num dos mais importantes vestígios históricos com manifestações matemáticas conscientes, o osso de Ishango, podem ser observadas representações de um conjunto de números que tem dado origem a várias interpretações. Não sendo consensual a hipótese de que o(s) autor(es) das marcas presentes no osso de Ishango conheciam o conceito de primalidade, é factual a existência da representação de sete números primos. Numa breve análise dos números primos no osso de Ishango, destacámos alguns factos interessantes relacionados com esses números primos e fizemos a sua associação a seis das inúmeras famílias especiais de números primos existentes.

REFERÊNCIAS

BANGURA, A. **African Mathematics: From Bones to Computers**. San Diego, CA: Cognella Press, 2012.

CAMPOS, M.; FUHR, I. As origens da Matemática e os variados modos de operação com seus conceitos. **Projeção e docência**, v. 8, n.1, p.79-90, 2017.

COSTA, E.; GERBICZ, R.; HARVEY, D. A search for Wilson primes, **Mathematics of Computation**, v. 83, p.3071–3091, 2014.

CREVECOEUR, I. *et al.* Late Stone Age human remains from Ishango (Democratic Republic of Congo): New insights on Late Pleistocene modern human diversity in Africa. **Journal of Human Evolution**, v. 96, p.35-57, 2016.

DE HEINZELIN, J. Ishango. **Scientific American** v. 206, n. 6, p. 105-118, 1962.

DE HEINZELIN, J. **Exploration du Parc National Albert: Les fouilles d’Ishango**, Fascicule 2, Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, Brussels, 1957.

D’ERRICO, F.; HENSHIWOOD, G.; LAWSON, M.; VANHAEREN, A. M.; TILLIER, M. Archaeological evidence for the emergence of language symbolism and music: an alternative multidisciplinary perspective. **Journal of World Prehistory**, v.17, p. 1-70, 2003.

DUBNER, H. Factorial and primorial primes, **Journal of Recreational Mathematics**, v.19, n.3, p.197-203, 1987.

DRAGOI, A. The “Vertical” Generalization of the Binary Goldbach’s Conjecture as Applied on “Iterative” Primes with (Recursive) Prime Indexes (i-primeths) **Journal of Advances in Mathematics and Computer Science**, v.25, n.2, p.1-32, 2017.

FINE, B.; ROSENBERGER, G. **Number theory: an introduction via the distribution of primes**. Birkhauser, 2007.

GUEYE, I. Twin Primes and Sophie Germain’s Prime Numbers”, **The Bulletin of Society for Mathematical Services and Standards**, v.6, p. 1-3, 2013.

HILL, A. **Sophie Germain: a mathematical biography**. 1995. A thesis Presented to the Department of Mathematic and the Honors College of the University of Oregon, 1995.

ISHANGO MILELE Foundation. **International programme, 2018-2019**. Disponível em: <https://www.gutesache.be/media/32033/00-prog-40p-uk-im-wm.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2017.

KELLER, O. **The fables of Ishango, or the irresistible temptation of mathematical fiction**. Translated from the French (2010) by Helen Tomlinson, 2015. Disponível em: <https://www.bibnum.education.fr/sites/default/files/ishango-analysis> Acesso em: a 1 dez. 2018.

MARSHACK, A. **Roots of Civilisation, The Cognitive beginnings of Man’s First Art, Symbol and Notation**, McGraw-Hill Book Company, New York, 1972.

PICKOVER, C. **The Math Book: From Pythagoras to the 57th Dimension**, Sterling Publishing Co, New York, 2009.

PLETSER, V.; HUYLEBROUCK D. The Ishango Artefact: the Missing Base 12 Link. In: T. Ogawa, S. Mitamura, D. Nagy & R. Takaki (ed.), **PROC. KATACHI U SYMMETRY KUS2**, paper C11, Tsukuba Univ., Japan, 18 Nov. 1999; Forma, 1999, p.339-346.

PLETSER, V.; HUYLEBROUCK D. An interpretation of the Ishango rods. In: **PROC. CONF. “ISHANGO, 22000 AND 50 YEARS LATER: the cradle of Mathematics?”**, D. Huylebrouck ed., Koninklijke Vlaamse Academie van Belgie voor Wetenschappen en Kunsten, KVAB, 2008, p.139-170.

PLETSER, V. **The oath of Ishango: why and what for?** Ishango Milele Foundation, [201-?]

PLETSER, V. **Does the Ishango bone indicate knowledge of the base 12?** An interpretation of a prehistoric

discovery, the first mathematical tool of humankind. arXiv:1204.1019, 2012.

REDONDO, F.; MARTÍN-LOECHES, M.; POBES, E. Prehistoria de la matemática y mente moderna: pensamiento matemático y recursividad en el Paleolítico franco-cantábrico. *Dynamis*, 30, p.167-195, 2010.

STEWART, I. **Em busca do infinito**. Editora Zahar, 2007.

STRUIK, D.J. Stone Age Mathematic. *Scientific American*, v. 179, n.6, p. 44-49, 1948.



<http://revistarebram.com/index.php/revistauniara>

ALÁ FUNFUN: EXPERIÊNCIAS E SABERES NO ILÊ AXÉ IJEXÁ ORIXÁ OLUFON, EM ITABUNA-BA

Moises dos Santos Viana*, Raimundo Nunes de Oliveira**, Iajima Silena Soares Santos***

*Doutorando no Programa de pós-graduação stricto sensu Multi-Institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento - Universidade Federal da Bahia (DMMD/UFBA).

**Mestrando no Programa de pós-graduação stricto sensu em Educação Étnico-Racial na Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB).

***Bacharel em Comunicação Social pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Fotógrafa Profissional, atua na área de comunicação etnicidade, produção cinematográfica e cultural.

*Autor para correspondência e-mail: mviana@uneb.br

PALAVRAS-CHAVE

Candomblé
Cores
Experiências
Ilê Axé Ijexá

KEYWORDS

Candomblé
Colors
Experiences
Ilê Axé Ijexá

RESUMO

Este trabalho é uma reflexão acerca do uso das cores, em especial da cor branca, a partir das experiências vividas no terreiro do *Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon*, na cidade de Itabuna-BA. Nesta perspectiva tem-se relatos dos viveres e práticas da diversidade cultural-religiosa afro-brasileira, compreendendo que essas experiências são perspectivas marcantes no entender dessa comunidade sobre o conceito de Axé, força criadora do universo. Essa força se materializa nos elementos das cores e mostra a identidade de orixá, marcando as relações sociais nesse espaço de terreiro, antes silenciados e até hoje marginalizados. Esses saberes se tornam memória que faz identificar cada filho de santo em sua identidade mítico-humana, dando características específicas, revelando formas de existências e produzindo novos produtos culturais, apresentando novas perspectivas na diversidade cultural no Brasil.

ABSTRACT

ALÁ FUNFUN: EXPERIENCES AND KNOWLEDGE IN ILÊ AXÉ IJEXÁ ORIXÁ OLUFON, IN ITABUNA-BA

This work is a reflection on the use of colors, especially white, based on the experiences of *Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon's terreiro* (yard) in the city of Itabuna-BA. From this perspective, there are reports of experiences and practices of the Afro-Brazilian religious-cultural diversity, understanding that these experiences are important perspectives in his community's understanding about the concept of Axé, the creative force of the universe. This force materializes in the elements of colors and shows the identity of Orixá, marking the social relationships in this space of *terreiro* (yard), previously silenced and even today marginalized. These knowledges become a memory that identifies each *filho de santo* in his mythical-human identity, giving specific characteristics, revealing existential possibilities and producing new cultural products, oxygenating cultural diversity in Brazil.

Recebido em: 05/10/2018

Aprovação final em: 14/02/2019

DOI:10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i2.698

“O branco tem de ser a cor mais clara numa imagem”.¹
(WITTGENSTEIN, 1987)

INTRODUÇÃO

Toda sexta-feira
Toda roupa é branca
Toda pele é preta
Todo mundo canta
Todo o céu magenta
Toda sexta-feira
Todo canto é santo
E toda conta
Toda gota
Toda onda
Toda moça
Toda renda
Toda sexta-feira
Todo o mundo é baiano
junto².

A música de Adriana Calcanhoto na voz de Bellô Veloso traz a possibilidade de todos na Bahia poderem vestir branco, “toda roupa é branca”, também indica a importância da cultura afro-brasileira na formação do complexo cultural brasileiro, destacando os costumes e os hábitos que historicamente se formaram no Brasil. Claro que podemos notar que essa metáfora do uso da roupa branca se refere às tradições, saberes e expressões de matriz africana que os povos tradicionais de terreiro guardam e hoje se tornaram marcas dos processos culturais na Bahia e no Brasil como um todo.

Por isso, a necessidade de entender os silenciamentos de saberes, expressões culturais que marcam o cotidiano dos povos tradicionais de terreiro na Bahia e no Brasil, constituindo um drama nacional em que se observa as perseguições sofridas pelo povo de santo. Ademais, tem-se o racismo estrutural-institucional e a intolerância religiosa, marcas do racismo histórico e do sistema escravidão que deixaram suas cicatrizes nas populações afro-brasileiras (BASTIDE, 2016). Assim, romper com os silenciamentos é uma forma de dar voz e vez às culturas afro-brasileiras, em especial aos processos que expressam originalmente as manifestações culturais de terreiros, mais ainda de terreiros do interior da Bahia³. Daí a memória das experiências vividas in loco como filhos de santo, afro-descendentes que busca refletir e reafirmar as tradições culturais que vivemos são comunicáveis. Então, passamos a falar do Terreiro Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon e uma das dimensões dessa nossa vivência, de nossas expressões e das questões que perpassam as questões de identidade de santo e as cores, especialmente a cor branca. Esta cor é marca da ancestralidade, a grande marca do Alá Funfun, o grande pano branco que envolve os filhos de santo e marca a memória e as identidades-míticas.

¹Para esclarecimento sobre as citações do filósofo - WITTGENSTEIN, L. **Anotações sobre as cores**. Lisboa: Edições 70 – Elas são acompanhadas por números que indicam parágrafos em eles foram escritos, dado que as diversas traduções diferem dos manuscritos ou livros originais. Nos estudos da filosofia, essa marcação de parágrafos são comuns estarem nos livros, dados a natureza das fontes e fragmentos de escritos de alguns filósofos.

²Música de Adriana Calcanhoto e cantada por Bellô Veloso.

³Fazemos alusão aos Estudos do Professor e Babalorixá Ruy do Carmo Póvoas e diversos pesquisadores do Núcleo de Estudos Afro-Baianos Regionais-KAWÉ na Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, em Ilhéus-BA. Destacamos a pesquisa realizada e publicada sobre as religiões de matriz africana da Bacia Leste dos Sul da Bahia, um mapeamento dos terreiros. (AMIM, 2013).

Por isso, fazemos memória. Resgatamos a memória de fundação do terreiro em 05 de setembro 1975 pelo Babalorixá Ruy do Carmo Póvoas, Ajalá Deré. O Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon tem importante dimensão cultural-religiosa no sul da Bahia, dado suas atividades em manter a memória viva de gerações de afro-descendentes, principalmente de expressões Nagô⁴ da nação Ijexá⁵. O terreiro é composto de aproximadamente oitenta e três filhos de santo, diversificados em pessoas de classes sociais e de gênero. Possui um reconhecimento político-civil a partir da mantenedora, a Associação Santa Cruz do Ijexá – ASSANCRI (uma instituição privada, autônoma, com personalidade jurídica própria cuja finalidade é sociocultural e beneficente). O terreiro possui ambientes naturais e sociais marcados geossimbolicamente com construções sagradas, locais consagrados e de traços materiais e culturais.

[...] podemos afirmar que os artefatos geossimbólicos (assentamentos dos orixás, matas, rios, cachoeiras, árvores, fontes) presentes onde está construído o Terreiro Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon compõem o espaço sagrado onde os elementos hierofânicos que constituem o espaço sagrado das religiões afrobrasileiras, no nosso caso específico, o candomblé constitui uma ligação com os candomblecistas e com a natureza em torno do divino (BORGES; OLIVEIRA; CAPUTO, 2016, p.80)

Essa característica sócio-identitária no terreiro se destaca como elemento que Sodré chama de “Comunidade litúrgica nagô (o egbé)” (2017, p.100). Nesta comunidade se inaugura uma experiência que ultrapassa as relações do “ordenamento social hegemônico” (idem), vai além de um tradicional exótico e dialoga com a contemporaneidade: “implica um tipo de subjetivação” (idem).

Por causa dessa composição comunidade-experiência-subjetivação-sentido, podemos destacar que estamos também falando do corpo que é mediação importante na tradição nagô. O corpo que traz as roupas brancas e experiência da memória ancestral. É o corpo que caracteriza e cria potências de consciência, de linguagens, de sentidos e de materializações da memória. O corpo se inscreve em significados ancorados em saberes contextualmente diversos: “experiências simbólicas de mundo” (SODRÉ, 2017, p.100). Nesta perspectiva, nascem a proposta de nossa escrita encarnada em corpos, perpassando elementos de ensino, saberes ancestrais que envolvem as mobilizações dos sentidos e envolvem a “conexão passado e presente” (idem), e se liga aos ancestrais, por meio das cores e de seus significados, das subjetividades construídas e compartilhadas.

Assim, tomamos como protagonismo os elementos de identidade de corpos que marcam e são marcados nas relações divino-humano. Por exemplo, Verger (1971) apresenta a noção de corpo na perspectiva mais ampla, a de pessoa, que nas culturas Yorubá remete-se ao Ara (o corpo físico), ao Èmí (a alma), ao Orí (a cabeça interna, divina), com sua expressão material, a cabeça física, ao Esè (as pernas), ao Òjìjì (a sombra) e ao Bara (o princípio do movimento Exú, o rei do corpo - Obá Ará). Assim, as relações do corpo no candomblé nos aponta para um grau complexidade relacional muito grande, amplamente desafiadora para o conceito de identidade-mítica.

Todo dia é sexta-feira no Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon, em Itabuna-BA. Este terreiro é dedicada a Oxalá, orixá do panteão Jeje-Nagô⁶, dono da olaria divina e fazedor de cabeças (Orí). Deidade da criação, usa roupas

⁴No Brasil, esta organização reflete-se na relação espacial dos territórios, onde as casa-dos-orixás corresponderiam idealmente às antigas cidades, e, ao nível ideológico, constitui-se em um processo de síntese que orientou a liturgia das comunidades. As tradições culturais, reconhecidas como *nagô*, são, por vezes, diferenciadas por nomes que aludem a estas origens, como *Ketu*, *Ifom*, *Ijexá*, *Oió*, etc.” (BARROS, 2010, p.30).

⁵Na tradição do terreiro Ilê Axé Ijexá segue a narrativa da memória sobre a ancestralidade da comunidade dita pelos mais velhos e pelo Ogã Alabê Ajagunã: “Para chegar a cor branca o povo do axé vem na memória o que mãe Inês trouxe de África para o Brasil, precisamente no estado da Bahia, em Ilhéus no Engenho de Santana. O amarelo ouro de Oxum, com o branco do *Funfun* de Oxalufã. Esse ajuntamento de cores, com axés diferenciados junta a clareza de oxalá com meiguice de Oxum, mas com todo o cuidado, por causa da fúria desses axés, nem sempre a calmaria do oxalá pelo branco vai estar em evidência, ele tem o momento da fúria que é preciso levantar o opaxorê e bater forte na terra. Já Oxum é a bravura do rio, da água da enchente, do encontro das águas que vai aí outras misturas de cores”.

⁶LEITE (2008) destaca em sua pesquisa na África como os povos Yorubás tratam as divindades, especificamente a reverência que se tem para com Obatalá, senhor do pano branco, reverenciado no candomblé como Oxalá.

brancas como sinal de sua divindade primordial e pureza moral, é uma entidade Funfun⁷. Para descrever essas experiências vividas e refletidas, seguimos o caminho metodológico de uma descrição das vivências de omorixás, filhos de santo. Daí a necessidade de apresentar nossas referências ancestrais, a partir da perspectiva de origem do uso das cores com narrativas de nosso saber e de nossas experiências. Ou seja, do “relato de experiência”, apresentando as impressões de quem vive essas relações culturais: “patrimônio simbólico do negro brasileiro (a memória cultural da África), afirmou-se aqui como território político-mítico-religioso, para sua transmissão e preservação” (SODRE, 1998, p.50 apud BARROS, 2010, p.27). Por isso, fazemos uma descrição das cores que dialoga com conhecimentos da comunicação (FARINA; PEREZ; BASTOS, 2008) e (HELLER, 2013) com a filosofia da percepção (WITTGENSTEIN, 1987a) bem como as experiências, as tradições do candomblé e a filosofia nagô (PÓVOAS; 2007; 2012), (SODRÉ, 2017), (LEITE, 2008) e cultura afro-brasileira (VOEKS, 2003) e (BASTIDE, 2001; 2016;).

Assim sendo, temos uma advertência que “Nem tudo pode ser escrito”, como lembrou Mãe Aninha, antiga Yalorixá do Opon Afonjá, um dos terreiros mais ilustres, em Salvador-BA (SODRÉ, 2017, p. 115). Porém, descrevemos e refletimos sobre a experiência e a memória oral que vivenciamos e comunicamos em reflexões, em textos que são divulgados a partir de um conjunto de vozes que não mais podem ser silenciados. Assim, podemos descrever o uso das cores, em especial do branco no terreiro do Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon (Foto 1), na cidade Itabuna-BA, na perspectiva e fala dos filhos de santo do terreiro⁸. Assim, tem-se relatos de viveres corporais e práticas da diversidade cultural-religiosa afro-brasileira, compreendendo que essas experiências são olhares marcantes e encarnados no entender de nossa comunidade sobre o conceito de Axé, força criadora do universo. Esse conhecimento é tradicional, herança dos mais velhos em uma relação entre gerações que se renovam e se adaptam como um conjunto de conhecimentos que permitem “continuação da crença nos ancestrais” (BARROS, 2010, p.58-59). Essa força se materializa nos elementos das cores e mostra a identidade de orixá, marcando as relações sociais nesse espaço de terreiro, “a casa de santo” (Idem). Neste caso, o pesquisador francês Roger Bastide (1971) ao pesquisar sobre o candomblé corrobora com nosso argumento destacando que estas relações sociais tiveram uma nova roupagem estrutural que possibilitou a sobrevivência de valores culturais, possibilitando que as tradições chegassem aos dias de hoje como algo novo e original. “[...] mas estes valores não poderiam subsistir se não formassem novos quadros sociais, se não se criassem instituições originais que os encarnassem e lhes permitissem sobreviver, perpetuar-se e passar de uma geração a outra”. (BASTIDE, 1971, p.83). Esses valores culturais eram silenciados e até hoje são marginalizados, mas se tornaram memória que traz para cada filho de santo uma identidade mítica-humana, dando características específicas aos sujeitos, revelando possibilidades existenciais e produzindo novos produtos culturais para a diversidade cultural como um todo. Dessa forma, pensamos em seguir a seguinte perspectiva: Descrever o que vivemos no uso das cores e em especial da cor branca, no Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon, bem como a importância dessa cor no espaço cultural-religioso de terreiro, em contraponto à presença das outras cores, compondo as relações com a identidade divina-humana. E para demonstrarmos isso, observamos que a leitura da vida em comunidade envolvem elementos que se ampliam em escritos e percepções do mundo. Essa leitura é construída coletivamente, porque as experiências vividas na comunidade tradicional de terreiro não pertencem somente aos autores deste artigo. Ou seja, tomamos emprestado e sintetizamos em forma de escrita acadêmica, ocupamos assim lugares que, em geral, são pouco ocupados pelos filhos de santo. Falamos como omorixás, ao mesmo tempo em que afirmamos nossa filosofia, nossa forma de vida, nossos saberes e nossas tradições. Esses escritos são também escritos políticos e marcam a memória de nosso povo que vence cotidianamente suas batalhas históricas no Brasil.

⁷Quer dizer Branco em Yorubá.

⁸Somos três filhos de santo e falamos de nossos lugares: um Ogã com mais de 30 anos de iniciado, cabeça de Oxaguiã, na sua experiência de vida, uma Ekede, com mais de 07 anos de iniciada, cabeça de Oxum e um Yaô, 05 anos de iniciado, cabeça de Oxaguiã. Assim, ao mesmo tempo em que vivemos esses saberes ancestrais refletimos nossas experiências e as relatamos.

“NEM TUDO PODE SER ESCRITO”:

A palavra memória vem do grego e era a deusa *Mnemosyne*⁹, uma das esposas de Zeus, a mãe das nove musas. Invocar a Memória é a invocação do “passado”, fazer reviver o que não mais existe e nos dá uma “ilusão” de existência. Na memória há estrutura, classificação, sistematização, torna assimilável, edifica o saber compartilhado e o pensamento coletivo. “É pela memória que se puxam os fios da história. Ela envolve a lembrança e o esquecimento, a obsessão e a amnésia, o sofrimento e o deslumbramento [...]. Sim, a memória é o segredo da história, do modo pelo qual se articulam o presente e o passado, o indivíduo e a coletividade [...]” (IANNI, 1999, p.10). A memória se torna viva porque funciona em uma lógica de usos e processos de escolhas que se escondem e se revelam de acordo com o contexto de sua invocação.

A memória é a vida, sempre carregada por grupos vivos e, nesse sentido, ela está em permanente evolução, aberta à dialética da lembrança e do esquecimento, inconsciente de suas deformações sucessivas, vulnerável a todos os usos e manipulações, suscetível de longas latências e de repentinas revitalizações (NORA, 1981, p.09).

Concordando com essa perspectiva, podemos destacar que a revitalização feita no grupo é determinado pela memória e marca a identidade. Tudo porque a memória registra, identifica e gera conhecimento. E nestas palavras Candau relata: “A memória pode, assim, ser assimilada a essa faculdade constituinte da identidade pessoal que permite ao sujeitos de se pensar detentor de uma essência que permanece estável no tempo” (2009, p. 47). No entanto, a identidade mantém uma relação material com o mundo, uma materialidade que a acopla como valor de verdade. Ou seja, não é apenas um elemento subjetivo ou representativo. Assim, também, Michel Pêcheux (1999, p. 50), ao descrever o papel da memória, relata que esta deve ser observada sob perspectivas entrecruzadas que envolvem a memória mítica, a memória social, a memória individual e a memória construída pelo historiador. Daí que para o filósofo, há a possibilidade de se discorrer “[...] da memória como estruturação de materialidade discursiva complexa” (idem, 1999, p. 52).

O conceito de experiência perpassa as dimensões da memória expressas no terreiro. A memória viva está ligada ao processo de vitalidade, continuidade e cotidiano. Uma ação moldada pela vida (DEWEY, 2010). A memória revitalizada discursivamente no contexto do Candomblé se faz diversificada em forma de processos comunicacionais e mediações combinadas por signos complexos que permitem transformar as experiências em novas memórias ou melhor atualizar a memória da materialidade discursiva. Para Caune (2012), o signo é referência a um fenômeno humano e é um processo da semiótica. “[...] *semiosis* implica três termos: o signo, o objeto que ele designa e o interpretante, que permite ao signo representar seu objeto para o destinatário” (2012, p. 65). Assim, temos uma a) comunicação espontânea como as formas de uso táteis das relações inter-pessoais; b) as relações olfativas com as comidas e as oferendas; c) os movimento de corpos nos rituais; d) a relação com os espaços e as hierarquias; e) os sistemas elaborados de produção de significados a partir das memórias sistemáticas como códigos algébricos dos oráculos; f) os sistemas fitoterápicos e as estéticas das cores.

Tudo isso forma uma comunicação intensa de predominância oral e amplamente marcada nas tradições de matriz africana, cheias de signos vivos que estão no sistema complexo de práticas cultural-religiosas

⁹Na Grécia Antiga, quem presidia essa função era o poeta. A poesia constitui uma das formas típicas da possessão e do delírio divino (entusiasmo, intervenção sobrenatural). Para o complexo cultural jeje-nagô a divindade responsável pela memória coletiva é *Babá Yjá Orumilá*. Ele é a grande testemunha do destino. Tudo sabe, pois esteve em todos os momentos anotando todos os acontecimentos. Ele está ligado à memória dos ancestrais. Também uma divindade primordial, uma divindade *Funfun*. Sua cor é o branco e sua representação são os *morins*, os ossos brancos envoltos com laços brancos.

que aqui estamos refletindo. Daí podemos relacionar a filosofia nagô como conjunto de saberes passíveis de uma reflexão.

A oralidade manteve entre nós os candomblés e suas línguas. As histórias das casas, de seus fundadores, de suas ligações ancestrais com África, os muitos e diferentes rituais, as cantigas, as receitas, os segredos. Tudo passado de candomblecista para candomblecista através de gerações, trazendo essas culturas desde a escravidão até nossos dias (GUEDES CAPUTO, 2015, p. 777).

Esse conteúdo, por sua vez, não se resume em palavras ou falas, muitas vezes são silêncios como o testemunhado nas manhãs dos rituais realizados no *Ilê Axé Ijexá Ofufon*. Neste lugar, no tempo oportuno, a comunicação se faz no abissal silêncio. Ele só é quebrado pelo som da natureza e pelo barulho do caminhar sobre a relva, os passos ligeiros dos omorixás, e as batidas involuntárias dos utensílios domésticos. A comunicação neste caso se faz por estímulos sensíveis que envolvem sons, imagens, gestos, tatos, paladares e corpos, torna-se experiências comunicacionais. As “experiências comunicacionais” (VIANA, 2018), se fazem no processo das interações das pessoas no contexto de tempo-espaco onde as relações intersubjetivas se manifestam em forma de processo criativo e representativo. Tudo isso possibilita dar significado às coisas, ao mundo e as representações dessas mesmas coisas, objetos, fenômenos naturais e comportamentos.

As “experiências comunicacionais” são o processo criativo para reelaboração de significações profundas. A narrativa da vida em comunidade e o desenvolvimento de expressões, a partir de elementos que são descritos para haver interação: 1) os seres humanos agem em relação ao mundo fundamentando-se nos significados que este lhes oferece; 2) estes significados são provenientes da interação social; 3) estes significados são manipulados pela interpretação e utilizados pelas pessoas que entram em contato entre si. As condições materiais de vida determinam as relações com meio ambiente e a criação de propósitos. Conceito de experiência ligada a vitalidade presente, ou presentividade, uma acumulação de passado sem ressentimento e uma plenificação do futuro. Há aqui uma teoria do conhecimento em que as relações do senso como juízo se liga ao processo cognitivo de apreensão do real ou sua percepção (WITTGENSTEIN, 1987).

Daí a perspectiva em desenvolver uma descrição das distribuições das cores em processo comunicativo vivido no *Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon*. A experiência e percepções possuem um caráter físico, corporal e funcional. A cor é o material, o acúmulo de outras experiências dadas pelo sujeito na vida, formando por si um contínuo de saberes que se encontram no contexto do terreiro. “Conhecemos muito mais sentimentos do que cores”, destaca Heller (2013, p.17) e nos alerta para a reflexão e estudos para essa área que tanto nos envolve e nos cativa, independente do espaço onde estejamos. Não existe cor sem significado, perpassando o contexto em que ela é apresentada. Por isso, entendemos que a cor “é mais que um fenômeno ótico” (HELLER, 2013, p. 18), porque se trata de relação de significado, ou seja, elemento semiótico-cultural, por isso mesmo é algo muito importante na tradição religiosa de matriz africana.

TODO DIA É SEXTA-FEIRA NO ILÊ AXÉ IJEXÁ

A cor é tão importante que identifica o axé, os filhos de cada orixá, e de cada parte do axé de um terreiro, por isso, ao entrar no terreiro observamos que é uma casa *Funfun*, a casa de Oxalá é branca, tudo nela representa o branco: as nuvens, o ar, a calma e o transparente.

O terreiro é um *locus* que suscita a integração de múltiplos meios articulados: o movimento, a dança, o gesto, o toque, o som, a música, a imagem, as cores, a fala, o alimento, o banho de erva, as infusões, as oferendas, o texto cantado, as saudações, e todos eles amparados pela conexão entre passado e

presente. Nesse ambiente, o sujeito tem acesso à mobilização dos sentidos e do corpo através dos rituais em que os elementos, acima citados, bem como outros aqui não referidos, vão servir de suporte para a dinâmica das terapias” (SANTOS, 2012, p.247).

Nesse locus, vive-se momentos litúrgicos específicos para os ritos das grandes festas que giram em torno da deidade *Funfun*. Na festa de Oxalá que ocorre em Janeiro, os orixás assentados no território ficam por 16 dias no branco, para reverenciar o pai maior. Fazemos trabalhos internos, cuidamos do ambiente e do terreiro, fazendo memória nos ritos e nos ensinamentos: “somente o espaço é estável o bastante para durar sem envelhecer e sem perder nenhuma de suas partes” (HALBWACHS, 2006, p. 189). Por isso, devemos pensar a produção desta memória nas cores como algo que necessita de elementos concretos, tópicos e multirreferenciais para poder marcar de forma a permanecer como memória.

As cores influenciam o ser humano e seus efeitos, tanto de caráter fisiológico como psicológico, intervêm em nossa vida, criando alegria ou tristeza, exaltação ou depressão, atividade ou passividade, calor ou frio, equilíbrio ou desequilíbrio, ordem ou desordem etc. As cores podem produzir impressões, sensações e reflexo sensoriais de grande importância, porque cada uma delas tem uma vibração determinada em nossos sentidos e pode atuar como estimulante ou perturbador na emoção, na consciência e em nossos impulsos e desejos (FARINA; PEREZ; BASTOS, 2006, p.3).

O branco remete às “Águas de Oxalá”, umas das principais celebrações no Terreiro. É marcante, pois retrata o mito da Viagem de Oxalá a Oyó, onde ele fica 07 anos preso injustamente acusado de roubo. No mito, Oxalá é solto e conduzido pelos Orixás sob um grande Alá, pano branco, com ramos verdes: é a “Procissão do Alá”. No mesmo período se oferece um grande banquete com comidas brancas e sem sal onde se celebra o grande orixá Oxaguiã, que é o arquétipo jovem de Oxalá: é o “Pilão de Oxaguiã”. Essas três festas são presididas pelo babalorixá, protagonizadas e motivadas na comunidade como centro da liturgia do terreiro. Nestes três momentos e durante 16 dias se usa roupas brancas, inclusive seu uso também fora do terreiro. Apesar de que, dentro dos recintos do terreiro se predomina exclusivamente o uso de roupas brancas, sendo reservadas outras cores apenas aos Orixás, durante o *Xirê* e em suas respectivas festas.

A cor branca é a cor da criação¹⁰. Oxalá é o pai da criação. Por isso, ele usa essa cor tão especial de significado. Seu poder se estende sobre a atmosfera e tudo que é frio, branco e límpido: “[...] em sua utilização mais abrangente, como *Ilê Aiê*” (BARROS, 2010, p.30), indica a noção de humanidade, lugar onde habitam os seres humanos, o povo da Terra, em oposição a “*Ilê Orum*”, local onde vivem os *orixás* e ancestrais. Nesta perspectiva, em todas as ações dos terreiros de candomblé há uma reverência muito grande a Oxalá que carrega o Opaxorô, sinal de sua força e poder progenitor masculino (Foto 2). A ele são ligadas muitas restrições alimentares e de cores, por exemplo.

¹⁰Nos seus estudos sobre a cor branca, Eva Heller (2013) destaca que o branco é a soma de todas as cores e tem um significado muito forte com relação aos mitos de criação. Ele remete ao ovo primordial (princípio feminino) e ao leite primordial (primeira alimentação recebida pelos humanos), ambos altamente relevantes nos mitos criadores.

Foto 2 - O Opaxorô na parte mais alta do barracão de Oxalá, símbolo de seu poder criador.



Fonte: (SANTOS, 2017).

No que diz respeito às quizilas que impedem o consumo de elementos que pertencem aos orixás, elas podem ser comparadas, a meu ver, com outras proibições semelhantes, ligadas, por exemplo, à prática do uso das cores, cujo papel é relevante no ritual ligado aos orixás e aos odus. Como me foi sugerido por mãe Stella de Oxóssi, as filhas de Iansã, orixá quente e agitado (segundo o princípio gun), associado ao fogo e ao vermelho, não podem adotar um vestuário com excesso dessa cor (BASSI, 2012, p.179).

Segundo os mais velhos do *Ilê Axé Ijexá* Oxalá dança¹¹. o *Xirê*¹², no seu ritmo típico, suas músicas exclusivas. Há uma grande reverência a Oxalufã, o dono da casa. Diante dele não é permitido vestes com outras cores. Diante do mais velho dos orixás não se permite roupas pretas. Assim, para o *egbé*, o não uso do branco ao adentrar no terreiro, principalmente nas festas de janeiro, é uma grande quebra de tabu. Uma ofensa à deidade maior. Os contrastes das cores em relação ao branco recaem nas grandes festas em outros momentos do ano, em que cada orixá tem o seu momento no *Xirê* público, com a sua cor predominante, ostentando suas insígnias em suas resplandecentes roupas.

Em nenhum momento, deve se apresentar sujo ou com a roupa manchada com algum elemento proibido. Deve-se evitar contato com lama, carvão e dendê. Durante as festas *Funfun*, os interditos fortes devem ser escondidos ou retirados do terreiro. O branco que é uma cor que soma todas as cores traz a perspectiva do frio de Oxalá, um orixá que gosta de lugares altos e silenciosos. O silêncio da madrugada só é quebrado com o som dos animais, da chuva e das orações, *aduras e orikis*¹³. Até os orixás se silenciam diante dos tabus de Oxalá. Sobre as vestimentas brancas em dias comuns, pode-se usar contas de cores variadas. Mas na ocasião consagrada a Oxalá só é permitido o uso da conta branca ou transparente, ou, a conta com *seguí*¹⁴ azul, permitida exclusivamente para Oxaguiã, o orixá comedor de inhame pilado, arquétipo jovem de Oxalá. Essas características são tomadas pelas perspectivas do significado do branco que se apresenta em uma relação estética, histórico-mítica, que vai além da “substância” que ela representa e dos objetos que ela circunda.

¹¹ “A dança de Oxalá ocorre sob um imenso lençol branco, o *alá*, que sim- boliza as nuvens suspensas acima da cabeça daqueles que dançam no terreiro, unidos pelo mesmo axé. Dançamos para Oxalá de duas maneiras, porque ele é dual: é velho e é moço”. (PÓVOAS, 2007, p.142).

¹² Momento de celebração em que as deidades incorporadas pelos omorixás iniciados dançam vestidos seus mitos no espaço litúrgico do Terreiro.

¹³ Cantos e Rezas tabus que são cantados nos processos litúrgicos.

¹⁴ de pedra azul usada pelos iniciados ao Orixá Oxaguiã e que cumpriram seu ciclo de 07 anos.

Obatala é o proprietário do *Ala* (Pano) branco, da coisa sagrada, de uma corrente da cor do céu, onde permanece como um exame de abelhas. Faz todas as coisas serem brancas. É a cabeça coroada de contas de segui, o proprietário de muito mel, a divindade de olhos alegres e todos os seus dias são dias de festa. É tranquilo e julga tranquilamente, sustenta quem diz a verdade, mas destrói completamente o olho do malfeitor (LEITE, 2008, p.128).

A cor branca maraca a identidade da casa de Oxalá, dos seus filhos e de toda comunidade e até dos visitantes. Pois mesmo quem visita o terreiro, durante esse período de festas e nas sextas-feiras, deve usar branco. Sendo proibido a entrada de pessoas vestidas de preto ou vermelho e preto, em qualquer momento, mesmo fora das ocasiões de obrigação. Ao entrar no terreiro, encontram-se algumas construções, os chamados *Pejis*, que são os templos em que cada Orixá vive. No início tem-se Exu, que é o guardião das portas. À direita da entrada está o *Peji* de Ogum, pintado em azul. “Tais interações simples asseguram o sentimento de pertencimento dos indivíduos nas redes de experiências da vida cotidiana, [...] que desafia o entendimento e extrapola qualquer ordem ‘comum’ ‘coletiva’” (MAIA, 2002, p. 34). Estas distribuições espaciais marcam as matizes de cores e sua relação com o axé, elas são materializadas nos elementos que marcam a identidade que direciona as atitudes, as funcionalidades, as tarefas, os cargos e os desígnios dentro da casa de axé.

A casa, portanto, é o lugar da memória, das origens e das tradições, onde, além de se preservar uma língua ancestral, na qual são entoados os cantos e as louvações, se celebra a vida de uma maneira muito particular, isto é, daqueles que decidiram, juntos, vivenciar uma visão de mundo comum, com regras específicas de convivência, baseadas no parentesco mítico, no princípio de senioridade e na iniciação religiosa (BARROS, 2010, p.31).

Algumas tarefas, em relações com determinadas energias cósmicas, são dadas a pessoas que possuem uma preeminência identitária-mítica, predomina daí um conjunto de fatores principais como idade de iniciação, pois idade é posto, tipo de orixá que rege a pessoa e o estado que o iniciado está no momento.

No ambiente enverdecido pelas plantas¹⁵, o barracão de Oxalá se destaca no terreiro, lá é onde há as grandes celebrações e os encontros litúrgicos do *Egbé*. Essa construção está toda pintada de branco desde o piso até os telhados, aparece dando a tonalidade ao ambiente. Em contraste ao movimento da cor branca, tem-se outras cores que fundamentam as diversas dimensões do Axé no terreiro, as tonalidades quentes se destacam no branco do ambiente, contrastando com o *Funfun*¹⁶. Há uma proibição ou interdito na cor preta e vermelha e por extensão, nenhum filho deve usar essas cores combinadas ou o preto, grande *ewó* do orixá e dos *odus*. Por isso, para os filhos de Oxalá, a cor branca tem predominância nos espaços, constituindo-se elemento simbólico primordial dos orixás e dos humanos. A cor branca é a cor da ancestralidade, por isso precisa-se harmonizar a natureza do orixá com o espaço em que seus axés estão assentados, com isso buscamos na cor branca os significados da paz e da calma de Oxalá¹⁷. Na comunidade, a cor branca sugere pureza, ordem, simplicidade e harmonia. É expressiva, estimula os sentidos. É a cor de Oxalá identidade que marca o cotidiano do terreiro com uso das vestimentas, nos

¹⁵ Neste processo de compreensão da cultura dos povos tradicionais de terreiro deve-se levar em conta os elementos das cosmovisão nagô, as plantas e fitoterapia. Como destaca Voeks (2003) as cores das plantas consagradas a Oxalá como o Algodão que tem propriedades que acalma e que cura de vários males.

¹⁶ “72. O branco não é uma cor entre as outras cores. E isto é uma coisa que a experimentação com o espectro não confirma nem refuta. Contudo, também seria errado dizer: ‘olha para as cores na natureza e verás que assim é. O olhar nada ensina sobre os conceitos de cor’”. (WITTGENSTEIN, 1987, p. 13).

¹⁷ Na psicologia das cores, o branco também tem a dimensão do luto e traz esse elemento da quietude e do silêncio. O grande mistério da vida-morte está relacionada com a cor branca. (HELLER, 2013).

ritos e nas práticas de ordem da comunidade.

Vale lembrar que, embora a consubstancialidade com o orixá seja procurada com a iniciação, é na busca de um equilíbrio entre o idêntico e o diferente que se desenvolve a prática ritual – a estes simples atos cotidianos ligados às quizilas alimentares ou cromáticas, somam-se rituais mais complexos, que tentam compensar, por exemplo, na cabeça de uma pessoa iniciada, dois orixás demasiadamente agitados e quentes (gun), inserindo entre eles, e trabalhando ritualmente, um orixá frio (ero), ligado à calma (BASSI, 2012, p.179).

Tem-se esse significado geral do arquétipo frio e calmo de Oxalá. Mas cada cor se põe em um todo, porém, sua percepção sempre será uma experiência única. Não podemos nos pôr no lugar do outro. Daí que as experiências marcam as memórias e formam as identidades dos sujeitos unido-os, ou dando uma certa unidade que o valha como sujeito em um contexto que chamamos de estética da cor, perpassando um contínuo processo que tende a unidade de percepção e integração. Essa composição forma-se em um conjunto estético e de saberes que se unem como uma corrente para gerar novas experiências e novas memórias:

Em uma experiência nitidamente estética, algumas características atenuadas em outras experiências se revelam dominantes; as subordinadas tornam-se controladoras - a saber, as características em virtude das quais a experiência é integrada e completa por si só (DEWEY, 2010, p. 139).

Pelas cores percebidas e nas experiências e vividas, isso fica evidente nas contas usadas como identificação mítica. São composições de um mosaico das cores no terreiro e misturando-se. Ou seja, cada vez que se chega nos pequenos espaços, nos microcosmos da comunidade, o branco se dilui e as demais cores se apresentam: o vermelho de Xangô e Yansã, o amarelo de Oxum e assim vai. Podemos perceber as cores e suas funções nesse universo simbólico entre as relações humanas e os domínios da natureza que se completam no fundo verde predominante no *Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon*:

Assim sendo, o universo simbólico depende de constante atualização por parte dos indivíduos e de práticas interativas concretas. Ao mesmo tempo em que as relações cotidianas são rotinizadas, elas são também marcadas pela pluralidade e diversidade, podendo sempre ser vivificadas pela criatividade do novo (MAIA, 2002, p. 34).

Na perspectiva das experiências que compõem os saberes ancestrais dos filhos de santo, a presença das cores se modifica e toma uma expectativa diversa. As cores acionam elementos mágicos e naturais, evoluindo o caráter masculino-feminino das forças ancestrais, por exemplo.

Observamos que as cores (Tabelas 1 e 2) trazem elementos míticos dos diversos orixás, pois vão além da percepção ou das substâncias que carregam o pigmento da cor. Elas se encontram em contexto de saber e conhecimento ancestral, traz experiências e memórias que levam a uma estabilidade de novas experiências no contexto do terreiro de candomblé. Conhecer uma cor no candomblé implica reconhecer o Orixá: as suas folhas, seus mitos e suas interdições. As cores tem propriedades de significado, valores que variam de pessoa para pessoas, mas que apontam uma circunstância de conhecimento específico, como destacado mais adiante.

"As cores" não são coisas que têm propriedades definidas, de maneira que possamos procurar ou imaginar cores que ainda não conhecemos, ou imaginar alguém que conheça cores diferentes das

nossas. E perfeitamente possível que, sob certas circunstâncias, disséssemos que alguém conhece cores que não conhecemos; mas não somos forçados a dizê-lo, pois não há nenhuma indicação do que deveríamos considerar como analogias adequadas às nossas cores, para o podermos dizer. E equivalente a falarmos da 'luz' infra-vermelha; há uma boa razão para o fazer, mas também podemos considerar um abuso. O mesmo se verifica com o meu conceito: 'sentir a dor no corpo de outra pessoa' (WITTGENSTEIN, 1987, p. 39).

Não podemos, então, só individualizar os conhecimentos das cores, antes de tudo contextualizar as experiências tidas no terreiro, dentro deste universo de diferenças, mas que se une em processo da memória mítica das experiências das identidades-míticas. Vejamos Oyá ou Yansã, bem como Oxum, Iemanjá, Oba, Ewúá e Nanan são conhecidas pelo seu caráter feminino, materno e aguerrido. São soberanas em suas qualidades.

Tabela 1- Aspectos da ancestralidade e as cores no Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon.

EXÚ	Quando retiramos cada cor que representa os orixás assentados, vemos a mistura de todas as cores. Iniciaremos com o pai da comunicação, que tudo come e que tudo usa sem distinção, na expressão dos mais velhos: "tudo que a boca come". Vem Exú com suas especificidades, mas dentro do território <i>Funfun</i> ele está distribuído com suas cores principais: vermelho e preto. O preto é associado ao axé masculino, o vermelho é o símbolo das lutas, das batalhas e traz consigo o axé feminino. Mensageiro dos homens aos orixás, Exú traz o dinamismo, caminha entre o céu (<i>orum</i>) e a terra (<i>ayê</i>), sempre levando mensagens dos filhos aos orixás. Exú é único, e como único tem o poder de transformar tudo em sua volta. Exú está à frente da evolução do mundo e participando de tudo. Todo ser humano possui seu Exú individual, como tem seu Orixá. Exú é responsável pela comunicação, pela evolução, pois se associa à atividade sexual que assegura a continuidade da espécie humana.
OGUM	Percorrendo o território de Oxalá, seguimos com a área destinada a Ogum, com o seu azul celeste, na representação do metal, o Orixá guerreiro. Deidade do ferro e da guerra. Seu domínio são as retas dos caminhos, as lutas e o trabalho. Veste-se de azul escuro. Ele traz sempre sua espada pronta para o ataque. As cores desse orixá caracteriza a sua bravura.
OXOSSI	Refere-se as matas nas suas variações de cores, a mata bruta intocável, o verde claro das plantas novas e o verde sumo (musgo) das árvores mais velhas, as folhas rígidas, como é o caso da caiçara. A mata tem essa característica de cobrir o solo, principalmente porque protege e concede o sustento da vida, da água, do oxigênio, do equilíbrio do ecossistema. Oxossi é isso. Provê tudo. Orixá caçador, protetor das matas, dos animais da floresta e dos caçadores. Veste-se de verde, e também azul turquesa. Isso caracteriza o pai provedor e essas cores mostram o lado exigente no cumprimento das obrigações pois exige atitudes firmes de seus filhos.
OSSAIM	Temos Ossaim que vai usar suas cores verde e rosa, mas temos o sumo das folhas que vai juntar todas as folhas de cores diferente da mata. A folha é Ossaim, o mato é Oxossi e as cores são fortes. Ossaim, orixá das ervas medicinais e das plantas presentes em todos os rituais de iniciação no Candomblé. O Orixá é representado por um pássaro pousado em um ramo e seu domínio é a mata virgem. Veste-se de verde e rosa porque tem uma personalidade instável. As cores que representam esse orixá valorizam a liberdade e o mistério escondido.
OBALUAYÊ	Outra junção de cor é de Obaluayê: o preto representa os mistérios da noite e o branco representa os <i>doborus</i> (a flô do velho feita a partir do milho alho). Esse Orixá traz a cura. É muito temido, por causa das pestes e das doenças de pele. Ele conhece a cura de todos os males, e com as cores da palha-da-costa ele encobre todo o corpo. Ele é o médico ferido que conhece as dores de seus pacientes.
OXUMARÊ	As cores da sorte e da riqueza pertencem a Oxumarê - na distribuição das sete cores, no arco-íris e na água que molha a terra através da chuva. Esse orixá tem um caráter de mistério, ele corta o céu e a terra, fazendo uma ponte de cores e jogando a chuva para fertilizar todos os modos de vida. Simboliza a riqueza a sorte, a fartura e a fertilidade. Orixá protetor das mulheres grávidas e do cordão umbilical. É de Oxumarê todas as cores, e em especial a combinação verde-amarela. Ele também é representado por uma serpente, e é reverenciado por causa dos seus segredos.
NANAN	A mãe da sabedoria, Nanan é a Orixá feminina mais velha. Ela é a dona da lama primordial, sua morada é a lagoa. Ela é a mãe de Oxumarê e Obaluayê. Modela o ser humano. Ela também é a mãe dos segredos dos Eguns, por isso as cores roxa e lilás. Ela é a segurança dos vivos e dos mortos. Protetora dos doentes desenganados, ela traz o <i>ibiri</i> em suas mãos, um cajado feito com palha de dendê. As cores representam a calma dessa deidade que deve ser muito bem respeitada. No espaço do Ilê Axé Ijexá, ela é tratada como a senhora da sabedoria e dos mistérios.

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 2 - Aspectos da ancestralidade e as cores no Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon.

OYÁ E XANGÔ	Na cor do fogo, neste caso o vermelho, vemos Oyá e Xangô que possuem a titularidade dessas cores. Eles representam a fortaleza de uma casa de axé. No <i>Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon</i> o patrono é um Orixá <i>Funfun</i> , mas esses elementos de cor significam poder e potências no terreiro: o fogo, a tempestade, a trovoadas e a ventania. O fogo é o símbolo desses Orixás. Mas o vermelho permanece representado no universo de Oyá como parte de seu poder, nos alimentos oferecidos, como é caso do acará, e nos pavios de fogo, que oferecemos a ela na sua festa. Oyá traz uma ligação com os mortos. Ela leva os mortos às suas moradas. As cores de Oyá são vermelho, marrom escuro, e as vezes branco. A mistura das cores vermelhas e suas variações também é de Xangô, orixá da justiça, do trovão e da pedra. Sua cor é o vermelho. Com o senso de justiça muito próprio, ele também traz o branco para equilíbrio de sua fúria e por que anda com Oxalá.
OXUM	E o mosaico vai prosseguindo, e chegando às águas, pois é água que apaga o fogo. Vamos no balançar das águas de Oxum. As cores representativas das mães ancestrais das águas doces, com sua riqueza de ouro, de amor e de comunicação. Oxum no seu amarelo ouro é a rainha dos rios e das cachoeiras (todas as águas doces), mulher do ouro e do amor. Amarelo e dourado. Essas cores representam de forma graciosa e elegante as suas jóias, os seus perfumes, a sua beleza, a sua força e o seu poder.
YEMANJÁ	Olhando o mar com as suas águas vemos as cores de Yemanjá, mãe do <i>Ori</i> . Ela é considerada a rainha dos mares e a mãe dos Orixás. Essa junção de céu e terra faz o azul e o branco ou o verde claro que representam os mares e oceanos. O encher e vazas das águas nos traz a proteção, mas transmite também o temor ao grande oceano e o respeito e afeto à grande mãe primordial.
EWÁ e OBÁ	Das cores de Oxum, Yansan e de Oxalá vamos ter Obá e Ewá. Esta Orixá das chuvas, rainha dos mistérios e da magia, jovem virgem que recebeu de Orunmilá o poder de ler os Búzios (o Oráculo de Ifá). Comanda os astros e está ligada às mudanças e transformações das águas. Veste-se de vermelho e branco. Já Obá, uma das esposas de Xangô, orixá do equilíbrio e da justiça, tem o domínio nas águas revoltas. Veste-se de laranja e amarelo, portando espada e protegendo a orelha com um escudo.
LOGUN-EDÉ	Outra junção de cores bem representada no terreiro de Oxalá é o príncipe do Ijexá, Logun-Edé. Ele traz as cores de seu pai, em tom de azul turquesa e amarelo da sua mãe. Representa a caça, a pesca (os seis meses dentro da mata) e a riqueza do ouro e do sol (os seis meses dentro do rio). Assim, esses dois elementos completam as características desse orixá. Porque Logun-Edé é o amado filho de Oxum com Oxóssi. Veste-se com uma pele de leopardo, leva em uma mão o espelho de Oxum e na outra as armas de Oxóssi. Suas cores são representadas por um pavão. Essas cores refletem a beleza, atração e sedução.

Fonte: elaborado pelos autores.

Nesta descrição a memória ancestral se desdobra como elemento concreto nas cores de contas, roupas, adornos e elementos como pedras, utensílios diversos, plantas e animais que lembram essas predominâncias de cores e dos axés que elas envolvem, canalizam e materializam. “A experiência é o resultado, o sinal e a recompensa da interação entre organismo e meio que, quando plenamente realizada, é uma transformação da interação em participação e comunicação” (DEWEY, 2010, p. 89). Essa materialidade das interações funciona em relação ao que chamamos de relações de significado que está mediado no corpo e nos espaços, é o processo semiótico-comunicacional que conduz à unidade relacional: normas (preceitos, ética do candomblé), atividades estéticas (roupas, ornamentações e utensílios), práticas e experiências (as formas de viver em comunidade, os saberes ancestrais, conhecimentos medicinais e oraculares). Tudo isso vai nos direcionando para a memória, por exemplo:

- a) a memória mítica-humana dos sujeitos e da cultura nagô: os arquétipos e identidade mítica com as cores e a cor branca em especial e seus usos dentro e fora do terreiro;
- b) a memória social do grupo que vai se renovando através das sucessivas gerações: conhecimento e saberes passados para usos e significados das cores e a cor branca em especial, não só em uma mesma geração, mas de um geração para outra, renovando as relações e atualizando as memórias;
- c) a memória dos indivíduos, seus corpos, as atividades individuais e as relações intersubjetivas:

cada identidade vai se formando e normatizando-se nos corpos dos sujeitos, uso de roupas e utensílios, interdições e comunicações que se fazem dentro e fora do terreiro;

d) a memória da materialidade discursiva complexa que pode ser expressa nas comunicações, catalogada e refletida: a atualidade e reflexão hoje feita nas comunicações, uso de mediações técnicas para defesa do candomblé, ocupando lugares sociais, acabando com os silenciamentos.

Desse modo, podemos destacar como as ações e as experiências das cores, e da cor branca em especial, formam relações com a materialidade dos sentidos, nos apontam para elementos míticos, ao mesmo tempo em que nos indicam questões da memória em um movimento que não tem fim, pois cada processo é um círculo se abre em infinitas possibilidades, à medida em que exista um processo de vivência das cores na vida de cada um e da comunidade de terreiro como um todo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Toda roupa é branca” e todo mundo é filho de Oxalá. Assim, nossa reflexão sobre as cores no candomblé se amplia em todos os elementos que o perpassam as questões comunicativas, experienciais e perceptivas. Esta reflexão vai além de uma visão material de que as aparências enganam. As cores não são só elementos visuais. Faz parte da vida cotidiana e das tradições fundamentais do candomblé:

- a) saberes e experiências dos povos tradicionais de terreiro em sua ação e na transmissão geracional;
- b) formação das culturas afro-brasileiras como riqueza e patrimônio cultural: marca dos filhos de santo e ancestralidade afro-brasileira.
- c) marca de resistência e resignação, sinal de vitória, signos de ancestralidade;

A ancestralidade da cor branca é elemento de memória nas sextas-feiras e todos os dias no *Ilê Axé Ijexá Orixá Olufon*, em Itabuna-BA. A memória viva se concretiza nas insígnias de Oxalá, de Ajalá, o fazedor das cabeças, entidade *Fufun*, pai de todos nós, como destaca nossa cosmovisão:

Entre o povo-de-santo, é fundante a crença de que Oxalá, o Pai da Criação, molda cabeças. E aquele que está para nascer escolhe a cabeça com a qual quer vir ao mundo. No momento dessa escolha, ocorre um complexo processo de identificação cósmica e um orixá torna-se patrono daquele *ori*, isto é, daquela cabeça. Um *ori*, no entanto, não é apenas uma cabeça física. Antes de tudo é uma entidade cósmica, constituída de um dos elementos do universo e redonda num conjunto somatório de axés: o da família de sangue, o do parentesco de santo, o do elemento da natureza. (PÓVOAS, 2007, p. 200-201).

Nessa perspectiva a memória está viva em saberes e fazeres: respeito, preceito e segredo. A cor branca em um grande *Alá Funfun* serve como pano de fundo para as demais cores das deidades e suas forças cósmicas e axés. Cada ponto, memória, sentimento e relações são elementos pertinentes que desenvolvem nossa identidade, nossa forma de ser no mundo, e a contribuição de nosso povo, lutador e sábio. Esse insistentemente rompe os silenciamentos históricos e reivindica seu lugar de direito. Seu reconhecimento cultural, social, político e econômico. Por fim, cantamos ao senhor do branco que nos abençoe sempre:

awurè awurè
bo kun sùré Ajàlá
òjise t ayo oóri nse.
èro èro.¹⁸

¹⁸Que babá Ajalá, o modelador de cabeças, abençoe nosso *Ori* com muita calma, para que nós alcancemos a felicidade.

REFERÊNCIAS

- BARROS, José Flávio Pessoa. **Na minha casa**: Preces aos Orixás e Ancestrais. Rio de Janeiro: Pallas, 2010.
- BASSI, Francesca. Revisitando os tabus: as cautelas rituais do povo de santo. **Religião e Sociedade**, vol. 32, n° 2: 170-193, 2012.
- BASTIDE, Roger. **As Religiões Africanas no Brasil**. São Paulo: Pioneira, 1971.
- _____, Roger. **O sonho, o transe e a loucura**. São Paulo: Três Estrelas, 2016.
- BORGES, Luzineide Miranda; CAPUTO, Stela Guedes; OLIVEIRA, Raimundo Nunes. A organização geográfica do terreiro de candomblé contribuindo para ensino da geografia. **Revista Entreideias: educação, cultura e sociedade**, p. 79-94, 2016.
- CANDAU, J. **Bases antropológicas e expressões mundanas da busca patrimonial: memória, tradição e identidade**. In: Revista Memória em Rede. Pelotas, v1. N1, Jan-Jul, 2009, p. 43-58. Disponível em: <<http://lasmic.unice.fr/PDF/candau-article-10.pdf>>. Acesso 20, mar-2016.
- CAUNE, Jean. **Cultura e Comunicação**: Convergências teóricas e lugares de mediações. São Paulo: Editora Unesp, 2014.
- DEWEY, John. **Arte como experiência**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.
- FARINA, Modesto; PEREZ, Clotilde; BASTOS, Dorinho. **Psicodinâmica das Cores em Comunicação**. São Paulo: BLUCHER, 2006.
- GUEDES CAPUTO, STELA. Aprendendo yorubá nas redes educativas dos terreiros: história, culturas africanas e enfrentamento da intolerância nas escolas. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, n. 62, 2015.
- HALBWACHS, Maurice. **Los Marcos Sociales de la memoria**. Barcelona: Antropos Editorial; Concepción: Universidad de la Concepción; Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2004.
- _____. **A Memória Coletiva**. São Paulo: Centauro, 2006.
- HELLER, Eva. **A psicologia das cores**: como as cores afetam a emoção e a razão. São Paulo: GG, 2013.
- IANNI, Octavio. A ditadura militar no Cárcere. In: **Caros amigos**. n. 32. São Paulo: Casa Amarela, Novembro de 1999, p.10.
- LEITE, Fábio R. **A questão Ancestral**. São Paulo: Palas Athenas-Casa das Áfricas, 2008.
- MAIA, R. C. M. Sociabilidade: apenas um conceito? In: **A sociedade da informação**. UFBA Salvador. UFBA, no 42, V.2, 2002 p. 29-39.
- NORA, Pierre. Entre Memória e História: a problemática dos lugares. **Projeto História**. São Paulo (n. 10), dez. 1981, p.9.
- PÊCHEUX, Michel. Papel da Memória. In: _____ et. al. **Papel da memória**. Campinas: Pontes, 1999. p. 49-58.
- PÓVOAS, Rui do Carmo. **Da porteira para fora**. Ilhéus: Editus, 2007.
- _____(org.). **Mejigã e o contexto da escravidão**. Ilhéus: Editus, 2012.
- SANTOS, Maria Consuelo de Oliveira. Ilê Axé Ijexá: Lugar de Terapia e Resistência. In: PÓVOAS, Rui do Carmo (org.). **Mejigã e o contexto da escravidão**. Ilhéus: Editus, 2012.
- SODRÉ, Muniz. **Pensar Nagô**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.
- SOUZA JÚNIOR, Vilson C. A cozinha e os Truques: Usos e abusos das mulheres de saia e do tipo do azeite. In: CAROSO, Carlos; BACELAR, Jeferson (org.). **Faces da tradição afro-brasileira**: religiosidade, sincretismo, anti-sincretismo, reafricanização, práticas terapêuticas, etnobotânica e comida. Rio de Janeiro: Palla; Salvador: CEAO, 1999.
- AMIM, Valéria (org). **Águas do leste**: um olhar sobre terreiros - mapeamento de comunidades religiosas de matriz africana da Bacia do Leste (BA). Ilhéus, BA : Editus, 2013.
- VERGER, Pierre Fatumbi. Noção de Pessoa e Linhagem Familiar entre os Iorubás. In: Colóquio Internacional para A Noção de Pessoa na África Negra, 1971. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris: Ed. no 544, 1981.
- VOEKS, Robert. **Sacred Leaves of Candomblé**. Austin: Univ. Of Texas Press, 2003.
- WITTGENSTEIN, L. **Anotações sobre as cores**. Tradução F. Nogueira M. J. Freitas. Lisboa: Edições 70, 1987.

Comunicação Breve

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS, TEMÁTICA AMBIENTAL E RAZÃO INSTRUMENTAL

Flávio Roberto Chaddad*

*Mestre em Educação Escolar (Universidade Estadual Paulista)

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

PALAVRAS-CHAVE

Razão Instrumental
Teoria Crítica
PCNs
Temática Ambiental
Educação Ambiental

KEYWORDS

Instrumental Reason
Critical Theory
NCPs
Environmental issues
Environmental Education

RESUMO

O objetivo deste artigo foi analisar se há influências da razão instrumental na temática ambiental dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Para tanto, examinaram-se três características que compõem a vertente instrumental da temática ambiental: o domínio do homem sobre a natureza; o discurso do competente ou do especialista que se apresenta como aletheia; e, por fim, a não superação do capitalismo. Verificou-se que os PCNs apresentam características pós-modernas e instrumentais.

ABSTRACT

NATIONAL CURRICULAR PARAMETERS, ENVIRONMENTAL ISSUES AND INSTRUMENTAL REASON

The objective of this article was to analyze if there are influences of the instrumental reason in the environmental issues in the National Curricular Parameters (NCPs). For this purpose, three characteristics that compose the instrumental aspect of the environmental issues were examined: man's dominion over nature; the discourse of the competent or the specialist who presents himself as aletheia; and, finally, the non-overcoming of capitalism. It was verified that the NCPs present postmodern and instrumental characteristics.

Recebido em: 01/02/2019
Aprovação final em: 28/04/2019
DOI:10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i2.597

INTRODUÇÃO

a biosfera passa por sérias ações antrópicas. A natureza está se transformando e vem, em muitos casos, impedir a vida de milhares de pessoas em todo mundo. Neste sentido, torna-se importante a análise de documentos que norteiam as políticas públicas com a finalidade de tentar transformar este cenário. Assim, este trabalho, que é parte analítica de uma dissertação de mestrado defendida em 2016, no Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar da Universidade Estadual Paulista (UNESP), procurou analisar a Temática Ambiental dos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais) através de três características que compõem a vertente instrumental da temática ambiental: a relação homem e natureza; o discurso do competente para as soluções ambientais e a não crítica ao modo capitalista.

Em se tratando da relação homem e natureza, Bacon (1999) com seu espírito patriarcal afirmava que a natureza deveria ser dominada, apossada em seus descaminhos e que, por meio da tortura, seus segredos seriam retirados (CAPRA, 1999). Mas, não foi só Bacon (1999) que aprofundou a ruptura entre o homem e a natureza. Descartes (1999; 2001) e Kant (1999), com seus sistemas filosóficos, também ajudaram a tornar a natureza algo completamente externo ao ser humano. O *Cogito* cartesiano, onde o ser humano se identifica com seu pensamento, e as *Categorias do Entendimento* de Immanuel Kant, que *a priori* determina o que o ser humano conhece [a razão não está nas coisas, mas em nós humanos] causam definitivamente a ruptura entre o homem e a natureza. Esta externalidade do homem perante a natureza, produzida por este espírito patriarcal e pelo pensamento filosófico destas figuras científicas dos séculos XVI, XVII e XVIII, está inscrita na vertente conservadora e instrumental da educação ambiental.

Com relação ao discurso do competente, o *Cogito* cartesiano e as categorias do *Entendimento* kantiano causam uma profunda subjetivação do ser humano que rompem com a história e se eterniza como Aletheia (presentificação da verdade). Em Descartes, o homem perde seu corpo, está ligado a este mundo apenas por um par de olhos. É uma substância, sem corpo, está afastado e não estabelece relações com a Terra ^[1] – como dito acima - e cujas verdades eternas podem ser conhecidas pela razão. Com Kant, este sujeito do conhecimento é determinado pelas *Categorias do Entendimento* que fazem parte da estrutura da razão. Tanto em Descartes, onde conhecemos pelo *Cogito*, quanto em Kant, onde conhecemos o que as *Categorias do Entendimento* nos permitem conhecer, não há História. Não há um processo histórico e dialético de construção do conhecimento. Assim, excluindo-se do passado e do futuro, produto da exacerbação da subjetivação, que tem suas origens nestes dois filósofos, o sujeito do conhecimento se eterniza como Aletheia. Portanto, entre Descartes e Bacon é que o discurso do competente é ancorado. Eternizados como Aletheia, pelo *Cogito* cartesiano e pelas *Categorias do Entendimento* de Kant, os especialistas ou competentes enfatizam que as soluções para os problemas ambientais estão na técnica e não na reelaboração do passado tencionando a superação por incorporação do mesmo.

Com relação à terceira característica, que diz respeito a não superação do sistema de produção capitalista ^[2], pode-se dizer que, segundo Herculano (2001), o conceito de desenvolvimento sustentável que vem sendo proposto pela ONU, que guia o estabelecimento de políticas públicas em muitos países, traz como eixos norteadores:

- 1) Reorientação tecnológica e institucionalização de meios de fiscalização internacionais;
- 2) Controle populacional para o Terceiro Mundo;
- 3) Políticas de Ajustes e de ajuda financeira dos países ricos e pobres.

¹Homem e natureza.

²Grifo e coloco em itálico esta parte, que é muito importante para o texto: *A falta de liberdade ocorreu em países socialistas como em capitalistas, os totalitarismos de esquerda e de direita. Por isso, em nova fase de minha vida, aonde empreendi várias leituras, advogo um sistema produção equilibrado que leve em conta a justiça social e a capacidade suporte e de manutenção dos ecossistemas.*

Ou seja, como irá se observar mais a frente neste trabalho, não há o questionamento do sistema de produção capitalista e de como se produz a mais valia, de como esta estrutura de produção de riqueza não está disponível para todos, apenas em um nível das ideias ou da abstração.

Por sua vez, os PCNs eram um documento que há pouco – antes da construção da Base Nacional Curricular Comum (BNCC) - influenciava muito as práticas pedagógicas dos professores em suas instituições de ensino, como também eram as bases da construção dos materiais didáticos. Portanto, era de extrema importância.

Mas será que esta relação característica Instrumental é encontrada na Temática Ambiental dos PCNs?

A RELAÇÃO ENTRE O HOMEM E A NATUREZA

A relação entre o homem e natureza sempre se caracterizou pelo domínio deste sobre aquela. Desde a época dos mitos, o homem procurou não entender a natureza, mas apenas a dominar. Esta dominação aprofundou-se sobremaneira a partir da ciência moderna, onde a representação, que havia entre o ser humano e a natureza, foi completamente perdida (ADORNO; HORKHEIMER, 1999).

Bacon (1999) com seu espírito patriarcal afirmava e dizia que a natureza deveria ser dominada, apossada em seus descaminhos e que, por meio da tortura, seus segredos seriam retirados. Segundo o pós-moderno Capra (1999), estas alusões à natureza parecem espelhar o discurso utilizado por ele no julgamento das bruxas, pessoas que tinham uma relação qualitativa com a natureza. Segundo Adorno e Horkheimer (1999), a natureza passou somente a representar uma espécie de matéria, que deveria ser manuseada como objeto a fim de se retirar dela – como Bacon (1999) afirmava – todos os seus segredos.

Em uma leitura preliminar da Temática Ambiental destes documentos, pode-se dizer que a natureza não é vista como algo externo ao ser humano, que é uma das características da vertente conservadora instrumental da educação ambiental. Pelo contrário, o documento afirma em vários momentos ou passagens que o ser humano está imbricado no meio ambiente, ou seja, o compõe em seu espaço sociocultural. Em seu item *Meio Ambiente e Seus Elementos*, bem como em outras passagens, agregado ao espaço físico e biológico, soma-se o espaço sociocultural:

O termo meio ambiente tem sido utilizado para indicar um “espaço” (com seus componentes bióticos e abióticos e suas interações) em que um ser vive e se desenvolve, trocando energia e interagindo com ele, sendo transformado e transformando-o. No caso do ser humano, ao espaço físico e biológico soma-se o “espaço” sociocultural (BRASIL, 2001, p.31).

Além disso, este documento afirma que a humanidade, interagindo com os elementos que compõem o meio ambiente, provoca tipos de modificação que se transformam com o passar da história e que, ao interagir com o meio, muda-o e transforma sua visão a respeito de natureza e do meio em que vive. Em outra passagem, os documentos concebem uma visão sistêmica para o estudo como para a concepção do meio ambiente:

A complexidade da natureza exige uma abordagem sistêmica para seu estudo, isto é, um trabalho de síntese, com diversos componentes vistos como um todo, como partes de um de um sistema maior, bem como em suas correlações e interações com os demais componentes e seus aspectos. Fazendo-se uma analogia entre um sistema natural em estudo e uma rede de pesca, da mesma forma que para conhecer a rede não basta observar os seus nós, mas é fundamental iluminarem-se os fios que interligam esses nós. Para se conhecer um sistema não bastam observar suas partes, mas é preciso

enxergar como elas se interligam e se modificam, em sua própria estrutura e sentido de ser, por causa dessas interações (BRASIL, 2001, p.22).

Estas duas passagens, somadas a outras que não fazem a crítica ao sistema de produção capitalista e que não sinalizam para a superação deste sistema, permitem que se conclua que a relação entre o homem e a natureza veiculada por estes documentos se enquadra na vertente conservadora pós-moderna da educação ambiental. Ela se baseia na teoria sistêmica. Esta teoria fornece uma explicação para a relação entre homem e natureza, bem como para a crise ambiental vigente. Neste ponto, ela se compara com a teoria social funcionalista de Durkheim *apud* Horkheimer (1975) e na sua não crítica ao sistema de produção capitalista.

Segundo o pós-moderno Capra (2007), a teoria sistêmica traz consigo a concepção de que vivemos uma crise de percepção, em que esta se refere a não perceber que o todo é mais que a simples soma de suas partes.

Assim, este outro olhar propõe que as propriedades essenciais de um organismo - ou sistema vivo - são propriedades do todo, que nenhuma parte possui. Por exemplo, os átomos que compõem a molécula do açúcar (C, H e O) não apresentam o gosto adocicado característico deste elemento, mas quando se interagem aparece propriedades que não existem nas partes. Elas surgem, portanto, das interações e das relações que ocorrem entre as partes. Essas propriedades são destruídas quando o sistema é dissecado, física ou teoricamente, em elementos isolados. Embora possa discernir partes individuais em qualquer sistema - essas partes não são isoladas - e a natureza do todo é sempre diferente da mera soma de suas partes. Esta teoria transmite a noção de que todas as partes, interagindo entre si, produzem um todo maior que a soma de suas partes, bem como a idéia de que o ser humano, realizando sua parte na biosfera, entendendo que tudo esta interligado, é capaz de superar esta crise de percepção e sanar com a problemática ambiental.

Aparentemente esta teoria sistêmica é plenamente plausível e diferente para as explicações do funcionamento da natureza que se fundamentam no espírito científico da modernidade, mas quando Capra (2007) afirma, baseando-se nesta teoria, que a crise que estamos vivenciando deve-se a uma crise de percepção e não do produto da exploração e expropriação do sistema de produção capitalista, sinaliza para uma visão idealista e/ou ideológica desta, aparecendo em várias partes deste documento, conforme os PCNs (BRASIL, 2001):

[...] mais do que informações e conceitos, a escola se proponha a trabalhar com atitudes, com valores, com ensino e aprendizagem de habilidades e procedimentos. E esse é um grande desafio para a educação. Comportamentos “ambientalmente corretos” serão aprendidos na prática do dia-a-dia na escola: gestos de solidariedade, hábitos de higiene pessoal e dos diversos ambientes, participação em pequenas negociações podem ser exemplos disso (BRASIL, 2001, p.29).

No que se refere à área ambiental, há muitas informações, valores procedimentos que serão transmitidos à criança pelo que se faz e se diz em casa. Esse conhecimento deverá ser trazido e incluído nos trabalhos da escola, para que se estabeleçam as relações entre esses dois universos no reconhecimento dos valores que se expressam por meio de comportamentos, técnicas, manifestações artísticas e culturais (BRASIL, 2001, p.29)..

Além disso, quando é extrapolada para a sociedade - já que esta é uma parte da biosfera - esta teoria vai de encontro à teoria da solidariedade orgânica ou funcionalismo social de Durkheim *apud* Lakatos (1979), aonde os seres humanos, exercendo adequadamente suas funções, contribuem para o equilíbrio social, típico pensamento do Estado Burguês. Conforme Lakatos (1979):

A divisão do trabalho gera um novo tipo de solidariedade, baseado na complementação de partes diversificadas. O encontro de interesses complementares cria um laço social novo, ou seja, outro tipo de princípio de solidariedade, com moral própria, e que dá origem a uma nova organização social. Emile Durkheim denomina de solidariedade orgânica esta solidariedade (LAKATOS, 1979, p.39).

Mais uma vez, aqui não é colocada a questão de que a sociedade está sob o jugo do capital e de suas formas de apropriação da riqueza, que produzem não uma crise de percepção, mas sim uma crise estrutural. É, portanto, uma explicação idealista e ideológica para a crise ambiental que estamos e vamos atravessar.

Assim, apesar de enfatizar a importância da interação entre homem e natureza - que tem em vista preservar e conservar os serviços ambientais - pode-se dizer que, na medida em que faz menção a esta teoria, em algumas passagens, ressignifica o sentido de crise, apontando que se trata apenas de uma crise de percepção ou de mentalidade e não afirma ser o sistema de produção capitalista o principal responsável por esta crise ambiental que estamos atravessando. Pelo contrário. Utilizando-se desta teoria sistêmica, a crise estrutural deste modelo de produção, o capitalismo, que se tornou em nossos dias praticamente insustentável, é trocada ideologicamente pela crise de percepção, de visão de mundo ou de mentalidade, como este documento, a Temática Ambiental dos PCNs, afirma quando trata da função da educação ambiental:

Uma das principais conclusões e proposições assumidas internacionalmente é a recomendação de se investir numa mudança de mentalidade, conscientizando os grupos humanos para a necessidade de se adotarem novos pontos de vista e novas posturas diante dos dilemas e das constatações feitas nestas reuniões (BRASIL, 2001, p.24).

É necessário ainda ressaltar que, embora recomendada por todas as conferências internacionais, exigida pela Constituição e declarada como prioritária por todas as instâncias de poder, a Educação Ambiental está longe de ser uma atividade tranquilamente aceita e desenvolvida, porque ela implica mudanças profundas e nada inócuas. Ao contrário, quando bem realizada, a Educação Ambiental leva a mudanças de comportamento pessoal e a atitudes e valores que podem ter fortes consequências sociais (BRASIL, 2001, p.27).

O trabalho de Educação Ambiental deve ser desenvolvido a fim de ajudar os alunos a constituírem uma consciência global das questões relativas ao meio para que possam assumir posições afinadas com os valores referentes à sua proteção e melhoria. Para isso, é importante que possam atribuir significado àquilo que aprendem sobre a questão ambiental. E este significado é resultado da ligação que o aluno estabelece entre o que aprende e a sua realidade cotidiana (BRASIL, 2001, p.48).

Se em alguns momentos, bem poucos, a Temática Ambiental dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) fazem referência ao *modelo econômico*: “E a riqueza, gerada num modelo econômico que propicia a concentração de renda, não impede o crescimento da miséria e da fome” (BRASIL, 2001, p.20), ele, por outro lado, não procura realizar uma discussão profunda – no sentido de ir à raiz do problema, segundo Lessa e Tonet (2011) - que enfatize a superação do verdadeiro produtor desta crise ambiental: o *capitalismo*. Pelo contrário. A sustentabilidade para este documento, onde deva estar inscrita uma relação salutar entre o homem e natureza, é conseguida através da conscientização e da ação individual dos seres humanos na sociedade [cada qual cumprindo bem a sua função social no interior do modo de produção capitalista, conforme a teoria funcionalista durkheimiana] e não pela emancipação humana através da superação deste modo de produção:

Nesse contexto, fica evidente a importância de se educar os futuros cidadãos brasileiros para que, como empreendedores, venham agir de modo responsável e com sensibilidade, conservando o ambiente saudável no presente e para o futuro; como participantes do governo ou da sociedade civil, saibam cumprir suas obrigações, exigir e respeitar os direitos próprios e os de toda a comunidade, tanto local como internacional; e, como pessoas, encontrem acolhidas para ampliar a qualidade de suas relações intra e interpessoais com o ambiente tanto físico quanto social (BRASIL, 2001, p.26).

O DISCURSO DO COMPETENTE

Em relação à segunda característica a ser investigada, que diz respeito às influências da presença do discurso do competente ou do especialista na Temática Ambiental dos PCNs pode-se dizer que há, sim, uma relação. Como se viu na construção teórica deste trabalho o discurso do competente ganha campo e força, na história da humanidade, a partir de Francis Bacon e de sua ciência experimental. Com Bacon (1999), este discurso passa a representar o poder de domínio do homem sobre a natureza. Mas com Descartes (1999; 2001) e Kant (1999), este sujeito do conhecimento se eterniza como Aletheia, rompendo com o passado e com o futuro, ou seja, com o processo histórico. Por conseguinte, este discurso é encontrado em diversas passagens da Temática Ambiental dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), onde se procura enfatizar que o conhecimento, não uma leitura crítica do processo histórico, poderá acabar com a degradação e crise ambiental que estamos atravessando. Note-se, aqui, que este conhecimento pragmático, que se realiza tendo como pano de fundo o modo de produção capitalista, anda junto com a consciência, que será discutida mais a frente.

Assim, em sua página (25), a Temática Ambiental dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) afirmam que o conhecimento é fundamental para que as pessoas possam manejar de forma adequada os ecossistemas, os quais dependem a vida de todos os seres vivos (humanos ou não): “*Parte deste patrimônio cultural consiste no conhecimento importantíssimo, mas ainda pouco divulgado, dos ecossistemas locais – seu funcionamento, sua dinâmica e seus recursos*” (BRASIL, 2001, p.25). Em outra passagem, na mesma página, afirma que os agricultores quando extraem um recurso natural faz com que outros se percam no caminho. Um exemplo disso tem sido a formação de pastos em certas áreas da Amazônia. Outro exemplo, do que os PCNs denominam como falta de consciência ambiental, diz respeito à extração de minérios, por exemplo. Esta extração traz lucros somente para um pequeno grupo de pessoas, que muitas vezes nem são habitantes da região e levam a riqueza para longe até para fora do país, deixando em seu lugar uma devastação que custará caro à saúde da população e aos cofres públicos. Em outras passagens da Temática Ambiental dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), ainda se continua afirmando que o saber é essencial para que haja uma relação entre o homem e a natureza salutar. Aqui, as reais causas da degradação ambiental que residem no modelo de produção capitalista não são mencionadas. Assim, transparece a idéia, neste documento, de que conhecendo a terminologia que envolve as questões ambientais, o homem poderá agir de forma consciente em sua localidade:

Conhecer o significado mais preciso desses termos e as leis de proteção ambiental que incidem sobre a região em que a escola se insere é importante para os professores. Por sua função mesma de oferecer oportunidades para que os alunos comecem a se exercitar no desempenho da cidadania e, mais ainda, para que a escola saiba como assumir sua responsabilidade como instituição do bairro, do município, como parte da sociedade local instituída (BRASIL, 2001, p.35).

Da mesma forma, nas páginas (34); (35); (36); (37); (38); vão aparecer definições de termos como: a) A Proteção Ambiental; b) A Preservação; c) A Conservação; d) A Recuperação; e) A Degradação; f) A

Sustentabilidade; g) A Diversidade Biológica. Não se discute que estas definições são importantes para se buscar entender a problemática ambiental, mas o seu con-

hecimento científico não implica que ocorrerá a proteção e a conservação ambiental, já que a lógica do capital é outra e, estes documentos, nada afirmam sobre a superação do modo de produção capitalista que aqui se constitui como a principal causa da degradação ambiental que estamos e vamos atravessar. Assim, a temática ambiental dos PCNs define estes termos como:

a) Proteção Ambiental:

Significa o ato de proteger. É a dedicação pessoal àquele ou àquilo que ela precisa; é a defesa daquele ou daquilo que é ameaçado. O termo “proteção” tem sido utilizado por vários especialistas para englobar os demais: preservação, conservação, recuperação, etc. Para eles, essas são formas de proteção. No Brasil há várias leis estabelecendo Áreas de Proteção Ambiental (APAs), que são espaços do território brasileiro, assim definidos e delimitados pelo poder público (União, Estado ou Município), cuja proteção se faz necessária para garantir o bem-estar das populações presentes e futuras e o meio ambiente ecologicamente equilibrado. Nas APAs declaradas pelos Estados e Municípios poderão ser estabelecidos critérios e normas complementares (de restrição ao uso de seus recursos naturais), levando-se em consideração a realidade local, em especial a situação das comunidades tradicionais que porventura habitem tais regiões. O uso dos recursos naturais nas APAs só pode se dar desde que “não comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção” (BRASIL, 2001, p.35)

b) Preservação Ambiental:

Preservação é a ação de proteger contra a destruição e qualquer forma de dano ou degradação em um ecossistema, uma área geográfica ou espécies animais e vegetais ameaçadas de extinção, adotando-se as medidas preventivas legalmente necessárias e as medidas de vigilância adequadas. O Código Florestal estabelece áreas de preservação permanente, ao longo dos cursos d’água (margens dos rios, lagos, nascentes e mananciais em geral), que ficam impedidas de qualquer uso. Essas áreas se destinam, em princípio, à vegetação ou mata ciliar especialmente importante para garantir a qualidade e a quantidade das águas, prevenindo o assoreamento e a contaminação. A Constituição brasileira impõe, também, a preservação do meio ambiente da Serra do mar, da Floresta Amazônica, da mata Atlântica, do pantanal Mato-Grossense e da Zona Costeira (BRASIL, 2001, p.36).

c) Conservação Ambiental

Conservação é a utilização racional de um recurso qualquer, de modo a se obter um rendimento considerado bom, garantindo-se, entretanto, a sua renovação ou sua auto-sustentação. Analogamente, conservação ambiental quer dizer o uso apropriado do meio ambiente dentro dos limites capazes de manter sua qualidade e seu equilíbrio em níveis aceitáveis. Para a legislação brasileira, “conservar” implica manejar, usar com cuidado, manter, enquanto “preservar” é mais restritivo: significa não usar ou não permitir qualquer intervenção humana significativamente (BRASIL, 2001, p.36).

d) Recuperação

Recuperação, no vocábulo comum, é o ato de recobrar o pedido, de adquiri-lo novamente. O termo “recuperação ambiental” aplicado a uma área degradada pressupõe que nela se restabeçam as

características do ambiente original. Nem sempre isso é viável e às vezes pode não ser necessário, recomendando-se, então, uma reabilitação. Uma área degradada pode ser reabilitada (tornar-se novamente habilitada) para diversas funções, como a cobertura para a vegetação nativa local ou destinada a novos usos, semelhantes ou diferentes do uso anterior à degradação. A Lei prevê, na maioria dos casos, que o investimento necessário à recuperação ou reabilitação seja assumido pelo agente degradador. Além disso, o agente responsável pelo dano ambiental deve reparar esse dano. Recuperação é o ressarcimento, para efeito de consertar ou atenuar dano causado a pessoa ou patrimônio, e, no caso de dano ambiental, além de provável pagamento de multa, pode envolver a obrigação de recuperar ou reabilitar a área degradada (BRASIL, 2001, p.37).

e) Degradação

Degradação ambiental consiste em alterações e desequilíbrios provocados no meio ambiente que prejudicam os seres vivos ou impedem os processos vitais ali existentes antes dessas alterações. Embora possa ser causada por efeitos naturais, a forma de degradação que mais preocupa governos e sociedades é aquela causada pela ação antrópica, que pode e deve ser regulamentada. A atividade humana gera impactos ambientais que repercutem nos meios físico-biológicos e socioeconômicos, afetando os recursos naturais e a saúde humana, podendo causar desequilíbrios ambientais no ar, nas águas, no solo e no meio sociocultural. Algumas das formas mais conhecidas de degradação ambiental são: a desestruturação física (erosão, no caso de solos), a poluição e a contaminação. (BRASIL, 2001, p.37).

f) Sustentabilidade ^[3]

O Pnuma, com o apoio da ONU e de diversas organizações não-governamentais, propôs, em 1991, princípios, ações e estratégias para a construção de uma sociedade sustentável. Na formulação dessa proposta emprega-se a palavra “sustentável” em diversas expressões: desenvolvimento sustentável, economia sustentável, sociedade sustentável e uso sustentável. Parte-se do princípio que “se uma atividade é sustentável, para todos os fins práticos ela pode continuar indefinidamente. Contudo, não pode haver garantia de sustentabilidade à longo prazo porque muitos fatores são desconhecidos ou imprevisíveis”. Diante disso, propõe-se que as ações humanas ocorram dentro das técnicas e princípios conhecidos de conservação, estudando seus efeitos para que se aprenda rapidamente com os erros. Esse processo exige monitorização das decisões, avaliação e redirecionamento da ação. E muito estudo. Portanto, traz implicações para o trabalho dos professores e responsabilidades para a escola como uma das instâncias da sociedade que pode contribuir para o mesmo processo (BRASIL, 2001, p39).

³Nesta discussão de sustentabilidade que a temática ambiental dos PCNs promove ela afirma que este tipo de desenvolvimento, para muitos, entra em conflito com a conservação e preservação ambiental. Mas, este documento apenas vai até este ponto. Depois disso, acena para a definição da ONU de desenvolvimento sustentável e, por fim, concorda com o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) para quem uma sociedade sustentável é aquela que vive em harmonia com oito princípios interligados: 1) Respeitar e cuidar da comunidade dos seres vivos; 2) Melhorar a qualidade da vida humana; 3) Conservar a vitalidade e a diversidade do Planeta Terra; 4) Minimizar o esgotamento de recursos não renováveis; 5) Permanecer nos limites de capacidade de suporte do Planeta Terra; 6) Modificar atitudes e práticas pessoais; 7) Permitir que as comunidades cuidem de seu próprio ambiente; 8) Gerar uma estrutura nacional para a integração de desenvolvimento e conservação; 9) Constituir uma aliança global. Como na citação acima que diz respeito a sustentabilidade, em que este documento afirma que “as ações humanas devem ocorrer dentro das técnicas e princípios conhecidos de conservação, estudando seus efeitos para que se aprenda rapidamente com os erros. Esse processo exige monitorização das decisões, avaliação e redirecionamento da ação”, estes oito princípios que devem estar interligados, segundo o documento, evidenciam o discurso do competente para a solução dos problemas ambientais. Dito de outra forma, faz uma aspepsia do modo de produção capitalista e de seus pilares: as relações econômicas e políticas.

g) Diversidade Biológica

Um dos valores que passa a ser reconhecido como essencial para a sustentabilidade da vida na Terra é o da conservação da diversidade biológica. E para a sustentabilidade social, reconhece-se a importância da diversidade dos tipos de sociedades, de culturas [...] Pouco se sabe ainda do papel relativo de cada espécie e de cada ecossistema na manutenção desse equilíbrio em condições vitáveis para a sobrevivência. Mas sabe-se que todas as espécies são componentes do sistema de sustentação da vida, que a conservação da biodiversidade é estratégica para a qualidade de vida. Cada vez mais se descobrem substâncias de grande valor para a saúde, alimentação, obtenção de tinturas, fibras e outros usos, no grande laboratório representado pelas diferentes espécies de plantas e animais, muitas até pouco tempo desconhecidas ou desprezadas pela cultura oficial. A diversidade biológica deve ser conservada não só por sua importância conhecida e presumível para a humanidade, mas por uma questão de princípio: todas as espécies merecem respeito, pertencemos todos à mesma e única trama da vida neste planeta (BRASIL, 2001, p.43).

Em outras passagens da Temática Ambiental dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que versam sobre os *Conteúdos de Meio Ambiente para o 1º e 2º ciclos* há três blocos de temas que o aluno deve se apropriar: Ciclos da Natureza; Sociedade e Ambiente; Manejo e Conservação Ambiental:

a) Ciclos da Natureza

Assim, para este bloco foram selecionados os seguintes conteúdos: 1) os ciclos da água, seus múltiplos usos e sua importância para a vida, para a história dos povos; 2) os ciclos da matéria orgânica e sua importância para o saneamento; 3) as teias e as cadeias alimentares, sua importância e o risco de transmissão de substâncias tóxicas que possam estar presentes na água, no solo e no ar; 4) o estabelecimento de relações e correlações entre elementos de um mesmo sistema; 5) a observação de elementos que evidenciem ciclos e fluxos na natureza, no espaço e no tempo (BRASIL, 2001, p.60).

b) Sociedade e Meio Ambiente

Para este bloco foram selecionados os seguintes conteúdos: 1) a diversidade cultural e a diversidade ambiental; 2) os limites da ação humana em termos quantitativos e qualitativos; 3) as principais características do ambiente e/ou paisagem da região em que se vive; as relações pessoais e culturais dos alunos e de sua comunidade com os elementos dessa paisagem; 4) as diferenças entre ambientes preservados e degradados, causas e consequências para a qualidade da vida das comunidades, desde o entorno imediato até de outros povos que habitam a região e o planeta, bem como das gerações futuras; 5) a interdependência ambiental entre as áreas urbana e rural (BRASIL, 2001, p.61).

c) Manejo e Conservação Ambiental

Para isso, propõe que sejam abordados os seguintes itens: 1) o manejo e a conservação

da água: noções sobre a captação, tratamento e distribuição para o consumo; os hábitos de utilização da água em casa e na escola adequados às condições locais; 2) a necessidade e formas de tratamento dos detritos humanos: coleta, destino e tratamento do esgoto; procedimentos possíveis adequados às condições locais (sistema de esgoto, fossa e outros); 3) a necessidade e as formas de coleta e destino do lixo; reciclagem; os comportamentos responsáveis de “produção” e “destino” do lixo em casa, na escola e nos espaços de uso comum; 4) as formas perceptíveis e imperceptíveis de poluição do ar, da água, do solo e poluição sonora: principais atividades locais que provocam poluição (indústrias, mineração, postos de gasolina, curtumes, matadouros, criações, atividades agropecuárias, em especial as de uso intensivo de adubos químicos e agrotóxicos; 5) Noções de manejo e conservação do solo; erosão e suas causas nas áreas rurais e urbanas; necessidades e formas de uso de insumo agrícolas; cuidados com a saúde; 6) noções sobre procedimentos adequados com plantas e animais; cuidados com a saúde; 7) a necessidade e as principais formas de preservação, conservação, recuperação e reabilitação ambientais, de acordo com a realidade local; 8) alguns processos simples de reciclagem e reaproveitamento; 9) os cuidados necessários para o desenvolvimento das plantas e dos animais; 9) os procedimentos corretos com dejetos humanos nos banheiros e em lugares onde não haja instalações sanitárias; 10) as práticas que evitam desperdícios no uso cotidiano de recursos com a água, energia e alimentos; 11) a valorização de formas conservacionistas de extração, transformação e uso dos recursos naturais (BRASIL, 2001, p.63).

Assim, a Temática Ambiental dos PCNs transmite a idéia de que aprendendo noções de meio ambiente e de sociedade, o homem poderá agir de forma consciente em sua localidade. Este homem que se radica na técnica traz consigo o discurso do sujeito competente ou do especialista que encontra respaldo, como se viu no capítulo dois, na filosofia de Descartes e de Kant. Este sujeito competente rompe com processo histórico e se eterniza ou se presentifica como Aletheia (verdade em grego).

Mas de qual consciência se está falando? Para a *Temática Ambiental* dos PCNs, o que se procura é somente adequar o ser humano ao capitalismo. Esta consciência se reveste de um caráter pragmático, que tem como função básica reformar o capitalismo. Portanto, a consciência, que está explícita nos PCNs, é ideológica, pois não sinaliza para a superação do modo de produção capitalista, que subjugou tudo às leis ou à ética do mercado. Esta consciência que se encontra nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) não ultrapassa o plano da representação, ou seja, o mundo da mentalidade ou das ideias. Conforme Chainça (2012), esta consciência está ligada à emancipação política, permanecendo no nível da representação ou da idéia e não da emancipação do ser humano que, conforme Lessa e Tonet (2011), diz respeito à superação do modo de produção capitalista e de suas formas de alienação que o faz se perpetuar. Assim, Chainça (2012) afirma que:

Desta forma, os Parâmetros Curriculares Nacionais insistem que é fundamental a conscientização do indivíduo, mas, de acordo com as informações em que se fundamenta esta dissertação, a conscientização é da esfera do Ser, do âmbito da emancipação humana, e esta não é possível de atingir a partir das propostas dos Parâmetros, que se fixam no âmbito da emancipação política, ou seja, apenas na esfera da consciência. Portanto, os Parâmetros Curriculares Nacionais trabalham com uma representação que serve para resolver problemas relacionados ao meio ambiente. Ao atender a esta necessidade, a representação gera outras necessidades de interpretação da realidade que são satisfeitas pelo concurso de novas representações. Uma representação nunca é autônoma, ela esta subordinada, ao mesmo tempo, à necessidade de explicar a realidade e às representações que a

precedem. Em outras palavras, enquanto conceito, conscientização existe, mas é uma representação, sendo assim, o discurso da conscientização fica vazio, pois ela só poderia acontecer na perspectiva da emancipação humana (CHAINÇA, 2012, p.58)

Aliado a esta postura, que une conhecimento com consciência, verifica-se também nestes documentos o viés empresarial de gestão da natureza, onde aparece o termo empreendedor, que passa a ser relacionado à formação do ser humano para as questões ambientais, conforme o trecho:

Nesse contexto, fica evidente a importância de se educar os futuros cidadãos brasileiros para que, como empreendedores, venham a agir de modo responsável e com sensibilidade, conservando ambiente saudável no presente e para o futuro; como participantes do governo ou da sociedade civil, saibam cumprir suas obrigações, exigir e respeitar os direitos próprios e os de toda comunidade, tanto local como internacional; e, como pessoas, encontrem a acolhida para ampliar a qualidade de suas relações intra e interpessoais com o ambiente tanto físico quanto social (BRASIL, 2001, p.26).

Aqui, neste trecho, há a idéia de tornar os seres humanos gestores dos recursos naturais, simplesmente através do conhecimento. Além disso, há a responsabilização dos indivíduos pela degradação ambiental que estamos vivenciando, muito mais do que o capitalismo que, como se observa, nestes documentos, praticamente não é culpado. Portanto, o cidadão que não se educar e não mudar seu comportamento será o grande responsável pela crise ambiental. Os direitos nestes documentos – nos PCNs - são fundados nas leis e na ética do mercado e não na edificação de uma sociedade justa, que realmente faça com que as reais necessidades dos seres humanos sejam asseguradas. Segundo Löwy (2003), esta ideologia está no cerne do processo de produção capitalista, pois como Locke *apud* Capra (1993) enfatizava: o indivíduo em sociedade, bem como os átomos de um gás, ao serem deixados livres - sem nenhuma força que aja sobre eles - tenderá ao equilíbrio ou harmonia.

É, portanto, através do conhecimento e da liberdade de ação destes sujeitos que ocorrerá a plena realização ou manifestação do *estado burguês* ou da *livre iniciativa*. Além do subjetivismo presente no discurso do sujeito competente, que rompe com o processo histórico e se eterniza como Aletheia, implícito nas soluções para os problemas ambientais, que está inscrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), há resquícios também do sujeito do conhecimento hegeliano (MARCUSE, 1969). Isto porque este sujeito do conhecimento, aliado à liberdade de ação, cria condições para a manifestação do Espírito do Mundo (Deus Histórico ou Razão Histórica). Neste sentido, ele tenderá - de forma idealista e ideológica - a organizar e fundamentar a realidade da melhor forma possível, assegurando a plena realização do estado burguês ou da livre iniciativa.

É necessário perceber que aqui – como todo o trabalho vem e está mostrando - não há um discurso anticientífico. Pelo contrário, a ciência é produção humana, mas não é neutra e inquestionável – ela é dialética. A ciência como todas as produções humanas pode estar a serviço de uma classe, daqueles que detém o poder econômico. Portanto, torna-se necessário, mais uma vez, salientar que este conhecimento, produzido pelo conhecimento disciplinar, que é obtido pela lógica formal, deve – sem dúvida nenhuma – ser contextualizado através da lógica dialética que apontará as contradições nele implícitas.

A NÃO SUPERAÇÃO DO MODO DE PRODUÇÃO CAPITALISTA

O terceiro elemento que irá caracterizar a vertente conservadora e instrumental da educação ambiental versa sobre a não superação do processo de produção capitalista. Numa leitura da Temática Ambiental dos PCNs, pode-se dizer que ela apresenta grandes contradições internas. Há a constatação que se vive uma crise ambiental, produto de um modelo de civilização que se impôs. Aqui, nota-se que a referência

que os PCNs fazem ao capitalismo é idealista, como fosse o produto metafísico de uma história que os homens não a controlam (razão histórica):

Nos últimos séculos, um modelo de civilização se impôs, trazendo a industrialização, com sua forma de produção e organização do trabalho, além da mecanização da agricultura, que inclui o uso intenso de agrotóxicos, e a urbanização, com um processo de concentração populacional nas cidades (BRASIL, 2001, p.19).

Em outra passagem o documento culpa o modelo de desenvolvimento econômico que propicia a concentração de renda, o que não vai impedir o crescimento da miséria e da fome:

E a riqueza, gerada num modelo econômico que propicia a concentração de renda, não impede o crescimento da miséria e da fome. Algumas das consequências indesejáveis desse tipo de ação humana são, por exemplo, o esgotamento do solo, a contaminação da água e a crescente violência nos centros urbanos (BRASIL, 2001, p.20).

Em outro ponto - contradizendo-se internamente - ele afirma que:

A fome, a miséria, a injustiça social, a violência e a baixa qualidade de vida de grande parte da população brasileira são fatores que estão fortemente relacionados ao modelo de desenvolvimento e suas implicações socioambientais (BRASIL, 2001, p.25).

Mas quando, a *Temática Ambiental* dos PCNs, em sua página (38), trata da definição e da construção de uma sociedade sustentável^[4] vai em direção à ênfase na técnica implícita no conceito de desenvolvimento sustentável^[5] elaborado pela equipe da primeira ministra da Noruega, Grø-Brundtland, a pedido das Organizações das Nações Unidas (ONU), que carrega sérias contradições:

Nas propostas apresentadas pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), emprega-se o termo “desenvolvimento sustentável” significando “melhorar a qualidade da vida humana dentro dos limites da capacidade suporte dos ecossistemas. Isso implica, entre outros requisitos, o uso sustentável dos recursos renováveis – ou seja, de forma qualitativamente adequada e em quantidade compatíveis com sua capacidade de renovação (BRASIL, 2001, p.38-39). O Pnuma, com o apoio da ONU e de diversas organizações não-governamentais, propôs, em 1991, princípios, ações e estratégias para a construção de uma sociedade sustentável. Na formulação dessa proposta emprega-se a palavra “sustentável” em diversas expressões: desenvolvimento sustentável, economia sustentável, sociedade sustentável e uso sustentável. Parte-se do princípio que “se uma atividade é sustentável, para todos os fins práticos ela pode continuar indefinidamente. Contudo, não pode haver garantia de sustentabilidade à longo prazo porque muitos fatores são desconhecidos ou imprevisíveis”. Diante disso, propõe-se que as ações humanas ocorram dentro das técnicas e princípios conhecidos de conservação, estudando seus efeitos para que se aprenda rapidamente com os erros. Esse processo exige monitorização das decisões, avaliação e redirecionamento da ação. E muito estudo. Portanto, traz implicações para o trabalho dos professores e responsabilidades para a escola como uma das instâncias da sociedade que pode contribuir para o mesmo processo (BRASIL, 2001, p. 39).

⁴Aqui ele mostra que existe uma ambigüidade para muitos estudiosos entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental, mas mesmo assim aponta que o Relatório Brundtland (Nosso Futuro Comum) é o caminho para a conciliação entre cultura e natureza.

⁵Este conceito carrega a contradição ou ambigüidade entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental.

Note-se que na citação acima o sistema de produção capitalista não é culpado, não há nenhuma orientação para a superação do mesmo e a técnica, bem como o discurso do competente, são sobrevalorizados. Mais ainda, a *Temática Ambiental* dos PCNs continua salientando, de acordo com o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), o que seria ou poderia ser uma sociedade sustentável no interior do capitalismo. Para tanto, ele lança mão de nove princípios - já citados - mas que foram retomados:

- 1) Respeitar e cuidar da comunidade dos seres vivos;
- 2) Melhorar a qualidade da vida humana;
- 3) Conservar a vitalidade e a diversidade do Planeta Terra;
- 4) Minimizar o esgotamento de recursos não-renováveis;
- 5) Permanecer nos limites de capacidade de suporte do Planeta;
- 6) Modificar atitudes e práticas pessoais;
- 7) permitir que as comunidades cuidem de seu próprio ambiente;
- 8) gerar uma estrutura nacional para a integração de desenvolvimento e conservação;
- 9) Constituir uma aliança global (BRASIL, 2001, p.40-41).

Mas, mais uma vez, neste Relatório ou nos PCNs não se aventa ou não é colocada a questão da tão necessária superação do sistema de produção capitalista. Ou seja, não são buscadas alternativas a este sistema, que é o principal responsável pela crise ambiental. Como Chainça (2012) afirmou: “a consciência nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) não ultrapassa o nível da emancipação política” (p.58).

Pode-se dizer que a temática ambiental e a finalidade do processo educativo implícita neste documento não têm a intenção de emancipar o ser humano, apenas provocar, quando consegue, um adestramento ao processo de produção capitalista. O que se faz é revestir este sistema de um capitalismo verde. Fala-se muito em conscientização, mas esta permanece apenas no nível da abstração porque não ataca as reais causas da degradação ambiental – o capitalismo e suas formas de apropriação da riqueza. Além disso, o discurso do competente que é o porta-voz da técnica é muito valorizado nos PCNs e no Relatório Brundtland. Ela, nestes documentos, é enfatizada, como se ela fosse capaz de mudar o cenário catastrófico que as futuras gerações vão enfrentar. Portanto, promove-se uma assepsia nas relações políticas e econômicas que são as bases de sustentação do capitalismo. O que se faz, portanto, neste documento, é maquiagem e revestir este modo de produção em um capitalismo verde.

Segundo Herculano (2001), os apologistas do desenvolvimento sustentável entendem sua proposta como sendo crescimento capitalista. W. Reilly, na época presidente da EPA (Agência de Proteção Ambiental) dos EUA, em um artigo intitulado “O Capitalismo Verde: os benefícios ambientais do crescimento estável”, fala-nos de quanto o crescimento econômico traz benefícios ao meio ambiente e de como a expansão econômica se harmoniza com a proteção ambiental. Para Fortes *apud* Herculano (2001), ex-Coordenador Executivo do Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil, este significa uma nova ordem econômica mundial e uma revolução ambiental, envolvendo a integração de critérios econômicos à prática ecológica, alcançada pela aceleração do desenvolvimento, uma vez que, o que polui – como em outras passagens deste texto já fez referência – é a miséria. Neste sentido, para o Relatório Brundtland as causas da deterioração ambiental são identificadas em três grupos:

- ✓ No uso de tecnologias poluidoras;
- ✓ No aumento demográfico;
- ✓ Na intensificação e expansão da miséria

As soluções de desenvolvimento sustentável propostas pelo Relatório Brundtland são:

- ✓ Reorientação tecnológica e institucionalização de meios de fiscalização internacionais
- ✓ Controle populacional para o Terceiro Mundo
- ✓ Políticas de Ajustes e de ajuda financeira dos países ricos e pobres

Neste sentido - aqui nestas propostas - é que o discurso do competente aparece de forma salientada e aliada ideologicamente ao capitalismo. Neste documento, há de forma fascista a culpabilidade dos países pobres pela situação ambiental e não o Primeiro Mundo pelos dejetos tóxicos ou, então, as empresas internacionais que, muitas vezes aliadas com as elites econômicas destes mesmos países, através de condições facilitadas (legislações fracas ou incipientes), vêm a estes países somente e apenas para a realização da mais valia, não se importando com os aspectos sociais e ambientais de tal empreendimento. Ironicamente Herculano (2001) define muito bem o que o capitalismo verde que vem no bojo do conceito de Desenvolvimento Sustentável proposto por este Relatório:

Tais propostas permitem inferir qual é concepção de desenvolvimento sustentável subjacente: é a do eco-capitalismo, que se traduz na confiança do avanço tecnológico capaz de produzir uma industrialização limpa e controlar a fecundidade das mulheres do Terceiro Mundo. A causa primordial da deterioração ambiental é tida como sendo a pobreza, muito mais que os dejetos tóxicos do Primeiro Mundo (HERCULANO, 2001, p.26).

Indo nesta direção, CHADDAD (2015) faz uma crítica a este sentido de desenvolvimento sustentável, que se pretende realizar sem excluir a lógica de um sistema, o capitalismo, que se faz extremamente lapidador do homem e da natureza.

Hoje muito se fala em desenvolvimento sustentável. Ou seja, produzir respeitando a capacidade de suporte e renovação de recursos pela Terra. Mas será possível este tipo de desenvolvimento? Será que este tipo de desenvolvimento pode ser uma realidade? Segundo CHADDAD (2015):

Levando-se em conta o nosso sistema de produção, o capitalista, para ele esta seria uma empreitada impossível. O capitalismo vive do lucro, da realização da mais valia. Sem a alta taxa de lucro não seria possível ele sobreviver. E como ele consegue obter esta taxa de lucro? A resposta está no consumo. Através da propaganda maciça da mídia que cria contínuas necessidades nas pessoas, fazendo-as se compararem com a mercadoria, o capitalismo se mantém e, através da descoberta de novas tecnologias, ele se renova constantemente. Para manter este ciclo produtivo ele consome muitos hectares de terra e água e uma infinidade de matérias primas, que é mais conhecida como pegada ecológica. A pegada ecológica que a Terra consegue manter-se gira em torno de 1,7. Hoje, o mundo está sinalizando uma pegada ecológica de 2,1. Ou seja, muito maior do que a capacidade de suporte do planeta Terra. Um dado importante que, a primeira vista, impressiona muito é a pegada ecológica dos EUA que gira em torno de 9,5. Ou seja, se todos os países do mundo atingissem o mesmo desenvolvimento econômico e industrial dos EUA necessitaríamos de 5 planetas Terra. Um absurdo! [...] Aonde, então, reside a possibilidade do desenvolvimento sustentável? Dentro do sistema capitalista é impossível de ser atingido o desenvolvimento sustentável, uma economia solidária com a vida, e, mais que isto, não há matéria prima para todos. Por isso, acredito que os países emergentes ou em desenvolvimento nunca irão atingir o desenvolvimento sustentável no interior do processo capitalista. Seria necessário um sistema mais solidário com a vida, um sistema que não visse o lucro constante como seu principal objetivo, um sistema que olhasse para as pessoas e a natureza não como objetos, mas como entidades de singular importância para a vida na Terra.

Hoje, como produto do sistema capitalista, tem-se uma variada gama de situações problemas que se não forem remediadas a tempo, tendem a acelerar o momento caótico em que está atravessando, como, por exemplo, crimes de toda natureza, pobreza/miséria generalizadas, guerras, mortes, perda maciça da biodiversidade (conjunto de plantas e animais que habitam determinadas regiões do globo), perda de solo, assoreamento de cursos e reservatórios de água, aquecimento do planeta, que irá ainda mais acirrar esta situação caótica, destruição da camada de ozônio, chuva ácida, e assim por diante. Em vista disso, uma pergunta e uma resposta se fazem necessárias: como se desenvolver industrialmente sem destruir o meio ambiente, como quer o Relatório Brundtland? Este é o grande entrave do desenvolvimento sustentável: como produzir e resguardar a qualidade de vida para a atual geração e os recursos do planeta Terra para as futuras gerações (homem e natureza). Se for ao interior do capitalismo não acredito que isto seja conseguido (CHADDAD, 2015, p.1).

Procurei chamar a atenção para a impossibilidade que há para ser atingida a sustentabilidade no interior do capitalismo. Este modo de produção vive do lucro e, para isso, precisa de todas as formas que se criem novos produtos para que possam ser vendidos, senão o sistema entra em crise. Ou seja, os capitalistas precisam que haja grandes contingentes de consumidores para seus produtos, que são feitos ou fabricados tendo como base os recursos naturais que são explorados continuamente. Desta forma, a sustentabilidade no interior do modo de produção capitalista é apenas uma abstração, pois nunca será conseguida.

Assim, Herculano (2001) salienta que, além da injustiça cega que é não mencionar com a mesma insistência a degradação ambiental trazida pelo crescimento exponencial e o consumismo do Primeiro Mundo, o Relatório não aventa a hipótese de que a pobreza e a deterioração ambiental sejam efeitos indesejáveis de um modelo de crescimento que busca incremento de capital e não atender às necessidades humanas.

Pobreza e degradação ambiental, desta forma, não são percebidas pelo Relatório, enquanto características inerentes à lógica perversa de um sistema de produção concentrador, mas como percalços inesperados e perversos, passíveis de serem controlados por mecanismos técnico-burocráticos: ou seja, para a ortodoxia de esquerda do terceiro mundo, o termo desenvolvimento sustentável tornou-se uma ideologia, uma falsificação, quando passa a propor como solução para a crise ambiental a expansão do sistema de mercado. Terminando, portanto, esta crítica de como foram apropriados pelo discurso dominante os processos ecológicos, que até agora garantiram a vida do ser humano e dos demais seres vivos que habitam este Planeta, Herculano (2001) afirma:

Os ambientalistas se queixam que a noção de desenvolvimento sustentável, que é deles, vem sendo perversamente invertida e reinterpretada como uma estratégia de expansão do mercado e do lucro, quando, na verdade, significa originariamente mudanças-chaves na estrutura de produção e consumo, nova ética do comportamento humano e recuperação do primado dos interesses sociais e coletivos (HERCULANO, 2001, p. 27).

CONSIDERAÇÕES FINAIS: A FORMAÇÃO AMBIENTAL NOS PCNS

E como pode ser definida a educação ambiental que vem sendo proposta na Temática Ambiental dos PCNs? Para se buscar uma definição mais complexa torna-se necessário recorrer a determinadas passagens. No ponto de vista deste trabalho, uma passagem é essencial. Nesta se afirma a necessidade da edificação de uma nova postura dos educandos diante da realidade:

A Educação Ambiental está longe de ser uma atividade tranquilamente aceita e desenvolvida, porque ela implica mudanças profundas e nada inócuas. Ao contrário, quando bem realizada, a Educação

Ambiental leva a mudanças de comportamento pessoal e a atitudes e valores de cidadania que podem ter fortes consequências sociais (BRASIL, 2001, p.27).

Aqui irá aparecer a importância da educação ambiental no sentido de correção dos problemas ambientais. Em primeiro lugar, torna-se necessário salientar que a fundamentação de uma educação ambiental que solucione os problemas ambientais no interior do sistema capitalista, nada mais é que uma postura reformista do próprio capitalismo, como foi a edificação do Estado de Bem-Estar-Social no pós Segunda Guerra Mundial na América do Norte e no continente Europeu. A ênfase em uma sociedade que não dominasse a natureza para explorá-la - inscrita na lógica de Bacon (1999) - mas que dominasse a relação entre o homem e a natureza, em função da procura de sua conservação e de sua preservação, conforme afirma Benjamin *apud* Löwy (2005), passa pela emancipação do homem que, segundo Lessa e Tonet (2011), só poderá ocorrer com o fim ou superação do sistema de produção capitalista.

Neste sentido, muitos autores defendem que não deva haver uma educação ambiental. Pelo contrário. Deve haver um currículo que cumpra sua finalidade, que é a socialização dos conhecimentos mais desenvolvidos na sociedade, pois qualquer tentativa de realizar uma educação para o meio ambiente, para a paz, para o empreendedorismo irá caracterizar-se por ser uma reformulação do próprio capital - que promove todas as situações críticas que passamos a vivenciar todos os dias. Ainda, este documento afirma que uma Educação Ambiental: “quando bem realizada, leva a mudanças de comportamento, de atitudes e de valores”. Mais uma vez, é necessário salientar que estas mudanças estão de acordo com a lógica do capital, pois aqui, nos PCNs, não se busca realizar a superação do mesmo. Aqui é imputada ideologicamente a responsabilidade sobre os indivíduos ao invés de se pensar na estrutura que determina o que eles são e como eles agem em sociedade. Repete-se, portanto, a harmonia atômica e social de Locke *apud* Capra (1999), como se resgata o sujeito do conhecimento hegeliano (MARCUSE, 1969), que trabalha para forjar a liberdade de ação para que o Espírito do Mundo (razão histórica) se manifeste totalmente através do Estado Burguês ou da Livre iniciativa.

Assim, pode-se concluir baseado nestas análises que a educação ambiental, como vem sendo proposta pela Temática Ambiental dos PCNs, em nenhum momento pode ser inscrita na vertente progressista ou emancipatória da educação ambiental. Pelo contrário, possui elementos que se inserem na corrente conservadora pós-moderna e na corrente conservadora instrumental da educação da educação ambiental, que foi o foco deste trabalho.

Como se viu, o termo meio ambiente, que representa a característica pós-moderna da educação ambiental nesta temática transversal, é tratado de forma sistêmica e quando se extrapola este conceito para a explicação do funcionamento da sociedade, que é parte deste meio, o conceito de solidariedade orgânica de Durkheim *apud* Horkheimer (1975) é retomado e, com ele, a naturalização da divisão de classes. Para ele, não há explorados e nem exploradores, apenas seres humanos, que através da divisão do trabalho, contribuem para a máxima realização das potencialidades sociais. Por outro lado, com relação à técnica, que caracteriza a vertente conservadora instrumental da educação ambiental, pode-se dizer que ela está presente na Temática Ambiental dos PCNs. Percebe-se muito claramente a idéia de que os educandos, apropriando-se das terminologias ambientais, poderão agir de forma consciente em sua localidade. Aqui vai aparecer a ênfase no Cogito, nas Categorias de Entendimento e na Razão Histórica. Em primeiro lugar, a técnica para a temática Ambiental dos PCNs não se relaciona com o processo histórico. Pelo contrário, o sujeito do *Cogito* Cartesiano e das *Categorias de Entendimento* de Kant rompe com o passado e futuro e se eterniza como Aletheia (verdade em grego). Portanto, as soluções para os problemas ambientais estão na técnica e não na superação do processo capitalista.

Ao se pensar em Hegel *apud* Marcuse (1969) e no sujeito do conhecimento hegeliano, pode-se inferir que, mesmo inconsciente, ele irá proporcionar a liberdade para que haja a manifestação máxima deste

espírito do mundo (razão histórica). Para Hegel *apud* Arantes (1999), todos os estágios históricos, pelos quais passaram a humanidade, foram a manifestação do Espírito sobre os homens (sujeito do conhecimento), a fim de se atingir o estado burguês ou da livre iniciativa, onde não há forças ou leis que ajam sobre ele, apenas as leis do funcionamento do mercado. Ao se posicionar desta maneira, perante o Estado Burguês Liberal, Hegel *apud* Arantes (1999) não deixa de apresentar características pós-modernas em sua filosofia, pois ao não fazer a crítica ao capitalismo e defender a liberdade dos indivíduos como estruturadores da realidade, tencionando atingir o equilíbrio social através da instalação do estado burguês, que seria a manifestação do Espírito, este pensamento vai ao encontro da teoria de Hayek *apud* Butler (1983) e da física social de Locke *apud* Capra (1999). Ou seja, o sujeito individual e/ou coletivo deve agir localmente para produzir efeitos totais - este é o mote pós-moderno. E o que isto quer dizer?

Que sua ação ou suas ações sem a crítica radical do sistema capitalista, no sentido de ir à raiz do mesmo, conforme afirmou Lessa e Tonet (2011), serão ações revisionistas que, no máximo, apenas reafirmarão o sistema capitalista com todas as suas contradições ambientais e sociais. Por fim, a questão da não superação do sistema capitalista transparece no conceito de desenvolvimento sustentável presente na *Temática Ambiental* destes documentos. Apesar de até certo ponto culpar o capitalismo pela crise ambiental (homem e natureza), não faz menção a superação deste sistema. Pelo contrário, quando reafirma o conceito de desenvolvimento sustentável, proposto pelo Relatório Brundtland (ONU, 1992), reata com o sistema de produção capitalista, com as suas formas de apropriação de riqueza e de expropriação do homem e da natureza. Note-se, aqui, que a tecnologia e o desenvolvimento sustentável andam juntos, rompendo com a história (passado e futuro) e com as relações de produção que são construídas historicamente.

REFERÊNCIAS

ARANTES, PE. **Hegel**: vida e obra. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

ADORNO, TW; HORKHEIMER, M. **O conceito de iluminismo**. São Paulo: Nova Cultural, 1999. (Os Pensadores).

BACON, F. **Novum Organum**. São Paulo: Abril Cultural, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais** -3. ed. Brasília: Secretaria da Educação Fundamental, 2001. (v.1)

BRASIL. Ministério da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Meio Ambiente e Saúde. 3.ed. Brasília: Secretaria da Educação Fundamental, 2001.

BUTLER, E. **A contribuição de Hayek às ideias políticas e econômicas de nosso tempo**. Rio de Janeiro: Editorial Nórdica, 1987.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**: a ciência, a sociedade e a cultura emergente. São Paulo: Cultrix, 1999.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 2007.

CHADDAD, FR. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1742> Acesso em: 30 de junho de 2019.

CHAINÇA, E. **Análise do conceito de conscientização nos parâmetros curriculares nacionais a partir da relação homem/sociedade/natureza.** (Dissertação) - Mestrado. Araraquara, 2012.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (ONU). **Nosso futuro comum.** 2ed. Rio de Janeiro: Faculdade Getúlio Vargas, 1992.

DESCARTES, R. **Discurso do método.** São Paulo: Martin Claret, 2000.

DESCARTES, R. **Meditações metafísicas.** São Paulo: Abril Cultural, 2001.

HERCULANO, S. Do desenvolvimento (in) suportável à sociedade feliz. In: Goldemberg, M. **Ecologia, ciência e política.** Rio de Janeiro: Editora Revan, 2001.

HORKHEIMER, M. **Teoria tradicional e teoria crítica.** In: Loparié, Z (seleção de textos). São Paulo: Abril Cultural, 1975. (Os Pensadores).

KANT, I. **Critica da razão pura.** São Paulo: Nova Cultural, 1999.

LESSA, S; TONET, I. **Introdução à filosofia de Marx.** São Paulo: Expressão popular, 2011.

LÖWY, M. **Ecologia e socialismo.** São Paulo: Cortez, 2005.

LÖWY, M. **As aventuras de Karl Marx contra o barão de Münchhausen.** São Paulo: Cortez, 2003.

MARCUSE, H. **Razão e revolução.** Rio de Janeiro: Editora Saga, 1969.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE KEFIR COLETADO EM DIFERENTES DOMICÍLIOS FRENTE À CEPAS DE *ESCHERICHIA COLI* NEWP 0022

Josyanne de Melo Alves*, Higor Rafael de Oliveira Lucindo*, Christiane Oliveira Jordão**, Cátia Rezende***

*Egressos do curso de Biomedicina pelo Centro Universitário de Votuporanga-Unifev.

**Doutora em Ciências Farmacêuticas, docente do Centro Universitário de Votuporanga – Unifev.

***Mestre em Biotecnologia, docente do Centro Universitário de Votuporanga – Unifev.

*Autor para correspondência e-mail: sw_888jp@hotmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Atividade probiótica
Atividade antibacteriana
Kefir

KEYWORDS

Probiotic activity
Antibacterial activity
Kefir

RESUMO

Os probióticos são microrganismos vivos caracterizados como alimento funcional que desempenham papel fundamental na promoção a saúde. O kefir é muito utilizado na atualidade, é considerada uma bebida láctea fermentada elaborada a partir dos grãos de kefir. Estudos destacam atividade deste probiótico no tratamento de doenças intestinais; propriedade antimicrobiana também é relatada através dos efeitos dos *Lactobacillus* do kefir frente a *E. coli*. O objetivo do presente trabalho foi realizar a caracterização físico-química e avaliar a atividade antimicrobiana de kefir frente a cepas de *Escherichia coli* NEWP 0022. Foram coletadas duas amostras de kefir de diferentes domicílios, e analisados durante seis dias verificando sua ação. Utilizando a metodologia de Dornic (teste de acidez titulável) e o teor de glicídios redutores em lactose; e avaliação antimicrobiana pelo método de difusão em poços. O kefir “A” e “B” apresentaram aumento gradual de ácido láctico e diminuição de lactose pós análises. Quando avaliado sua atividade antibacteriana notou-se que o kefir não apresentou ação inibitória a cepas de *E. coli* NEWP 0022.

ABSTRACT

PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF KEFIR COLLECTED IN DIFFERENT HOUSES AGAINST CEPAS OF *ESCHERICHIA COLI* NEWP 0022
Probiotics are living microorganisms characterized as functional food that play a key role in promoting health. Kefir is widely used today, it is considered a fermented dairy drink made from kefir grains. Studies highlight the activity of this probiotic in the treatment of intestinal diseases; antimicrobial property is also reported through the effects of kefir *Lactobacillus* versus *E. coli*. The objective of the present work was to perform the physico-chemical characterization and to evaluate the antimicrobial activity of kefir against strains of *Escherichia coli* NEWP 0022. Two samples of kefir were collected from different households and analyzed for six days to verify their action. Using the Dornic methodology (titratable acidity test) and the lactose reducing sugar content; and antimicrobial evaluation by the well diffusion method. The kefir “A” and “B” presented a gradual increase of lactic acid and lactose reduction after analysis. When evaluated its antibacterial activity it was observed that kefir did not present an inhibitory action to *E. coli* strains NEWP 0022.

Recebido em: 10/01/2019

Aprovação final em: 20/03/2019

DOI:10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i2.641

INTRODUÇÃO

Os probióticos são classificados como micro-organismos vivos, que quando ingeridos em determinada quantidade exercem um efeito benéfico para o organismo. Estes podem ser agregados à dieta a fim de promover o desenvolvimento de uma microbiota bacteriana intestinal sadia. Podem ser também descritos como: bioterapêuticos, bioprotetores e bioprolifáticos (REIG, 2002).

O primeiro estudo científico sobre probióticos foi proposto no Instituto Pasteur, com o trabalho de Metchnikoff, postulou que estes exerciam benefícios ao hospedeiro, pois antagonizavam as bactérias perniciosas no intestino (FULLER, 1991).

Probiótico é caracterizado como um alimento funcional, portanto tem papel fundamental na promoção da saúde e não para cura de doenças, sendo inoculados em alimentos de uso cotidiano. Tem efeito na modulação da microbiota intestinal na melhora na barreira da mucosa intestinal e modulação do sistema imunológico, fatos que estimulam cada vez mais a procura por estes alimentos (WENDLING; WESCHENFELDER, 2013; SOUZA et al., 2010).

São alimentos utilizados como adjuvantes do tratamento de doenças, comprovados em estudos científicos eficácia no tratamento de doenças intestinais, como as diarreias induzidas por rotavírus, diarreias por uso de antibióticos, doença intestinal inflamatória e colite; ainda inibem o crescimento de bactérias patogênicas por sua capacidade de produzir substâncias como o ácido láctico e o acético, o peróxido de hidrogênio e o diacetil (BALLUS et al., 2010; PROTIC et al., 2005; RAIZEL et al., 2011).

Os seus efeitos anticarcinogênicos podem estar relacionados à inibição de enzimas pró-carcinogênicas ou por sua capacidade em estimular o sistema imunológico; outro efeito relatado é sobre a redução da atividade ulcerativa quando se faz uso de probióticos (GOLDIN; GORBACH, 2008; SAAD, 2006).

Os principais gêneros representantes dos probióticos pela promoção da saúde são *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* (RAIZEL et al., 2011). As Bifidobactérias são caracterizadas como micro-organismos gram-positivos, não formadores de esporos, desprovidos de flagelos, catalase negativos e anaeróbicos; esses micro-organismos quando de origem humana são capazes de utilizar a glicose, galactose, lactose e a frutose como fontes de carbono. Já os *Lactobacillus* são micro-organismos geralmente gram-positivos, incapazes de formar esporos, desprovidos de flagelos, com forma bacilar ou cocobacilar, aerotolerantes ou anaeróbios. Além das bactérias existem leveduras probióticas; as vantagens em se usar leveduras estão relacionadas à sua ação termotolerante, não patogênica e pelo fato de serem liofilizadas (STEFE et al., 2008).

Um probiótico muito usado na atualidade é o kefir, considerado uma bebida láctea fermentada, elaborada através de seus grãos. Seu aspecto viscoso, efervescente e espumoso é evidente, apresentam um sabor acidificado e ligeiramente alcoólico por consequência dos processos fermentativos envolvidos e seus produtos finais (WESCHENFELDER, 2009 *apud* WITTHUHN et al., 2004).

Tem origem das montanhas do Cáucaso, do Tibet e da Mongólia, onde há muitos anos atrás realizava-se a estocagem de leite de cabra ou de ovelha em odres de barro, neste leite era acrescentado fragmentos de estômago de carneiro ou veado, e com a agitação do conteúdo em tempos determinados era observado a sua coagulação, esse processo era repetido sem a limpeza dos odres, formava-se uma crosta de micro-organismos vivos que conseguiam se adaptar aquelas condições. Sabe-se que sua composição é variável e influenciável pelas diferenças entre regiões geográficas, tempo de utilização, substrato utilizado e a técnica de manipulação (WESCHENFELDER, 2009 *apud* SILVA, 1978; LIU et al., 1983; KOROLEVA et al., 1984; SOUZA et al., 1984; WITTHUHN et al., 2004; WSZOLEK et al., 2001).

Os micro-organismos presentes apresentam relação simbiótica, sendo estes, bactérias ácido lácticas, ácido acéticas e leveduras envolvidas por uma matriz de polissacarídeos chamada de kefiran. Dentre a complexidade de micro-organismos que podem ser encontrados nos grãos de kefir o gênero *Lactobacillus* representa uma grande proporção (WOUTERS et al., 2002; PINTADO et al., 1996; HERTZLER et al.,

2003; OTLES; CAGINDINI, 2003). Os micro-organismos que podem ser encontrados nos grãos de kefir estão listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição da microbiota encontrada nos grãos de kefir.

Bactérias	Leveduras
<i>Lactobacilli</i>	<i>Klyveromyces species</i>
<i>Lactobacillus kefir</i>	<i>Klyveromyces marxianus</i>
<i>Lactobacillus kefirano faciens</i>	<i>Klyveromyces lactis</i>
<i>Lactobacillus kefir granum</i>	<i>Saccharomyces species</i>
<i>Lactobacillus parakefir</i>	<i>Saccharomyces cerevesiae</i>
<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Saccharomyces unisporus</i>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Saccharomyces exiguus</i>
<i>Lactobacillus paraplantarum</i>	<i>Saccharomyces turicensis</i>
<i>Lactobacillus gasserii</i>	<i>Saccharomyces del brueckii</i>
<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>Torulas poraspecie</i>
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Torulas poradel brus</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>Torulas poradel brueckii</i>
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>Candida species</i>
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Candida pseudo tropicalis</i>
<i>Lactobacillus paracasei</i>	<i>Candida tenuis</i>
<i>Lactobacillus fructivorans</i>	<i>Candida inconspicua</i>
<i>Lactobacillus hilgardii</i>	<i>Candida maris</i>
<i>Lactobacillus fermentum</i>	<i>Candida lambica</i>
<i>Lactobacillus viridescens</i>	<i>Candida tannotelerans</i>
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Candida valida 6</i>
<i>Lactococci</i>	<i>Candida kefir</i>
<i>Lactococcus lactis sub sp. Lactis</i>	<i>Candida holmii</i>
<i>Lactococcus lactis sub sp. Cremoris</i>	<i>Other yeast</i>
<i>Streptococci</i>	<i>Pichia fermentans</i>
<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Zygo saccharomyces rouxii</i>
<i>Enterococci</i>	<i>Debaryomyces hansenni</i>
<i>Enterococcus durans</i>	<i>Bretannomyces anomalus</i>
<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Issachenkia occidentalis</i>
<i>Leuconostocs</i>	
<i>Leuconostocmes enteroides</i>	
<i>Leuconostocmes enteroidessub sp. cremoris</i>	
<i>Aceticacid bacteria</i>	
<i>Acetobacte raceti</i>	
<i>Acetobacter pasteurianus</i>	
<i>Other bacteria</i>	
<i>Bacillus subtilis</i>	
<i>Micrococcus sp.</i>	

Fonte: WESCHENFELDER, 2009.

Além da composição microbiana do kefir, componentes nutricionais também se fazem presentes, considerado um produto rico em vitaminas B1, B12, cálcio, aminoácidos essenciais e vitamina K (OTLES; CAGINDINI, 2003). Poucos são os estudos que relatam suas características físico-químicas, entretanto, estas estão relacionadas às técnicas de manipulação dos grãos de kefir e o tipo de leite utilizado, envolvendo também aspectos como o tempo, temperatura de incubação e maturação, as leveduras constituintes são também importantes para o desenvolvimento das características físico-químicas (WESCHENFELDER, 2009; FARNWORTH, 2005).

Na análise físico-química do kefir é possível observar uma umidade a 87%, pH variando entre 4,2 e 4,5, lactose entre 2,6 a 3,75% e álcoois entre 0,23 e 1,0%, apresentando também acidez em graus "Dornic" com valores próximos a 80 e ácido láctico em 0,7%; a análise físico-química também fornece valores de outros compostos, sendo estes as proteínas totais, sacarose, gordura, matérias albuminóides, acidez volátil, caseína, albumina, gás carbônico, minerais, diacetil e acetaldeído (WESCHENFELDER, 2009 *apud* SOUZA et al., 1984).

A caracterização físico-química do kefir permite avaliar as diferenças dos produtos finais obtidos e seus teores, estes podem ser similares quando utilizado diferentes produtos como substrato, isso também foi relatado por BORGES & COSTA (2015) em seu estudo em que avaliou acidez dos graus Dornic (D°); proteínas totais; sacarose; gordura; pH; lactose em kefir produzido a partir de leite desnatado UHT o qual apresentou 0.30% de gordura; 3.54% proteína; 5,47% lactose; 37.80 ° densidade; 70° de Acidez Dornic e leite integral pasteurizado apresentando 0.22% de gordura; 3.25% de proteínas; 5.11% de lactose; 34.90° densidade; 15° de Acidez Dornic. Apesar da empregabilidade da mesma metodologia para ambas as situações obtiveram diferenças de resultados.

O ácido láctico é um produto final da fermentação da lactose presente no kefir, atua sobre ele como conservante natural e inibe o crescimento de bactérias patogênicas e/ou deteriorantes. A avaliação do seu teor apresentando aumento é indicativa de constante fermentação e como consequência tem-se à queda dos níveis de lactose através da fermentação realizada por bactérias produtoras de ácido láctico através da atividade da β -galactosidase, podendo assim ser consumido por pessoas intolerantes a lactose (SAVAIANO et al., 1984; MARTINI et al., 199; HERTZLER e CLANCY, 2003; TERRA, 2007; CARNEIRO et al., 2012).

A utilização do kefir tem um valor fundamental na prevenção de doenças, e na restauração da microbiota normal do organismo. Este probiótico tem atividade antimicrobiana contra bactérias gram-negativas e gram-positivas, sendo capazes de produzir bacteriocinas. Tal probiótico tem maior efeito bactericida em bactérias gram-positivas e maior efeito bacteriostático em gram-negativas (CARNEIRO, 2010 *apud* CZAMANSKI et al., 2004).

Esta propriedade antimicrobiana também é relatada através dos efeitos dos *Lactobacillus* do kefir frente a cepas de *E. coli*; *Listeria monocytogenes*; *Salmonella typhimurium*; *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*; *Candida spp*, entre outros (SANTOS et al., 2003; WESCHENFELDER, et al., 2008).

Escherichia coli é uma enterobactéria que colabora com a absorção de vitamina K e outras vitaminas no cólon do intestino grosso. É gram negativa, em forma de bastões, anaeróbia facultativa, oportunista, algumas cepas são móveis devido aos flagelos peritricosos e outras imóveis, podendo ou não possuir cápsula polissacarídica; são compostas por uma membrana celular fina de peptídeoglicanos. O lipopolissacarídeo estável ao calor (LPS) é o principal antígeno de sua parede, apresentando quatro antígenos: H, O, K e F. (ARYAL, 2016).

Dentre os diversos microrganismos classificados como de maior importância na saúde pública destaca-se a *Escherichia coli*, cujo habitat principal é o trato intestinal de animais de sangue quente (FRAZIER; WESTHOFF, 1993).

A espécie *E. coli* compreende 6 categorias patogênicas que causam infecção intestinal em humanos, estas são diferenciadas pela presença de fatores de virulência que as classificam em *E. coli* enteropatogênica

(EPEC), sendo a mais versátil entre as categorias diarreioogênicas, *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteroinvasora (EIEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) ou *E. coli* produtora da toxina de Shiga (STEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC) e *E. coli* aderente difusa (DAEC) (SOUZA et al., 2016).

E. coli também pode ocasionar infecção no trato urinário (ITU) pela capacidade desse microrganismo de invadi-lo dependendo de aspectos da história da infecção, dos fatores subjacentes do hospedeiro, do uso de agentes antimicrobianos e instrumentação do trato urinário (SATO et al., 2005).

E. coli assim como todas as enterobactérias são resistentes a vários antibióticos, como clindamicina, ácido fusídico, estreptograminas, glicopeptídeos, linezolida, macrolídeos, penicilina G, podendo também apresentar resistência intrínseca a outros antibióticos (TRABULSI; ALTERTHUN, 2015). A ampicilina (AMP) é uma opção de antibiótico para o tratamento de infecções causadas por espécies de bactérias gram-positivas e gram-negativas sendo esta última indicada para *E. coli*; este antibiótico é derivado das penicilinas com espectro de ação que provoca a morte de microrganismos sensíveis (MELO et al., 2012).

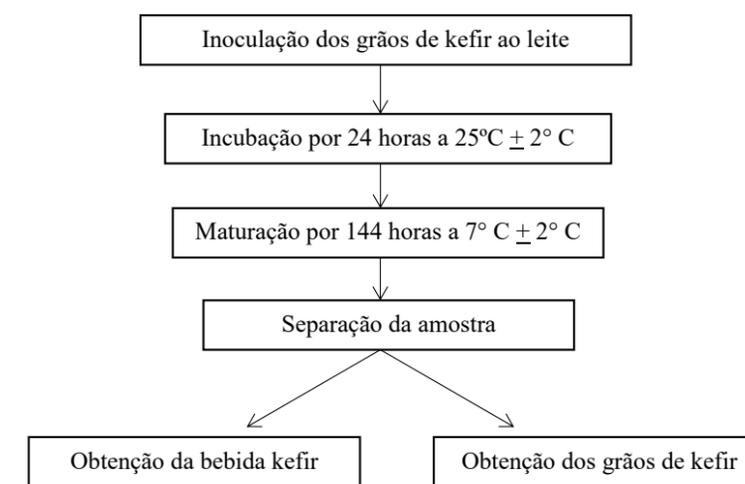
Dentro desse contexto o objetivo foi realizar a caracterização físico-química e avaliar a atividade antimicrobiana de kefir frente a cepas de *Escherichia coli* NEWP 0022.

METODOLOGIA

Para execução do trabalho foram utilizados dois kefir's provenientes de diferentes domicílios de Votuporanga, realizou-se então a separação dos grãos de kefir da bebida fermentada. Sendo posteriormente feitas determinações físico-químicas, de acidez Dornic; e determinação da concentração da lactose, e atividade antimicrobiana frente a cepas de *Escherichia coli* NEWP 0022.

Para obtenção do kefir e dos seus grãos foi utilizado à metodologia de WESCHENFELDER et al. (2008), feita através da inoculação dos grãos de kefir ao leite, por 24 horas a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, para a maturação foram aguardadas mais 144 horas a $7^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, feito em seguida a separação da amostra em kefir e grãos de kefir (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma do processo de manipulação do kefir.



ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

Na análise físico-química foi realizado o teste de acidez titulável, feito para detecção de ácido láctico e com essa acidez expressa em graus Dornic durante um período de seis dias consecutivos. Uma

substância alcalina (NaOH 11N), foi adicionada a uma bureta de 50 mL. Em seguida foi adicionado a um Erlenmeyer 10 mL de leite, 50 uL de fenolftaleína, misturou-se esta solução, podendo assim iniciar a técnica gotejamento até que a solução adquiriu a cor rósea. Cada 0,1 mL da solução de NaOH 11N gasto no teste corresponde a 1°D ou 0,1g de ácido láctico/L (ALMEIDA, 2011).

Para realização do método de Lane-Eynon foi necessário anteriormente realizar a padronização do reagente Fehling, o qual foi utilizados para os cálculos de % teor de lactose.

Após padronização do reagente Fehling foi realizada a determinação de % de teor de lactose no leite já incubado com kefir dia a dia por seis dias, foram pesados 10 mL do leite em balão volumétrico de 250 mL, adicionou 5 mL da solução de ferrocianeto de potássio a 15% e 5 mL da solução de acetato de zinco a 30%. Agitou e completou o volume com água destilada. Deixou em repouso até sedimentar filtrando e transferiu para uma bureta de 50 mL. Pipetou para Erlenmeyer, 5mL da solução de Fehling A, 5 mL da solução de Fehling B e 40 mL de água destilada. A mistura foi aquecida até chegar ao ponto de ebulição e tituló gotejando a solução da amostra contida na bureta, sem agitação, até o líquido sobrenadante ficar levemente azulado. Manteve a ebulição e adicionou 1 gota da solução azul de metileno a 1% no líquido e continuou a titulação gota a gota até a descoloração do indicador. Em seguida foi necessário realizar o seguinte cálculo do teor % de glicídios redutores em lactose:

$$100.250. \left(\frac{T}{2}\right).1,39/V. m$$

Onde: T= título da solução de Fehling; V= volume da amostra gasto na titulação em mL; m= massa da amostra em g; 1,39= fator de correção da glicose para lactose (SILVA, 2014).

ANÁLISE ANTIMICROBIANA

Primeiramente foi realizado controle de qualidade através da execução da técnica de esgotamento utilizando kefir em ágar MacConkey para avaliar presença ou ausência de crescimento de *Escherichia coli* nos kefir A e kefir B, ambos foram semeados em placas separadamente e posteriormente incubadas á 36°C e realizada análise após período de 24 e 48 horas.

Em seguida foi realizada a técnica proposta por GROVE e RANDALL (1995), a técnica consiste na utilização de camadas duplas do ágar na placa, estas denominadas como base representando a camada inferior na placa e camada seed representando a camada superior na placa.

Para realização da técnica foram confeccionadas duas placas para cada respectivo kefir. Sobre cada placa de petri estéril foi adicionado 20 ml do ágar Mueller Hinton (AMH) para formação da camada base, após o resfriamento e endurecimento do ágar partiu-se para preparação da camada seed. Para realização da camada seed foram utilizados 20 ml do ágar Mueller Hinton (AMH) e 2 ml de caldo de enriquecimento Brain Heart Infusion (BHI) com o inóculo de colônias de cepas padrão de *Escherichia coli* seguindo a escala 0,5 de Mc Farland. Para preparação do caldo com o inóculo foi adicionado em um tubo estéril 2 ml do caldo BHI e 1 ml em outro tubo estéril, foram adicionadas colônias de *Escherichia coli* NEWP 0022 cultivadas em laboratório no tubo contendo 2 ml do caldo, este foi agitado e comparado com a escala 1 de Mc Farland, posteriormente foi retirado 1 ml deste tubo e transferido para o segundo tubo que continha 1 ml de caldo para obtenção da escala 0,5 (GROVE; RANDALL, 1995; ALVES, 2008).

O caldo com o inóculo foi depositado juntamente aos 20 ml de ágar Mueller Hinton (AMH) sobre a camada base na placa e aguardou-se o resfriamento e endurecimento da mesma. Após a solidificação da camada seed, foram confeccionados poços com dispositivos esterilizados, cilíndricos e metálicos de diâmetro conhecido. Foram confeccionados 6 poços no ágar, cada um deles compondo uma diluição diferente do kefir. Para realização das diluições foi utilizado solução salina a 0.9% ao modo que o

primeiro poço utilizou uma diluição de 1:1 correspondendo apenas a 40 ul de kefir, e os posteriores poços compreendendo diluições de 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6; em cada poço foi adicionado 40 ul das respectivas diluições. Sobre o ágar também foi confeccionado um controle positivo através da inserção de Ampicilina (AMP 10) e um controle negativo (solução salina) e em seguida as placas foram incubadas á 36°C por 24 horas (GROVE; RANDALL, 1995; ALVES, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na aplicação da metodologia de Dornic para avaliar quantidade de ácido láctico presente em g/L e convertido para °D, observou-se similaridade entre os resultados obtidos durante os 6 dias consecutivos entre o kefir A e o Kefir B. Apesar de serem oriundos de diferentes domicílios. Ambos apresentaram 16 °D no primeiro dia de análise e com aumento progressivo, finalizando o sexto dia de análise apresentando 72° D para o kefir A e 75° D para o kefir (Tabela 2).

Na metodologia de Lane-Eynon com a análise de padronização do reagente Fehling demonstrou 0,07 m/m, sendo este o valor utilizado para metodologia proposta com. Os resultados pós-análise de % teor de lactose demonstraram diminuição do mesmo após análise de 6 dias consecutivos, ambos kefir obtiveram teor inicial de 5,04%, ambos apresentaram diminuição progressiva e com valores similares finalizando a análise do sexto dia com teor de 3,71% e 3,30% de lactose nos kefir A e kefir B respectivamente (Tabela 3).

Tabela 2 - Resultados obtidos pós-análise de ácido láctico presente no leite ao decorrer dos dias de incubação com kefir expressos em g/L e D.

	Kefir A	Kefir B
Dia 01	1,6 g/L – 16 °D	1,6 g/L – 16°D
Dia 02	2,2 g/L – 22 °D	2,1 g/L – 21°D
Dia 03	2,2 g/L – 22 °D	2,2 g/L – 22°D
Dia 04	2,7 g/L – 27 °D	2,3 g/L – 23°D
Dia 05	2,8 g/L – 28 °D	3,2 g/L – 32°D
Dia 06	7,2 g/L – 72 °D	7,5 g/L – 75°D

Tabela 3 - Demonstração de resultados obtidos pós-análise de % teor de lactose presente no leite ao passar dos dias de incubação com kefir's.

	Kefir A	Kefir B
Dia 01	5,04 %	5,04 %
Dia 02	4,18 %	4,33 %
Dia 03	4,18 %	4,10 %
Dia 04	3,90 %	4,03 %
Dia 05	3,80 %	3,65 %
Dia 06	3,71 %	3,30%

Fonte: dados da pesquisa.

WESCHENFELDER et al. (2008) ao realizar análise físico-química em 4 populações distintas de kefir avaliou acidez (°D) com 2 concentrações de grãos/leite (1:10/1:5) classificados como A e B respectivamente. A análise foi realizada após (24h – 25°C) e maturação (144h – 7°C) obtendo resultados entre 141,95

°D e 251,09 °D para as 4 populações com concentrações de 1:10 e resultados entre 184,02 e 266,98 °D para as 4 populações com concentrações 1:5. Também foi avaliado % teor de lactose presente nas populações seguindo a mesma aplicação de concentração, as 4 populações realizadas com concentração de 1:10 apresentaram valores entre 1,04% e 1,50% enquanto quando realizadas em concentrações de 1:5 apresentaram resultados de 0,93% e 1,30%.

Em estudo realizado por SOUZA et al. (1984) ao realizar a caracterização físico-química envolvendo a análise de acidez em graus Dornic (°D) e lactose obteve valores aproximados a 80°D e lactose entre 2,6 a 3,75% (WESCHENFELDER, 2009 *apud* SOUZA et al., 1984).

Foi realizada a demonstração gráfica do ácido láctico (g/L) e lactose (%) presente em ambos kefir onde é possível observar a elevação do ácido láctico a medida em que a concentração da lactose diminui seus níveis em decorrência da fermentação ocorrida no período de 6 dias (Gráficos 1 e 2).

Gráfico 1 - Demonstração gráfica comparativa da variação das concentrações de ácido láctico (g/L) e lactose (%) de kefir A com o decorrer dos dias.

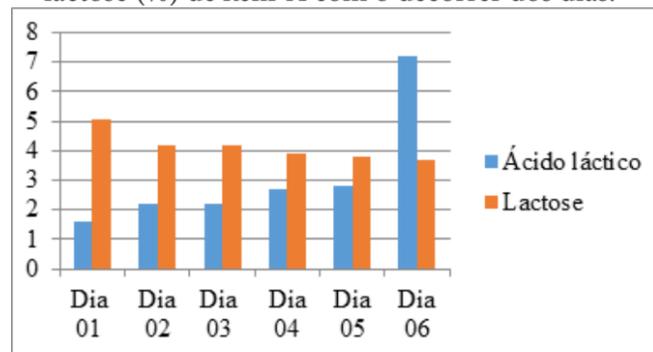
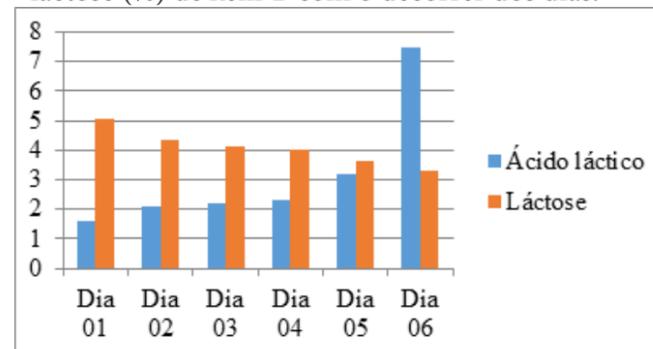


Gráfico 2 - Demonstração gráfica comparativa da variação das concentrações de ácido láctico (g/L) e lactose (%) de kefir B com o decorrer dos dias.



Fonte: dados da pesquisa.

Poucos estudos remetem a caracterização físico-química do kefir, entretanto ao que refere à elevação do ácido láctico após fermentação é deve-se da presença de aproximadamente 25% da lactose original no leite (FARNWORTH, 2005).

Segundo Rea et al., (1996) os diferentes microrganismos presentes nos grãos de kefir apresentam-se ativos em fases distintas da fermentação. Espécies de *Lactococcus* são descritos como primeiros a se

desenvolver resultando em aumento da acidez durante as primeiras horas de fermentação. A acidez mais alta propicia condições para o crescimento de *Lactobacillus*. Essa distinção de microrganismos predominantes em determinado período reflete os diferentes teores de acidez.

ANÁLISE ANTIMICROBIANA

O controle de qualidade realizado para avaliar a presença ou ausência de crescimento de *Escherichia coli* foi observado após as 24 e 48 horas de período de incubação tornando evidente a ausência de *Escherichia coli* em ambas placas semeadas com kefir.

Após 24 horas de incubação das placas preparadas com a técnica de difusão em poços foi observado o aparecimento de halo inibitório de 3 mm ao redor do poço contendo a diluição 1:1 da placa preparada com o kefir B enquanto os demais poços apresentaram ausência do aparecimento de halo de inibição (figura 5). Na placa preparada com o kefir A foi observado o aparecimento de halo inibitório de 1 mm ao redor do poço contendo a diluição de 1:1 e ausência de aparecimento de halo de inibição nos demais poços (figura 4). Em ambas as placas observou a ausência de modificação após tempo de 48 horas de incubação. O antibiótico ampicilina (AMP 10) utilizado como controle positivo houve aparecimento de halo de inibição de 8 mm em ambas as placas (Figuras 2 e 3).

Figura 2 - Difusão em poços com “kefir A” após 24 horas de incubação.

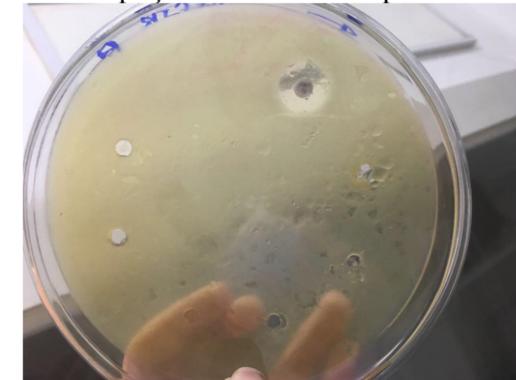
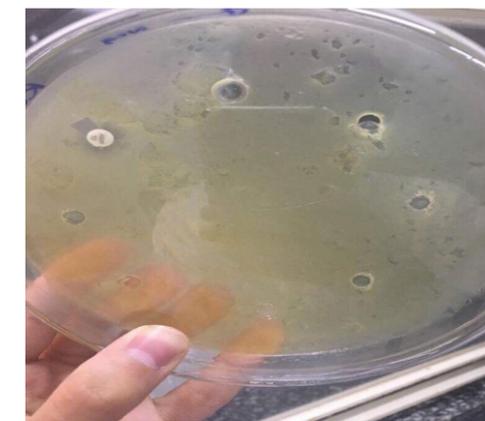


Figura 3 - Difusão em poços com “kefir B” após 24 horas de incubação.



Fonte: dados da pesquisa.

Em um estudo realizado por WESCHENFELDER et al. (2009) ao aplicar um teste de diluição envolvendo kefir tradicional para determinações da intensidade de ativação de inibição bacteriana/bacterostasia e da intensidade de atividade de inativação bacteriana/bacterostasia demonstraram que o kefir em concentração de 50% apresentaram total inibição e inativação frente ao inóculo *Escherichia coli* ATCC (11229) em concentrações $\leq 10^8$ UFC/ml.

CONCLUSÃO

Com o presente estudo foi possível concluir que ambos os kefir demonstraram significativa diminuição de lactose e aumento de ácido láctico, esta alteração é devido à presença de bactérias ácido lácticas (BAL) no kefir, a qual converte lactose e outros açúcares em ácido láctico. Com avaliação da atividade antibacteriana pôde-se comprovar que cepas de *Escherichia coli* NEWP 0022 apresentam resistência à ambos kefir.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A. G.; NOVAK, R. F.; GUIMARÃES, V. Leite Humano Ordenhado: Determinação da Acidez Titulável – Método Dornic. **Rede Brasileira de leite humano**, Rio de Janeiro, p.1-7. Nov. 2011. Disponível em: <https://rblh.fiocruz.br/sites/rblh.fiocruz.br/files/usuario/79/nt_29.11_determinacao_acidez_lho.pdf>. Acesso em: 30 de agosto de 2018.

ALVES, E. G. Estudo comparativo de técnicas de screening para avaliação da atividade antibacteriana de extratos brutos de espécies vegetais e de substâncias puras. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 31, n. 5, p. 1224-1229, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000500052>. Acesso em: 02 de setembro de 2018.

ARYAL, S. Morphology of E. coli. **Microbe NOTES**. Jun. 2016. Disponível em: <<https://microbenotes.com/morphology-of-e-coli/>>. Acesso em: 22 de outubro de 2018.

BALLUS, C. A. et al. Aspectos científicos e tecnológicos do emprego de culturas probióticas na elaboração de produtos lácteos fermentados: revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 85-96. Jan/Jun. 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228647010_ASPECTOS_CIENTIFICOS_E_TECNOLOGICOS_DO_EMPREGO_DE_CULTURAS_PROBIOTICAS_NA_ELABORACAO_DE_PRODUTOS_LACTEOS_FERMENTADOS>. Acesso em: 08 de nov. de 2018.

BOLZAN, R. C.; WESTPHALEN, F. Bromatologia. **Rede e-Tec Brasil**, Rio Grande do Sul, p. 46-47, 2013. Disponível em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/cafwt/tecnico_agroindustria/bromatologia>. Acesso em: 22 de out. de 2018.

BORGES, P. P.; COSTA, E. R. Caracterização de kefir quanto à composição físico-químico e microbiológica. **IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano**, 21 a 24 de setembro. 2015. Disponível em: <<https://ifgoiano.edu.br/ceic/anais/files/papers/20335.pdf>>. Acesso em: 11 de nov. de 2018.

CARNEIRO, C. S. et al. Leites fermentados: histórico, composição, características físico-químicas, tecnologia de processamento e defeitos. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 27, ed. 214, art. 1424, 2012. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/c13748843820239654f9d6caafc4bd37.pdf>>. Acesso em: 11 de

nov. de 2018.

CARNEIRO, R. P. Desenvolvimento de uma cultura iniciadora para produção de kefir. **Arquivo da Faculdade de farmácia da UFMG**. Belo Horizonte, p. 1-144, 2010. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MAFB-8EBKTH>>. Acesso em: 23 de mai. de 2018.

FARNWORTH, E. R. Kefir – a complex probiotic. **Food Science e Technology Bulletin: Functional Foods**, v. 2, p. 1-17. Abr. 2005. Disponível em: <<http://www2.ufrb.edu.br/kefirdoreconcavo/images/artigos/artigo06.pdf>>. Acesso em: 25 de mai. de 2018.

FULLER, R. Probiotics in human medicine. **Gut**, v. 32, n. 4, p. 439-442. Abr. 1991. Disponível em: <<https://gut.bmj.com/content/gutjnl/32/4/439.full.pdf>>. Acesso em: 11 de nov. de 2018.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. **Microbiologia de los alimentos**. 4. ed. Zaragoza: Acribia. 1993. 681p. Disponível em <<http://148.206.53.84/tesiuami/Libros/L33.pdf>>. Acesso em: 11 de nov. de 2018.

GOLDIN, B. R.; GORBACH, S. L. Clinical Indications for probiotics: an overview. **Clinical Infectious Diseases**, Chicago, v. 46, n.1, p. 96-100. Fev. 2008. Disponível em: <https://academic.oup.com/cid/article/46/Supplement_2/S96/278134>. Acesso em: 24 de mai. de 2008.

Grove, D. C.; Randall, W. A.; Assay Methods of Antibiotic: a Laboratory Manual. **Medical Encyclopedia, Inc**. New York, 1955. Disponível em: <<https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=coo.31924087318410;view=1up;seq=4>>. Acesso em: 20 de nov. de 2018.

HERTZLER, S. R.; CLANCY, S. M. Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion. **Journal of American Dietetic Association**, v. 103, n. 5, p. 582-587. Mai. 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/10777259_Kefir_improves_lactose_digestion_and_tolerance_in_adults_with_lactose_maldigestion>. Acesso em: 11 de nov. de 2018.

MARTINI, M. C. et al. Strains and species of lactic acid bacteria in fermented milks (yogurts): effect on in vivo lactose digestion. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 54, n. 12, p. 1041-1046, 1991. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.841.5183&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 09 de nov. de 2018.

MELO, V. V.; DUARTE, I. P.; SOARES, A. Q. Guia de Antimicrobianos. 1. ed. Goiânia. **Guia (Coordenação de Farmácia) – Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás (HC-UFG)**, 2012. 58p. Disponível em: <https://farmacia.hc.ufg.br/up/734/o/Guia_de_Antimicrobianos_do_HC-UFG.pdf?1409055717>. Acesso em: 11 de nov. de 2018.

OTLES, S.; CAGINDI, O. kefir: a probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 2, p. 54-59, 2003. Disponível em: <<https://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2003.54.59>>. Acesso em: 10 de nov. de 2018.

PINTADO, M. E. et al. Microbiological and rheological studies on portuguese kefir grains. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 31, p. 15-26, 1996. Disponível em: <<https://repositorio>

ucp.pt/bitstream/10400.14/6102/1/Microbiological%20and%20rheological....pdf>. Acesso em: 11 de nov. de 2018.

PROTIC, M. et al. Mechanism of diarrhea in microscopic colitis. **World Journal of Gastroenterology**, Beijing, v. 11, n. 35, p. 5535-5539. Set. 2005. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4320367/>>. Acesso em: 24 de mai. de 2018.

RAIZEL, R. et al. Efeitos do consumo de probióticos, prebióticos e simbióticos para o organismo humano. **Revista Ciência & Saúde**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 66-74. Jul/Dez. 2011. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faenfi/article/view/8352/7257>>. Acesso em: 24 de mai. de 2018.

REA, M. C.; LENNARTSSON, T. Irish kefir-like grains: their structure, microbial composition and fermentation kinetics. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 81, n. 1, p.83-94. Jul. 1996.

REIG, A. L. C.; ANESTO, J. B. Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. Instituto de Nutrición e Hiene de los Alimentos. **Revista Cubana de Aliment Nutr.** v. 16, n. 1, p. 63-68, 2002. Disponível em: <http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16_1_02/ali10102.pdf>. Acesso em: 23 de mai. de 2018.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 1-16. Jan/Mar. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-93322006000100002>. Acesso em: 25 de mai. de 2018.

SANTOS, A. et al. The antimicrobial properties of different strains of *Lactobacillus spp.* Isolated from kefir. **Systematic and Applied Microbiology**, p. 434-437. Abr. 2003. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/fda4/176fce20ceb7125d0953a979ae1981125659.pdf>>. Acesso em: 23 de mai. de 2018.

SATO, A.F. et al. Nitrito urinário e infecção do trato urinário por cocos Gram – positivos. **J. Bras. Patol. Med.** Rio de Janeiro, v. 41, n. 6, p. 397-404. Dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jbpml/v41n6/a05v41n6.pdf>>. Acesso em: 11 de nov. de 2018.

SAVAIANO, D. A. et al. Lactose malabsorption from yogurt, pasteurized yogurt, sweet acidophilus milk, and cultured milk in lactase-deficient individuals. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 40, n. 6, p. 1219-1223. Dez. 1984. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/16757332_Lactose_malabsorption_from_yogurt_pasteurized_yogurt_sweet_acidophilus_milk_and_cultured_milk_in_lactase-deficient_individuals>. Acesso em: 09 de nov. de 2018.

SILVA, M.V.V. et al. Determinação do teor de lactose em leite fluído pelo método Lane-Eynon. **Congresso Brasileiro de Química**, Natal, Rio Grande do Norte, 2014.

STEFÉ, C. A; ALVES, M. A. R; RIBEIRO, R. L. Probióticos, prebióticos e simbióticos- artigo de revisão. **Saúde e Ambiente em revista**, Duque de Caxias, v. 3, n. 1, p. 16-33. Jan/Jun. 2008. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/Artigos/alimentos.pdf>. Acesso em: 24 de mai. de 2018.

SOUZA, C. O. et al. *Escherichia coli* enteropatogênica: uma categoria diarreioagênica versátil. **Rev Pan-**

Amaz Saude, v. 7, n. 2, p.79-91, 2016. Disponível em: <<http://scielo.iec.gov.br/pdf/rpas/v7n2/2176-6223-rpas-7-02-00079.pdf>>. Acesso em: 11 de nov. de 2018.

SOUZA, F. S. et al. Prebióticos, probióticos e simbióticos na prevenção e tratamento das doenças alérgicas. **Rev Paul Pediatr**, v. 28, n. 1, p. 86-97, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rpp/v28n1/v28n1a14>>. Acesso em: 23 de mai. de 2018.

SOUZA, G.; et al. Kefir e sua tecnologia – aspectos gerais. **Boletim ITAL**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 137-155, abr/jun 1984.

TERRA, F. M. **Teor de lactose em leites fermentados por grãos de kefir**. Brasília DF: UNB, 2007. 62p. Monografia (Especialização em Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Brasília. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/185/1/2007_FlavioMarquesTerra.pdf>. Acesso em: 17 de set. de 2019.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 6.ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2015. 888p.

WENDLING, L. K.; WESCHENFELDER, S. Probióticos e alimentos lácteos fermentados - uma revisão. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.68, n. 395. p. 49-57. Nov/Dez. 2013. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/50/56>>. Acesso em: 08 de nov. de 2018.

WESCHENFELDER, S. Caracterização de kefir tradicional quanto à composição físico-química, sensorialidade e atividade anti- *Escherichia coli*. **Arquivo da Universidade federal do Rio Grande do Sul**. Porto alegre, p. 1-36. Fev. 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/16409>>. Acesso em: 25 de mai. de 2018.

WESCHENFELDER, S.; WIEST, J. M.; CARVALHO, H. H. C. Atividade anti-*Escherichia coli* em kefir e soro de kefir tradicionais. **Arquivo do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, p. 37-51. Dez. 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/16409>>. Acesso em: 25 de mai. de 2018.

WESCHENFELDER, S.; WIEST, J. M.; CARVALHO, H. H. C. Caracterização físico-química e sensorial de kefir tradicional e derivados. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 63, n. 2, p. 473-480, 2011.

WITTHUHN, R.C.; SCHOEMAN, T.; CILLIERS, A. et al. Impact of preservation and different packaging conditions on the microbial community and activity of kefir grains. **Food Microbiol.**, v.22, p.337-344, 2004.

WOUTERS, J. T. M. et al. Microbes from raw milk for fermented dairy products. **International Dairy Journal**, v. 12, n. 91-109, 2002. Disponível em: <<https://eurekamag.com/research/003/845/003845901.php>>. Acesso em: 11 de nov. de 2018.

WSZOLEK, M.; et al. Properties of kefir made in Scotland and Poland using bovine, caprine and ovine milk with different starter cultures. **Lebensm. wiss. u. technol.**, v.34, p. 251-261, fev. 2001.

RECESSÃO GENGIVAL: UMA REVISÃO NARRATIVA

Glayson Pereira Vitor*

*Professor adjunto do curso de Odontologia da Faculdade de Estudos Administrativos de Minas Gerais – FEAD. BH/MG. Mestre em Odontologia com ênfase em Periodontia (UFMG).

*Autor para correspondência e-mail: glayson.vitor@fead.br

PALAVRAS-CHAVE

Epidemiologia
Etiologia
Recessão Gengival

KEYWORDS

Epidemiology
Etiology
Gingival recession

RESUMO

Recessão Gengival (RG) é definida como o deslocamento apical da margem gengival em relação à junção cimento-esmalte. Objetivo: verificar os possíveis fatores etiológicos e epidemiológicos que permeiam RG através de uma revisão narrativa. Metodologia: foram selecionados estudos transversais, longitudinais e revisões sistemáticas, indexados nas bases de dados do portal de periódico CAPES, MEDLINE e PubMed usando os descritores epidemiologia, etiologia e recessão gengival. Discussão: Levantamentos epidemiológicos e estudos longitudinais reportam que RG é altamente prevalente na população adulta, 88% das pessoas com idade ≥ 65 anos e 50% entre 18 e 64 anos têm pelo menos um local com RG. Sua etiologia é multifatorial e com diferentes fatores relacionados que podem agir em associação, tais como: biofilme bacteriano, escovação traumática, fatores locais de retenção de placa, tabagismo e movimentação ortodôntica. Conclusão: O mecanismo na qual ocorre a RG ainda não é bem entendido sendo uma particularidade relatada na maioria das populações, tanto em países desenvolvidos quanto em subdesenvolvidos, constitui um evento comum na clínica odontológica, frequentemente percebida pelos indivíduos e levando a busca por orientações profissionais e tratamento.

ABSTRACT

GINGIVAL RECESSION: A NARRATIVE REVIEW

Gingival recession (GR) is defined as the apical displacement of the gingival margin relative to the cement-enamel junction. Objective: The objective was to verify the possible etiological and epidemiological factors that permeate GR through a narrative review. Methods: Cross-sectional, longitudinal and systematic reviews indexed in CAPES, MEDLINE and PubMed databases were selected by using the descriptors epidemiology, etiology and gingival recession. Discussion: epidemiological surveillance and longitudinal studies report highly GR prevalence in the adult population; 88% of individuals aged ≥ 65 years and 50% between 18 and 64 years old have GR in at least one spot. This manifestation's etiology is multifactorial and different related factors can act in association with it such as: bacterial biofilm, traumatic brushing, local plaque retention factors, smoking and orthodontic movement. Conclusion: The mechanism in which GR occurs is still not well understood and it is a condition present in most populations in developed and developing countries. GR is a common case in dental practices, often noted by the patients who seek for professional orientation and treatment.

INTRODUÇÃO

Recessão gengival (RG) é o termo usado para definir a manifestação clínica da migração apical da gengiva marginal em relação à junção cimento-esmalte (KASSAB; COHEN, 2003; RIOS *et al.*, 2014) deixando a superfície radicular exposta ao meio bucal. Corresponde, portanto, a uma perda de inserção com uma posição mais apical da gengiva marginal. Este processo de movimentação pode ocorrer em qualquer área exposta da superfície da raiz e se manifestar em ambas as arcadas, em qualquer face e em qualquer dente (MARINI *et al.*, 2004; YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006).

O mecanismo na qual ocorre a RG ainda não é bem entendido (CORTELLINI; BISSADA, 2018), mas parece ser um processo de natureza inflamatória (SUSIN, 2004). Sua etiologia é multifatorial e com diferentes fatores relacionados que podem agir em associação. Dentre os fatores que podem desencadear o processo de recessão temos a escovação traumática (McCRACKEN, 2009), anatomia óssea (MAROSO, 2015), inserção do freio labial, posicionamento dentário, doença periodontal, fatores locais de retenção de placa, fumo e movimentação ortodôntica (ALBANDAR; KINGMAN, 1999; SUSIN, 2004).

No Brasil a prevalência de pelo menos um local com RG ≥ 1 mm é 29,5% em jovens de 14 a 19 anos e 99% em adultos mais de 40 anos (SUSIN *et al.*, 2004). Diante disto e dos problemas clínicos associados com a RG, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão dos possíveis fatores etiológicos e epidemiológicos que permeiam RG, uma vez que o conhecimento dos resultados da literatura sobre fatores relacionados a RG contribui com a discussão acadêmica/científica e fornece aos cirurgiões-dentistas, clínicos ou especialistas, referências para o correto diagnóstico e tratamento destas alterações.

METODOLOGIA

O estudo caracterizou-se como revisional, a partir de busca na literatura selecionando estudos transversais, longitudinais e revisões sistemáticas, em português e inglês, indexados nas bases de dados do portal de periódico CAPES, MEDLINE e PubMed. Utilizou os Descritores em Ciências da Saúde (DECS): “epidemiologia” e “etiologia” associados ao termo “recessão gengival” e/ou somente “recessão gengival”, os termos equivalentes em inglês também foram utilizados. Caso clínico, relato de caso e artigos de opinião foram excluídos. Primeiro foi realizado uma triagem pelo título seguida de leitura dos resumos, após constatar relação com o tema e objetivo da revisão, os artigos foram vistos na íntegra por um único pesquisador.

DISCUSSÃO

RG é uma particularidade relatada na maioria das populações, tanto em países desenvolvidos quanto em subdesenvolvidos, ocorrendo em indivíduos com boa ou má higienização bucal (LÖE; ANERUD; BOYSEN, 1992; CHAMBRONE; TATAKIS, 2016). Estima-se que mais da metade da população dos Estados Unidos apresentam RG (ALBANDAR, 2002) e levantamentos epidemiológicos e estudos longitudinais reportam que RG é altamente prevalente na população adulta (SARFATI *et al.*, 2010), sendo que, aproximadamente 88% das pessoas com idade ≥ 65 anos e 50% entre 18 e 64 anos têm pelo menos um sítio com RG. (CORTELLINI; BISSADA, 2018).

No Brasil, um alto índice de RG também tem sido reportado, entretanto com taxas de prevalência e gravidade variadas. Foi demonstrado que aproximadamente 99% dos adultos com idade acima de 40 anos apresentam RG, e em torno de 50% desses indivíduos esta RG é ≥ 3 mm (SUSIN *et al.*, 2004). Outro relato demonstrou que aproximadamente 75% dos indivíduos com idade superior a 35 anos apresentavam pelo menos um dente com RG em torno de 3mm e cerca de 40% apresentavam RG de aproximadamente 5 mm (RIOS *et al.*, 2014).

Observa-se que sua ocorrência tem uma alta variação nos estudos, chegando a flutuar entre 3 a 100%. Os resultados dependem da população estudada, do critério de diagnóstico utilizado e do método de análise dos dados (LITONJUA et al., 2003; MAROSO et al., 2015). Entretanto, estima-se que 60% da população humana apresentem RG (DOMINIAK; GEDRANGE, 2014). Sendo assim, a RG é um evento comum na clínica odontológica, frequentemente percebida pelos indivíduos e levando a busca por orientações profissionais e tratamento (TOKER; OZDEMIR, 2009; NIERI et al., 2013; MYTHRI et al., 2015), especialmente quando afeta os dentes anteriores (CHRYSANTHAKOPOULOS, 2013). Além de levar a um comprometimento estético, a RG pode propiciar abrasões, lesões de cárie, hipersensibilidade, retenção de placa e ainda influenciar negativamente a qualidade de vida do indivíduo (SARFATI et al., 2010; RIOS et al., 2014; GOH; CORBET; LEUNG, 2016; WAGNER et al., 2016).

Não há um consenso na literatura com relação aos dentes que são mais afetados pela RG (MARINI et al., 2004). Entretanto, alguns relatos têm apontado uma maior ocorrência de RG em incisivos inferiores e primeiros molares seguidos dos caninos e pré molares superiores (RAJAPAKSE et al., 2007; MCCRACKEN et al., 2009).

A RG parece ser um processo de natureza inflamatória (SUSIN et al., 2004; CHRYSANTHAKOPOULOS, 2013). A partir de uma inflamação localizada, o epitélio do sulco pode proliferar em direção vestibular, invadir o cório gengival e anastomosar-se com o epitélio oral. A invasão epitelial resulta em uma diminuição da área ocupada pelo tecido conjuntivo, fazendo com que a porção marginal do epitélio sofra necrose por falta de nutrição. A descamação sem substituição por novas células pode causar a diminuição da superfície epitelial, produzindo clinicamente a RG (TUGNAIT; CLEREHUGH, 2001; CHRYSANTHAKOPOULOS, 2013). Deste modo, sugere-se que a RG é influenciada pelo fenótipo periodontal, resultante da combinação de fenótipo gengival com a espessura do osso alveolar vestibular (CATON, 2018).

Entretanto, sua etiologia vem sendo demonstrada por diversos estudos como multifatorial, envolvendo diferentes variáveis relacionadas a processos anatômicos, patológicos e fisiológicos (MARINI et al., 2004; MCCRACKEN et al., 2009; CHRYSANTHAKOPOULOS, 2013; DÖRFER; STAEHLE; WOLFF, 2016) e que podem agir em associação com variáveis sociodemográficas e hábitos comportamentais (RIOS et al., 2014). Contudo, tem sido relatadas dificuldades em se identificar quais variáveis são mais importantes na sua causalidade (KASSAB; BADAWI; DENTINO, 2010; MAROSO et al., 2015).

Alguns autores dividem estas variáveis em dois grupos, definidos como predisponentes e precipitantes (MARINI et al., 2004; JATI; FURQUIM; CONSOLARO, 2016). As predisponentes são tidas como aquelas de características anatômicas locais que favorecem a ocorrência da alteração gengival, como anatomia óssea, deiscência óssea e quantidade de gengiva inserida (MAROSO et al., 2015; ZUCHELLI; MOUNSSIF, 2015), erupção e posicionamento dentário, inserção de freio e oclusão traumática (MARINI et al., 2004; KRISHNA PRASAD; SRIDHAR SHETTY; SOLOMON, 2013). Já as variáveis precipitantes são aquelas que levam ao aparecimento da RG, ou seja, responsáveis pela indução ou ativação da RG. As mais mencionadas na literatura referem-se ao biofilme bacteriano, escovação traumática (MCCRACKEN et al., 2009; MYTHRI et al., 2015; DÖRFER; STAEHLE; WOLFF, 2016), fatores locais de retenção de placa, tabagismo, movimentação ortodôntica (ALBANDAR; KINGMAN, 1999; SUSIN et al., 2004; PRASHANT et al., 2014;) e periodontite (LÖE; ANERUD; BOYSEN, 1992; CHRYSANTHAKOPOULOS, 2013).

Estudos têm demonstrado que a prevalência, extensão e gravidade da RG tendem a aumentar gradativamente com a idade (KASSAB; COHEN, 2003; SUSIN et al., 2004; RIOS et al., 2014), sugerindo-se o efeito acumulativo, de um longo período de exposição do complexo mucogengival aos possíveis agentes etiológicos da RG, associados às mudanças fisiológicas locais e sistêmicas com o passar dos anos (MYTHRI et al., 2015). A idade pode aumentar a probabilidade de ocorrência da RG, mas isto não significa que seja uma característica advinda do envelhecimento (JATI; FURQUIM; CONSOLARO, 2016).

A ocorrência da RG em indivíduos jovens é frequentemente relatada como mais localizada e associada a fatores etiológicos isolados, como por exemplo, escovação de forma incorreta e com excesso de força. Em indivíduos mais velhos aparece com um padrão mais generalizado, envolvendo com maior frequência áreas interproximais (MARINI et al., 2004; MYTHRI et al., 2015).

Estudos relatam que homens apresentam maiores níveis de RG em relação às mulheres (SERINO et al., 1994; MARINI et al., 2004; SARFATI et al., 2010; CHANG, 2012; DOMINIAK; GEDRANGE, 2014; RIOS et al., 2014; WAGNER et al., 2016). No Brasil, foi reportado que aproximadamente 85% dos homens apresentavam RG de ≥ 3 mm em pelo menos um dente, comparados a 75% das mulheres (RIOS et al., 2014). Entretanto, outros estudos não encontraram associação significativa entre sexo e RG (SUSIN et al., 2004; CHRYSANTHAKOPOULOS, 2013).

Alguns estudos reportam que a RG pode estar associada ao acúmulo localizado do biofilme bacteriano (SERINO et al., 1994; VAN PALENSTEIN HELDERMAN et al., 1998; SUSIN et al., 2004; ZUCHELLI; MOUNSSIF, 2015) e cálculo dental (ALBANDAR; KINGMAN, 1999; SARFATI et al., 2010). Fatores locais retentores de placa também podem estar associados a RG, como restaurações mal adaptadas, que podem não somente resultar em trauma direto nos tecidos periodontais, mas ao mesmo tempo facilitar o acúmulo de biofilme (ZUCHELLI; MOUNSSIF, 2015). É interessante observar que alguns autores apontam que o acúmulo de biofilme tende a ser uma consequência da RG (JOSHIPURA; KENT; DEPAOLA, 1994; MARINI et al., 2004; YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006).

O controle mecânico do biofilme microbiano através da escovação, de forma rotineira, é de suma importância para a saúde periodontal (LÖE; ANERUD; BOYSEN, 1992; MYTHRI et al., 2015). Entretanto, a escovação traumática é usualmente associada a RG e explica parcialmente a correlação entre os baixos níveis de biofilme bacteriano encontrados em sítios de RG (RAJAPAKSE et al., 2007). Estudos relatam que dados para apoiar ou refutar a associação entre escovação dentária e recessão gengival são inconclusivos (HEASMAN et al., 2017; CORTELLINI, BISSADA, 2018). O trauma é geralmente causado por uma escovação inadequada, principalmente com utilização das cerdas na horizontal, excesso de força, tempo excessivo de escovação inadequada, cerdas da escova muito rígidas e creme dental abrasivo (RAJAPAKSE et al., 2007; ZUCHELLI; MOUNSSIF, 2015).

O uso inadequado do fio dental também pode contribuir para a abrasão e lesões nos tecidos gengivais. Estas lesões ocorrem frequentemente em pacientes altamente motivados que não foram devidamente instruídos na técnica de uso do fio dental (WALTERS; CHANG, 2003; ZUCHELLI; MOUNSSIF, 2015). A RG associada ao uso do fio dental pode ser mais prevalente em regiões interproximais, enquanto a RG associada a hábitos deletérios de escovação, em áreas vestibulares (LÖE; ANERUD; BOYSEN, 1992; ALBANDAR; KINGMAN, 1999; LITONJUA et al., 2003; MARINI et al., 2004).

Não há evidências de que o tratamento ortodôntico possa ser um fator primário as recessões gengivais, apesar de levar os dentes envolvidos a situações que ajam como fatores predisponentes para que as causas diretas possam atuar e produzir recessões, principalmente quando o tratamento deixa-se uma tábua óssea vestibular muito fina ou, até, com deiscência (JATI, FURQUIM, CONSOLARO 2016; MORRIS et al., 2017;). Entretanto, existe a possibilidade de início da recessão gengival ou progressão da recessão durante ou após o tratamento ortodôntico, a prevalência relatada é de 5% a 12% no final do tratamento (CORTELLINI, BISSADA, 2018).

O tabagismo é considerado uma importante variável associada a RG (SUSIN et al., 2004; SARFATI et al., 2010; CHRYSANTHAKOPOULOS, 2013; RIOS et al., 2014). Foi reportado que o uso do cigarro está fortemente associado com a ocorrência de RG localizada e generalizada em indivíduos jovens e em indivíduos acima de 30 anos foi associado com a RG generalizada (SUSIN et al., 2004). O tabagismo pode

contribuir para um quadro menos favorável no processo de cicatrização periodontal, vasoconstrição, e diminuição de mecanismos de defesa contra microorganismos (ZUCHELLI; MOUNSSIF, 2015).

Evidências da alta prevalência de periodontite na América Latina, sugerem que a RG também seja prevalente nesta população (SUSIN et al., 2004), uma vez que a periodontite tem sido a variável mais importante associada a RG (CHRYSANTHAKOPOULOS, 2013). Neste sentido, alguns autores relatam uma associação direta entre gravidade da periodontite e a gravidade da RG (VAN DER VELDEN et al., 2006; SARFATI et al., 2010). A reação inflamatória em consequência do biofilme dental é uma característica biológica predominante e compartilhada pela RG e pela periodontite (SARFATI et al., 2010), levando à migração apical do epitélio e à destruição do ligamento periodontal juntamente com a reabsorção óssea (DENTINO et al., 2013). A RG, como consequência do processo de doença periodontal, pode ocorrer em diferentes cenários (TUGNAIT; CLEREHUGH, 2001; KASSAB; COHEN, 2003). Tratamentos periodontais também podem estar associados a RG (TUGNAIT; CLEREHUGH, 2001).

CONCLUSÃO

RG está associada à perda de inserção e à exposição da superfície radicular ao meio bucal, ocorre com frequência em adultos, tem tendência a aumentar com a idade e é diagnosticada tanto em indivíduos com bom ou mal índice de higiene bucal. Embora a etiologia da RG permaneça incerta, o que sugere a necessidade contínua de estudos, vários fatores predisponentes têm sido sugeridos, os mais mencionados na literatura referem-se ao biofilme bacteriano, escovação traumática, fatores locais de retenção de placa, tabagismo e movimentação ortodôntica.

REFERÊNCIAS

- ALBANDAR, JM. Global risk factors and risk indicators for periodontal diseases. **Periodontology 2000**, v. 29, n. 1, p. 177–206, 2002.
- ALBANDAR, JM; KINGMAN, A. Gingival Recession, Gingival Bleeding, and Dental Calculus in adults 30 years of Age and Older in the United States, 1988-1994. **J Periodontol**, v. 70, n. 1, p. 30–43, 1999.
- CATON GJ, ARMITAGE G, BERGLUNDH T, CHAPPLE ILC, JEPSEN S, KORNMANN KS, et al. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions - Introduction and key changes from the 1999 classification. **J Clin Periodontol**. V.45(Suppl 20), p.1-8, 2018.
- CHAMBRONE, L; TATAKIS, DN. Long-term Outcomes of Untreated Buccal Gingival Recessions: A Systematic Review and Meta-Analysis. **J Periodontol**, v. 87, n. 7, p. 1–17, 2016.
- CHANG, LC. Comparison of Age and Sex Regarding Gingival and Papillary Recession. **The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, v. 32, n. 5, p. 555–561, 2012.
- CHRYSANTHAKOPOULOS, NA. Prevalence and associated factors of gingival recession in Greek adults. **Journal of Investigative and Clinical Dentistry**, v. 4, n. 3, p. 178–185, 2013.
- CORTELLINI P, BISSADA NF. Mucogingival conditions in the natural dentition: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. **J Clin Periodontol**. v. 45(Suppl 20), p.190-8, 2018.
- DENTINO, A et al. Principles of periodontology. **Periodontology 2000**, v. 61, n. 1, p. 16–53, 2013.
- DÖRFER, CE; STAEHLE, HJ; WOLFF, D. Three-year randomized study of manual and power toothbrush effects on pre-existing gingival recession. **J Clin Periodontol**, v. 43, n. 6, p. 512–519, 2016.
- DOMINIAK, M; GEDRANGE, T. New Perspectives in the Diagnostic of Gingival Recession. **Advances in Clinical and Experimental Medicine**, v. 23, n. 6, p. 857–863, 2014.
- GOH, V; CORBET, EF; LEUNG, WK. Impact of dentine hypersensitivity on oral health-related quality of life in individuals receiving supportive periodontal care. **J Clin Periodontol**, v. 43, n. 7, p. 595–602, 2016.
- HEASMAN PA, RITCHIE M, ASUNI A, GAVILLET E, SIMONSEN JL, NYVAD B. GINGIVAL recession and root caries in the ageing population: a critical evaluation of treatments. **J Clin Periodontol**. v.44(Suppl 18), p.178-193, 2017.
- JATI AS, FURQUIM LZ, CONSOLARO A. Gingival recession: its causes and types, and the importance of orthodontic treatment. **Dental Press J Orthod**. v 21, n 3, p. 18-29, 2017.
- JOSHIPURA, KJ; KENT, RL; DEPAOLA, PF. Gingival recession: intra-oral distribution and associated factors. **J Periodontol**, v. 65, n. 9, p. 864–871, 1994.
- KASSAB, MM; BADAWI, H; DENTINO, AR. Treatment of Gingival Recession. **Dental Clinics of North America**, v. 54, n. 1, p. 129–140, 2010.
- KASSAB, MM; COHEN, RE. The etiology and prevalence of gingival recession. **J Am Dent Assoc**, v. 134, n. 2, p. 220–225, 2003.
- KRISHNA PRASAD, D; SRIDHAR SHETTY, N; SOLOMON, EGR. The influence of occlusal trauma on gingival recession and gingival clefts. **Journal of Indian Prosthodontist Society**, v. 13, n. 1, p. 7–12, 2013.
- LITONJUA, LA et al. Toothbrushing and gingival recession. **International Dental Journal**, v. 53, n. 2, p. 67–72, 2003.
- LÖE, H; ANERUD, A; BOYSEN, H. The natural history of periodontal disease in man: prevalence, severity, and extent of gingival recession. **J Periodontol**, v. 63, n. 6, p. 489–495, 1992.
- MARINI, MG et al. Gingival recession: prevalence, extension and severity adults. **J Appl Oral Sci**, v. 12, n. 3, p. 250–255, 2004.
- MAROSO, FB et al. Correlation between gingival thickness and gingival recession in humans. **Acta Odontol Latinoam.**, v. 28, n. 2, p. 162–166, 2015.
- MCCRACKEN, GI et al. The impact of powered and manual toothbrushing on incipient gingival recession. **J Clin Periodontol**, v. 36, n. 11, p. 950–957, 2009.
- MORRIS JW, CAMPBELL PM, TADLOCK LP, BOLEY J, BUSCHANG PH. Prevalence of gingival reces-

sion after orthodontic tooth movements **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. V.151, n.5, p. 851-859, 2017

MYTHRI, S *et al.* Etiology and occurrence of gingival recession - An epidemiological study. **Journal of Indian Society of Periodontology**, v. 19, n. 6, p. 671-675, 2015.

NIERI, M *et al.* Patient perceptions of buccal gingival recessions and requests for treatment. **J Clin Periodontol**, v. 40, n. 7, p. 707-712, 2013.

PRASHANT, B *et al.* Classification & prevalence of dental surface defects in areas of gingival recession - A clinical study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 8, n. 7, p. 1-4, 2014.

RAJAPAKSE, PS *et al.* Does tooth brushing influence the development and progression of non-inflammatory gingival recession? A systematic review: Review Article. **J Clin Periodontol**, v. 34, n. 12, p. 1046-1061, 2007.

RIOS, FS *et al.* Estimates and multivariable risk assessment of gingival recession in the population of adults from Porto Alegre, Brazil. **J Clin Periodontol**, v. 41, n. 11, p. 1098-1107, 2014.

SARFATI, A *et al.* Risk assessment for buccal gingival recession defects in an adult population. **J Periodontol**, v. 81, n. 10, p. 1419-1425, 2010.

SERINO, G *et al.* The prevalence and distribution of gingival recession in subjects with a high standard of oral hygiene. **J Clin Periodontol**, v. 21, n. 1, p. 57-63, 1994.

SUSIN, C *et al.* Gingival recession: epidemiology and risk indicators in a representative urban Brazilian population. **J Periodontol**, v. 75, n. 10, p. 1377-1386, 2004.

TOKER, H; OZDEMIR, H. Gingival recession: epidemiology and risk indicators in a university dental hospital in Turkey. **International Journal of Dental Hygiene**, v. 7, n. 2, p. 115-120, 2009.

TUGNAIT, A; CLEREHUGH, V. Gingival recession - its significance and management. **Journal of Dentistry**, v. 29, n. 6, p. 381-394, 2001.

VAN DER VELDEN, U. *et al.* Java project on periodontal diseases. The natural development of periodontitis: Risk factors, risk predictors and risk determinants. **J Clin Periodontol**, v. 33, n. 8, p. 540-548, 2006.

VAN PALENSTEIN HELDERMAN, W H *et al.* Gingival recession and its association with calculus in subjects deprived of prophylactic dental care. **J Clin Periodontol**, v. 25, n. 2, p. 106-111, 1998.

WAGNER, TP *et al.* Gingival recession and oral health-related quality of life: a population-based cross-sectional study in Brazil. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, v. 44, n. 4, p. 390-399, 2016.

WALTERS, J D; CHANG, E I. Periodontal bone loss associated with an improper Flossing technique: case report. **International Journal of Dental Hygiene**, v. 1, n. 3, p. 115-119, 2003.

YARED, KFG; ZENOBIO, EG; PACHECO, W. A etiologia multifatorial da recessão periodontal. **R Dental**

Press Ortodon Ortop Facial, v. 11, n. 6, p. 45-51, 2006.

ZUCHELLI, G; MOUNSSIF, I. Periodontal plastic surgery. **Periodontology 2000**, v. 68, n. 1, p. 333-368, 2015.

Resenha

BIODIVERSIDADE, ECOLOGIA E O MUNDO SECRETO DAS ÁRVORES

Rodrigo Ferraz Ramos*; Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos**

*Mestrando no Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo - PPGCS - na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

**Docente da Universidade Federal da Fronteira Sul /UFFS, Campus de Cerro Largo.

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

PALAVRAS-CHAVE

Biologia da conservação
Ecossistemas florestais
Simbiose

KEYWORDS

Conservation Biology
Forest Ecosystems
Symbiosis

RESUMO

A resenha objetiva apresentar a obra intitulada "A vida secreta das árvores" de Peter Wohlleben. As árvores se comunicam? Elas possuem necessidades sociais? O que acontece no solo de uma floresta? Essas e outras questões instigantes são discutidas por Wohlleben ao longo da obra. Para o autor, as árvores são seres com necessidades sociais e encontram-se em comunhão com diversos organismos que habitam as florestas. A obra apresenta um conteúdo abrangente, com tópicos sobre ecologia, biodiversidade e conservação.

ABSTRACT

BIODIVERSITY, ECOLOGY AND THE SECRET WORLD OF TREES

This review aims to present the work entitled "The Secret Life of Trees" by Peter Wohlleben. Do the trees communicate? Do they have social needs? What happens in the soil of a forest? These and other instigating questions are discussed by Wohlleben throughout the work. For the author, the trees are beings with social needs and are in communion with diverse organisms that inhabit the forests. The book presents a comprehensive content, with topics on ecology, biodiversity and conservation.

Recebido em: 12/02/2019

Aprovação final em: 05/03/2019

DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i2.649

As árvores crescem lentamente, e como a maioria das plantas são imóveis, parecem silenciosas, solitárias e pouco sociáveis. Contudo, o que acontece com as raízes que se entrecruzam no solo abaixo de nossos pés? As árvores possuem uma memória ou personalidade? Elas se comunicam? Essas e outras perguntas instigantes são discutidas pelo Engenheiro Florestal e Ecologista Peter Wohlleben na obra intitulada “A vida secreta das árvores”. O livro está dividido em 36 capítulos, onde o autor expõe a sua experiência adquirida enquanto Engenheiro Florestal na Alemanha e seus conhecimentos de ecologia aplicados a vida das árvores.

O objetivo desta resenha é apresentar algumas das principais discussões abordadas por Wohlleben ao longo de sua obra. Segundo o autor, as árvores em uma floresta são seres sociais que interagem em uma comunidade altamente organizada e complexa. As árvores se comunicam constantemente, e também com outros organismos como fungos e insetos. Elas colaboram umas com as outras, mas também competem entre si. Vivem em comunhão, possuem personalidade e guardam memórias. Mas como tudo isso acontece? Ao longo da obra o autor responde todas essas questões com diversos exemplos práticos e instigantes.

O autor defende a intrigante ideia de que as árvores em uma floresta estabelecem uma rede de comunicação que conecta todos os indivíduos na comunidade através de uma “linguagem das árvores”. Essa comunicação pode ocorrer através da exalação de odores ou através de sinais bioquímicos que percorrem filamentos de fungos no solo. Caso uma árvore sofra algum dano em seus tecidos, provocado por herbívoros, ela perceberá o ataque e emitirá sinais bioquímicos que estimularão a produção de compostos oriundos do metabolismo vegetal secundário, responsável pela defesa bioquímica das plantas.

Nesse sentido, o autor destaca que as árvores podem emitir sinais de alerta sobre a presença de um predador, fazendo com que outras árvores se anteciparem a um provável ataque, bem como, atraírem predadores específicos de insetos herbívoros através da produção e exalação de substâncias gasosas que podem ser detectadas por insetos predadores.

“A saliva de cada espécie de inseto é única e pode ser tão bem classificada que as árvores são capazes de emitir substâncias que atraem predadores específicos desses insetos, que atacam a praga e em consequência ajudarão as árvores. Os olmos e pinheiros, por exemplo, apelam a pequenas vespas que depositam seus ovos no corpo das lagartas que comem folhas” (WOHLLEBEN, 2017, p. 14).

Na obra é concedido um destaque especial às relações estabelecidas entre os fungos presentes no solo e as raízes das árvores nas florestas. No processo de comunicação entre as árvores, o autor defende que os filamentos de fungos que entremeiam as raízes funcionam semelhantes a uma rede de “cabos de fibra óptica” na floresta, transmitindo sinais elétricos e bioquímicos entre diferentes indivíduos de uma mesma espécie e entre diferentes espécies de árvores. E de fato, esta associação simbiótica entre fungos do solo e as raízes de algumas espécies arbóreas, denominada de ectomicorriza, é reconhecida enquanto uma associação importante nos ecossistemas florestais, ocorrendo em cerca de 90% das espécies florestais em regiões temperadas (COSTA et al., 2003), bem como, presente em plantios comerciais de espécies de *Pinus* e nogueira-pecã (*Carya illinoensis*) em regiões de clima subtropical úmido, como no Sul do Brasil (SULZBACHER et al., 2016; GRUPE II et al., 2018).

A associação entre os fungos no solo e as raízes das plantas é de conhecimento da ciência, onde em troca de carboidratos os fungos auxiliam na nutrição da planta, principalmente na disponibilização de fósforo e água. Contudo, Wohlleben discorre que a simbiose resulta em serviços adicionais fornecidos pelos fungos, como “a filtragem de metais pesados, que prejudicam as raízes, mas pouco os afetam (WOHLLEBEN, 2017, p. 53)”. E de fato esse serviço adicional é um tema atual e de grande destaque na

comunidade científica. Internacionalmente, o enfoque das pesquisas sobre micorrizas tem se dado com novas perspectivas, além do uso convencional para o favorecimento do crescimento das plantas, com grande destaque para as técnicas de biorremediação, onde as micorrizas são consideradas promissoras na capacidade de degradar poluentes orgânicos, como os agrotóxicos, em solos florestais contaminados por essas substâncias (FARIA et al., 2017).

Um dos principais enfoques de Wohlleben, é a visão de que a vida das árvores nas florestas não está desassociada da vida dos demais organismos que habitam os ecossistemas florestais. Uma única árvore pode ser o lar de diversas outras espécies, tanto abaixo como acima do solo. O autor discute que abaixo do solo, há diversos organismos importantes aos ecossistemas florestais que vivem “no reino da escuridão”: os organismos detritívoros e decompositores. Esses organismos são representados pelas formigas, cupins, colêmbolos, minhocas, besouros, fungos e demais organismos que estão ligados diretamente ao processo de decomposição e ciclagem de nutrientes no solo. A importância desses organismos é tamanha, que “até metade da biomassa de uma floresta se encontra no subsolo, e a maioria dos seres vivos que habitam essa área não pode ser vista a olho nú” (WOHLLEBEN, 2017, p. 81).

Assim, o autor demonstra que cada organismo nesse “reino da escuridão” possui uma função. No solo de uma floresta as folhas depositadas durante o outono criam um microclima favorável para colêmbolos e poliquetas, que ajudam na degradação da serapilheira (material vegetal caído e parcialmente decomposto). Minhocas ajudam na incorporação de material orgânico no solo e na estabilização de húmus. Besouros podem se alimentar de raízes em decomposição e, ajudam na infiltração da água e difusão de gases através da construção de galerias subterrâneas. Redes de hifas de fungos contribuem para a estruturação do solo e retenção de umidade. E realmente, a obra de Wohlleben é tão atual, que a percepção da importância desses serviços ecossistêmicos prestados pelos organismos do “reino da escuridão”, como discutido na obra, é crescente na comunidade científica, não somente em ambientes florestais, mas também em ambientes agrícolas, como recentemente abordado no livro Manejo e Qualidade Biológica do Solo, que discute a importância desses organismos em solos agrícolas (BALOTA, 2017).

Ainda, o autor discute que há organismos que realizam uma infinidade de atividades, como por exemplo, as formigas. Estas se comportam como verdadeiras engenheiras nos ecossistemas florestais. No solo, as galerias criadas por suas colônias ajudam na difusão de gases, na estruturação do solo e, tornam-se um ambiente para acúmulo de material orgânico. Em outras situações, como exemplifica o autor, as formigas podem ajudar na defesa das árvores, como ocorre com a cerejeira-brava e algumas espécies de pinheiros:

“Suas folhas contêm glândulas de néctar, que secretam o mesmo sumo encontrado nas flores. Essas glândulas são desenvolvidas para atrair formigas, que passam ali grande parte do verão. Assim como o homem, a formiga gosta de variar a alimentação, por isso às vezes procura algo mais substancial. E encontra: as lagartas. Com isso, livra a cerejeira das convidadas indesejadas” (WOHLLEBEN, 2017, p. 118).

Essas complexas relações ilustram que os habitats florestais são sinônimo de biodiversidade. Até mesmo um tronco em decomposição torna-se o lar de diversas espécies de organismos detritívoros e saprofitos, bem como, é um habitat adequado para várias espécies de árvores iniciarem seu desenvolvimento. Como exemplifica o autor:

“Um tronco caído pode servir de berço para os brotos. Os do abeto, por exemplo, germinam muito bem no corpo de seus pais. [...]. O tronco substitui o solo por muito tempo e, continua se decompondo

até um dia se transformar em húmus e desaparecer. [...]. No entanto, como o processo se arrasta por décadas, a raiz tem tempo de crescer, penetrar no solo e estabilizar a árvore viva ainda no tronco da árvore morta. Quando isso acontece, o tronco do abeto vivo parece ficar suspenso em “estacas” de altura correspondente ao diâmetro da árvore morta” (WOHLLEBEN, 2017, p. 124).

Outra questão instigante discutida por Wohlleben ao longo da obra, é ideia de que as árvores possuem necessidades sociais. Diferentemente dos animais, as árvores são imóveis, mas estabelecem relações sociais com as demais árvores e organismos da floresta. Árvores doentes podem receber nutrientes e açúcares de suas vizinhas através das raízes. Árvores jovens necessitam da proteção contra os ventos e tempestades que somente a copa e o tronco das árvores adultas conseguem suportar. Uma árvore que esteja sendo atacada por um parasita pode liberar substâncias no ar ou enviar sinais elétricos e bioquímicos através de redes de hifas fúngicas no solo para avisar as árvores vizinhas de um possível ataque.

Devido aos serviços ecossistêmicos prestados pelas florestas e de sua importância na manutenção da biodiversidade, o autor argumenta que:

“As florestas não devem ser vistas primeiro como fábricas de madeira e depósitos de matéria-prima e somente depois como habitats complexos de milhares de espécies. [...]. Não devemos nos preocupar apenas com a utilidade material das árvores, mas cuidar delas também por seus pequenos mistérios e encantos. [...]. Diante de nós está o último reduto da natureza onde ainda é possível viver aventuras e descobrir segredos” (WOHLLEBEN, 2017, p. 215).

Assim, é necessário e urgente compreendermos os efeitos das ações humanas sobre os habitats florestais, tanto para compreendermos a importância dos serviços ecossistêmicos prestados pelas florestas, como para ampliarmos a nossa capacidade de uso e gestão racional dos recursos naturais.

Por fim, destaca-se alguns aspectos importantes da obra. Apesar do livro ser rico em exemplos, detalhes e temas atuais, em geral, limita-se a abordar os habitats florestais de regiões de clima temperado. A linguagem adotada pelo autor ao longo da obra dificilmente agradaria um cientista rigoroso, contudo, é de fácil compreensão para um amplo público de leitores. Ainda, ressalta-se o fato que a obra apresenta um conteúdo abrangente, com tópicos sobre ecologia, biodiversidade e conservação. Diversos tópicos abordados já são de conhecimento da ciência, enquanto outros, ainda se encontram na fronteira do conhecimento científico, aguardando o olhar mais atencioso de pesquisadores e amantes da natureza.

REFERÊNCIAS

- BALOTA, E. L. **Manejo e qualidade biológica do solo**. Londrina: Mecenias, 2017. 288 p.
- COSTA, M. D.; PEREIRA, O. L.; KASUYA, M. C. M.; BORGES, A. C. Ectomicorrizas: a face oculta das florestas. **Biociência**, v. 29, p. 39-46, 2003.
- FARIA, A. B. C.; MONTEIRO, P. H. R.; AUER, C. G.; ÂNGELO, A. C. Uso de ectomicorrizas na biorremediação florestal. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 21-29, 2017.
- GRUPE II, A. C. G.; SULZBACHER, M.; GREBENC, T.; HEALY, R.; BONITO, G.; SMITH, M. E. *Tuber brennemanii* and *Tuber floridanum*: two new *Tuber* species (Pezizales, Ascomycota) are among the most commonly detected ectomycorrhizal taxa within commercial pecan (*Carya illinoensis*) orchards. **Mycologia**, v. 110, p. 780-790, 2018.
- SULZBACHER, M. A.; GREBENC, T.; GARCÍA, M. Á.; SILVA, B. D.; SILVEIRA, A.; ANTONIOLLI, Z. I.; MARINHO, P.; MÜNZENBERGER, B.; TELLERIA, M. T.; BASEIA, I. G.; MARTÍN, M. P. Molecular and morphological analyses confirm *Rhizopogon verii* as a widely distributed ectomycorrhizal false truffle in Europe, and its presence in South America. **Mycorrhiza**, v. 1, p. 1-12, 2016.
- WOHLLEBEN, P. **A vida secreta das árvores**. Rio de Janeiro: Sextante, 2017. 224 p.