

# ANÁLISE DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO EM ATLETAS PARTICIPANTES DE CORRIDA DE RUA DE 10 KM

---

*Marcelo Cabrini\**

*Cássio Mascarenhas Robert Pires\*\**

---

## **Resumo:**

O objetivo deste estudo foi analisar o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max), a velocidade do Vo<sub>2</sub>máx (vVo<sub>2</sub>máx) e o cálculo da porcentagem do VO<sub>2</sub>max sustentada durante a prova (sVO<sub>2</sub>max) de atletas participantes da Corrida de Rua de 10 km 22 de Agosto, utilizando-o como preditor de desempenho e relacionando-o com o respectivo tempo e colocação dos indivíduos na prova. Foram analisados 7 indivíduos, todos atletas participantes da corrida, com idade média de 28,42 ± 9,07 anos e peso médio de 63 ± 7,07 kg, que realizaram o teste de corrida de 3.200 metros de Ribilsk & Kochodorian para estimar o VO<sub>2</sub>max, tendo sido obtida uma média de 64,24 ± 6,12 ml/kg.min. A vVo<sub>2</sub>máx média foi de 18,35 ± 1,75 km/h, a velocidade média da prova foi de 16,78 ± 1,70 km/h, a velocidade média do teste foi de 18,33 ± 2,04 km/h, e a sVO<sub>2</sub>max foi de 91,61 ± 7,05 %. Os resultados mostram uma diminuição do VO<sub>2</sub>max proporcionalmente em relação ao aumento do tempo de prova havendo uma alta correlação (-0,70) e também entre o ritmo médio da corrida e o ritmo médio no teste (0,90). A prova foi percorrida com média de 91,61% do VO<sub>2</sub>max, valores próximos ao encontrados por Péronnet & Thibault citado por Tubino & Moreira (1987). Conclui-se que o VO<sub>2</sub>max pode ser um bom preditor de desempenho nos 10 km, entretanto, outras variáveis como o limiar anaeróbio devem ser consideradas na tentativa de explicar algumas variações de desempenho especialmente em grupos heterogêneos. Dessa forma, novas pesquisas devem ser realizadas para uma maior segurança na predição de performance na distância estudada.

**Palavras-chave:** Consumo Máximo de Oxigênio, Corrida de Rua, Performance.

---

\* Graduado em Educação Física pelo Centro Universitário de Araraquara – Uniara. Estudante do Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício da UFSCAR.

\*\* Mestre em Ciências Fisiológicas pela UFSCAR. Professor do curso de Educação Física do Centro Universitário de Araraquara – Uniara.

## Introdução

Na preparação de corredores fundistas e meio fundistas no atletismo, parâmetro como o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max) exerce um grande papel na prescrição do treinamento, pois no que diz respeito à aplicação da sobrecarga (intensidade e volume) o treinamento poderá ser planejado e executado de acordo com as demandas do esporte, particularmente em relação aos seus aspectos metabólicos (potências e capacidades aeróbicas e anaeróbicas). Na literatura, existem muitos estudos que analisaram a predição de performance aeróbia durante a corrida a partir de índices fisiológicos como VO<sub>2</sub>max, da velocidade correspondente ao VO<sub>2</sub>max (vVO<sub>2</sub>max), do limiar anaeróbio (LAN), entre outros. Estes estudos, entretanto, utilizaram modelos de regressão simples ou múltipla e analisaram, no mesmo grupo de atletas, as relações entre os índices fisiológicos e o desempenho aeróbio em uma única distância, (freqüentemente entre 1.500 e 10.000m) Tanaka et al. (1984) e Billat et al. (2001). Com base nesses estudos, tem-se proposto que a distância da prova e, portanto, a intensidade do exercício, pode influenciar as relações entre os índices fisiológicos e o rendimento aeróbio. Muitos especialistas da área consideram o VO<sub>2</sub>max, representando a potência aeróbica, como a melhor mensuração laboratorial objetiva da capacidade de aptidão cardiorrespiratória. De acordo com Denadai et al. (2004), o VO<sub>2</sub>max é o índice que melhor representa a potência aeróbica, ou seja, é a medida da quantidade máxima de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbico em uma determinada unidade de tempo.

Genericamente, a velocidade do VO<sub>2</sub>max (vVO<sub>2</sub>max) pode ser definida como sendo a velocidade de corrida na qual o VO<sub>2</sub>max é atingido durante um teste incremental (Billat & Koralsztein, 1996), sendo o índice que melhor descreve a associação entre a potência aeróbia máxima (VO<sub>2</sub>max) e a economia de movimento ou economia de corrida. Estudos prévios têm demonstrado que vVO<sub>2</sub>max está relacionada com a performance de corredores de elite nas distâncias de 1.500, 3.000 e 5.000 metros (LACOUR et al., 1990), de 10.000 metros (MORGAN, 1989) e de 21,1 km (BILLAT, 1994).

Assim, o objetivo desta pesquisa foi verificar a correlação entre o consumo máximo de oxigênio e o desempenho em prova de rua na distância de 10.000 metros, assim como analisar a porcentagem do VO<sub>2</sub>max sustentada (sVO<sub>2</sub>max) pelos atletas durante a prova.

## Materiais e métodos

Participaram da pesquisa 7 atletas, meio fundistas e fundistas do atletismo, especialistas nas provas em distâncias de 800, 1.500, 5.000, 10.000 metros e maratona, sendo 6 homens, com idade média de 28,42 ± 9,07 anos e peso corporal

médio de 63 ± 7,07 kg. Todos os voluntários seguiam rotinas diárias de treinamento.

O VO<sub>2</sub>max foi estimado por meio do protocolo indireto de Ribils & Kochodorian (1969), o qual consiste em percorrer a distância de 3200 metros em pista de atletismo no menor tempo possível. O VO<sub>2</sub>max foi estimado a partir da equação: VO<sub>2</sub>max: 114,96 - 0,04689 x1 - 0,37817 x2 - 0,15406 x3, onde x1 (tempo gasto em segundos), x2 (peso em quilogramas), x3 (idade em anos).

A vVO<sub>2</sub>max foi estimada a partir da relação do VO<sub>2</sub>max com o trabalho motor, utilizando-se como parâmetro o equivalente metabólico da tarefa (MET), o qual permite estimar a velocidade de marcha/corrida em função do consumo de oxigênio específico. Assim, dividindo-se o valor de VO<sub>2</sub>max estimado no teste, pelo valor de 1 MET (3,5 ml/Kg.min), foi possível estimar-se a velocidade compatível com o VO<sub>2</sub>max, sendo, dessa forma, considerada como a velocidade de VO<sub>2</sub>max (vVO<sub>2</sub>max).

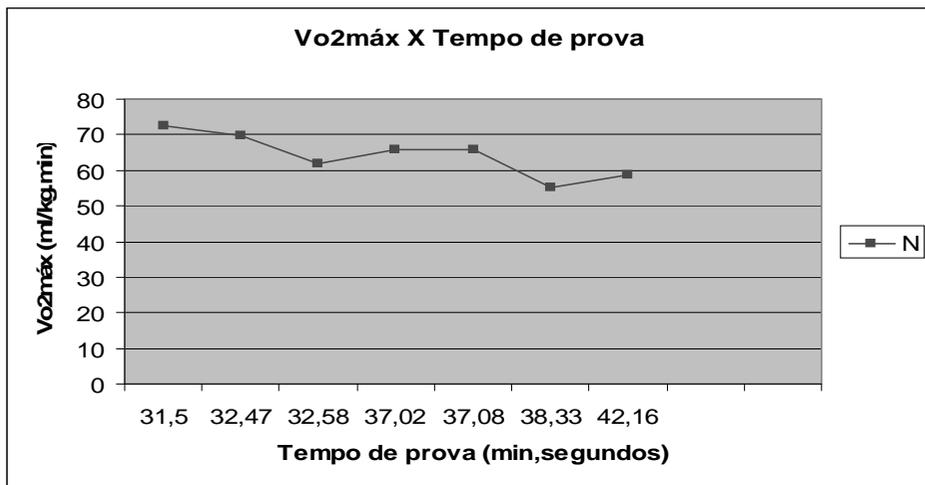
Para a análise dos indivíduos em corrida de 10.000 metros foi utilizada a Corrida de 10 km 22 de Agosto, prova realizada na cidade de Araraquara, no dia 27 de Agosto de 2006.

## Resultados

Os resultados do teste de corrida de 3.200m, do cálculo estimado do VO<sub>2</sub>max, da velocidade do VO<sub>2</sub>max, da colocação na Corrida 22 de Agosto, do tempo gasto para percorrer a prova, do ritmo médio de prova e do cálculo de sustentação do VO<sub>2</sub>max em prova, estão expressos na tabela 1. O gráfico 1 mostra a diminuição do VO<sub>2</sub>max a medida em que se aumenta o tempo de prova (resultado de cada indivíduo).

**Tabela 1.** Resultados do teste de corrida 3200m (Km/h), do cálculo do VO<sub>2</sub>max (ml/Kg.min.), da velocidade do VO<sub>2</sub>max (vVO<sub>2</sub>max), da colocação na Corrida 22 de Agosto, do tempo gasto para percorrer a prova (min. e seg), do cálculo do ritmo médio de prova (Km/h) e do cálculo de sustentação do VO<sub>2</sub>max em prova (sVO<sub>2</sub>max).

N	Teste (Km/h)	VO <sub>2</sub> max (ml/kg.min)	vVO <sub>2</sub> max (Km/h)	Colocação	Tempo (Min:seg)	Prova (km/h)	sVO <sub>2</sub> max (%)
1	21,02	72,55	20,72	1	31:50	18,85	90,9
2	19,86	69,72	19,92	3	32:47	18,3	91,86
3	18,73	61,69	17,62	4	32:58	18,2	103,29
4	18,49	65,96	18,84	18	37:02	16,2	85,98
5	18,95	66	18,85	19	37:08	16,16	85,72
6	16,11	55,22	15,77	24	38:33	15,56	98,66
7	15,16	58,56	16,73	41	42:16	14,2	84,87
Média	18,33	64,24	18,35	-	-	16,78	91,61
DP:	2,04	6,12	1,75	-	-	1,70	7,05



**Figura 2.** O gráfico mostra a relação do VO2max em (ml/kg.min) de cada sujeito (N) em função do respectivo tempo de prova em (minutos, segundos).

Houve correlação de - 0,70 entre o resultado do VO2max expresso em ml/kg.min e o tempo de prova (min:seg) de cada indivíduo e correlação de 0,90 entre o ritmo médio de prova e teste.

### Discussão

Comparando-se os valores do VO2max dos indivíduos testados aos respectivos resultados de cada um na Corrida de 10 km 22 de Agosto, nota-se uma alta correlação inversa (-0,70), mostrando que na maioria dos indivíduos, o VO2máx foi determinante do resultado da prova, ou seja, quanto maior o consumo máximo de oxigênio, menor o tempo de prova e, conseqüentemente, a colocação de cada um. Houve também uma alta correlação (0,90) entre o ritmo médio da corrida de 10 km e o ritmo médio no teste de 3.200 metros.

Muitos estudos analisaram, além do VO2max, o limiar anaeróbio (LAN) de atletas, encontrando alta correlação com o desempenho de prova na distância de 10 km, Segundo Coetzer et al. (1993), a porcentagem do VO2max sustentado durante esse tipo de prova parece ser dependente do LAN. Baseando-se em estudos de Lacour et al. (1991) que encontraram valores do LAN de 86.6% do Vo2máx em grupo de atletas bem treinados e McArdle et al. (1996), os quais observaram valores de 80 a 90% do VO2max em atletas bem treinados e de elite de nível internacional, estima-se que o LAN do grupo estudado esteja em torno de 80% a 85% do VO2max. Segundo estudos de Morgan et al. (1989), Coyle et al. (1991), Jones & Doust

(1998), o LAN demonstrou ser bom indicador de desempenho em provas de resistência, sendo responsável por grande parte da variação de performance entre indivíduos de mesmo nível esportivo.

A prova foi percorrida com média de 91,61% da vVO2max, valor próximo aos encontrados por Fallowfield & Wilkinson (1999) (sustentação de 92% da vVo2máx encontrada em corredores de elite), Péronnet & Thibault citados por Tubino & Moreira (1987) (sustentação de 92,3% do VO2max para os 10 km) e por Scrimgeour et al. (1986), que encontraram valores de sustentação próximos de 90% da vVO2max em grupos de corredores treinados em diferentes volumes (abaixo de 60 km por semana, 100 km por semana e acima de 100 km por semana). Neste último, mesmo com volumes distintos de treinamento, não foram observadas diferenças no percentual sustentado do VO2max na distância de 10 km.

### Conclusão

O VO2max pode ser um bom preditor de performance em provas de 10 Km, principalmente quando utilizado em grupos homogêneos (mesma idade e especialidade de prova), sendo que o grupo em média sustentou valores próximos de 90% do Vo2máx, valor semelhante ao encontrado em outras pesquisas. Entretanto, houve variação em alguns resultados e, dessa forma, outras variáveis, como o limiar anaeróbio, podem determinar variações no desempenho competitivo na distância estudada. Assim, além do Vo2máx, outras variáveis devem ser consideradas para que se possa minimizar possíveis erros na predição da performance de determinado atleta.

Para um esclarecimento mais preciso sobre a predição de performance em corridas de média e longa distância, pesquisas analisando o limiar anaeróbio, especialmente em grupos mais homogêneos em relação à idade, nível de treinamento e especialidade de prova devem ser realizadas.

### Referências bibliográficas:

BARBANTI, V.J. **Teoria e prática do treinamento desportivo**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.

BILLAT, V.; FLECHET, B.; PETIT, B.; MURIAUX, G.; KORALSZTEIN J.P. Interval training at VO2max: effects on aerobic performance and overtraining markers. **Med Sci Sports Exerc.**, v.3 p.156-63, 1999.

BILLAT, V.; RENOUX, J.C.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; KORALSZTEIN, P. Reproducibility of running time to exhaustion at VO2max in subelite runners.

**Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.26, p.254-7, 1994.

BILLAT V.; Interval training for performance: A scientific and empirical practice special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: Aerobic interval training. **Sports Med**, v.31, p.13-31, 2001.

COETZER, P.; NOAKES, T.D.; SANDERS, B.; LAMBERT, M.I.; BOSCH, A.N.; WIGGINS, T.; DENNIS, S.C. Superior fatigue resistance of elite black South African distance runners. **Journal of Applied Physiology**, v.75, p.1822-1827, 1993.

COYLE, E.F.; FELTNER, M.E.; KAUTZ, S.; HAMILTON, M.T.; MONTAIN, S.J.; BAYLOR, A.M.; ABRAHAM, L.D.; PETREK, G.W. Physiological and biochemical factors associated with elite endurance cycling performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, p.93-107, 1991.

DENADAI, B.S.; ORTIZ, M.J.; MELLO, M.T. Índices fisiológicos associados com a "performance" aeróbia em corredores de "endurance": efeitos da duração da prova. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.10, n.5, set./out., 2005.

\_\_\_\_\_. Validade da velocidade crítica para a determinação dos efeitos de treinamento no limiar anaeróbio em corredores de endurance. **Revista Brasileira de Ciências do Desporto**, v.3, n.1, p.16-23, 2003.

\_\_\_\_\_. Avaliação aeróbia: Consumo máximo de oxigênio ou resposta do lactato sanguíneo? In: DENADAI B. S.(Ed.). **Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo**. Rio Claro: Motrix, 2000, p.3-24.

FALLOWFIELD, J.L.; WILKINSON, J.L. **Improving sports performance in Middle and Long-Distance Running**. Chichester: John Wiley and Sons, 1999.

JACKSON A.S.; BEARD E.F.; WIER L.T.; ROSS R.M.; STUTEVILLE J.E.; BLAIR S.N. Changes in aerobic power of men ages 25-70 yr. **Med. Sci. Sports Exerc**, v.27, p. 113-120, 1995.

JONES, A.M.; DOUST, J.H. The validity of the lactate minimum test for the

determination of the maximal lactate steady state. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, v.30, p.1303-1313, 1998.

LACOUR, J.R.; PADILLA-MAGUNACELAYA, S.; BARTHELEMY, J.C.; DORMOIS, D. The energetics of middledistance running. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.60, p.38-43, 1990.

LACOUR, J.R.; PADILLA-MAGUNACELAYA, S.; CHATARD J.C.; ARSAC L.; BARTHELEMY, J.C. Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. **European Journal of Applied physiology**, v.62, p.77-82, 1991.

MACEDO I.F.; DUARTE C.R.; MATSUDO V.K.R. Análise da potência aeróbica em adultos de diferentes idades. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.1, p.7-13, 1987.

MACHADO, C.E.P.; CAPUTO, F.; DENADAI, B.S. Intensidade de exercício correspondente ao VO2max durante o ciclismo: análise de diferentes critérios em indivíduos treinados. **Rev. bras. Educ. Fís. Esp.**, São Paulo, v.18, n.4, p.333-41, out./dez. 2004.

MARINS, J.C.B.; GIANNICHI, R.S. **Avaliação e prescrição de atividade física - guia prático**. 3. ed. São Paulo: Shape, 2003.

MCARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Exercise physiology: Energy, nutrition, and human performance**. Baltimore: Williams & Wilkins. 1996.

MORGAN, D.W.; BALDINI, F.D.; MARTIN, P.E.; KOHRT, W.M. Ten kilometer performance and predict velocity at VO2max among well-trained male runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.21, p.78-83, 1989.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T.; **Fisiologia do exercício** : teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3. ed. São Paulo: Manole, 1997.

SCRIMGEOUR, A.G.; NOAKES, T.D.; ADAMS, B.; MYBURGH, K. The influence of weekly training distance on fractional utilization of maximum aerobic capacity in marathon and ultramarathon runners. **Eur. J. Appl. Occup. Physiol.**, v.55, n.2, p.202-9, 1986.

SPENCER M.R.; GASTIN P. B. Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. **Medi Sci Sports Exerc.**, v. 33, p.157-62, 2001.

TANAKA K.; MATSUURA Y.; MATSUZAKA A.; HIRAKOBA K.; KUMAGAI S.; SUN S. O. et al. A longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance running performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.16, p. 278-82, 1984.

TUBINO, M.J.G; MOREIRAS.B. **Metodologia do treinamento desportivo**. 13. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B.; KOYLE, S.; BEAVER, W. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.35, n.2, p.236-43, 1973.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**. 9. ed. São Paulo: Manole, 1999.

WILLIAMS & WILKINS. **Guidelines for exercise testing and prescription**. 5. ed. Philadelphia: American College of Sports Medicine, 1995.

WILMORE, J.H.; DAVID, L.C. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2. ed. Barueri: Manole, 2001.

**Title:**

**ANALYSIS OF MAXIMAL OXYGEN UPTAKE IN ATHLETES PARTICIPATING IN A 10 KM STREET RACE.**

**Abstract:**

*The objective of this study was to analyze the maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub>max), the velocity of VO<sub>2</sub>max (vVO<sub>2</sub>max) and the calculation of the percentage of the VO<sub>2</sub>max supported during a race of athletes (sVO<sub>2</sub>max) of athletes who participated in the street race of 10 km 22 de Agosto, utilizing it to predict the performance and to relate it to the respective time and place of the individual in the race. 7 individuals were analyzed, all of them were athletes that had participated in the race with the average age of 28,42 ± 9,07 years old and average weight of 63 ± 7,07 kg, that fulfilled the Ribilsk & Kochodorian test race of 3200 meters to estimate the VO<sub>2</sub>max, having obtained an average*

*of 64,24 ± 6,12 ml/kg.min. The vVO<sub>2</sub>max average was 18.35 ± 1.75 km / h, the average speed of the race was 16.78 ± 1.70 km / h, the average speed of the test was 18.33 ± 2.04 km / h, and sVO<sub>2</sub>max was 91.61 ± 7.05%. The results show a decrease of the VO<sub>2</sub>max proportionally in relation to the time increase of the race, existing also a high correlation between the pace level of the race and the pace level of the test (0,90). The race was performed with an average of 91.61% of the VO<sub>2</sub>max, being these values near to those found by Péronnet & Thibault, mentioned by Tubino & Moreira (1987). We can conclude that the VO<sub>2</sub>max can be good to predict performance in the 10 km race, however other variables, such as the anaerobic threshold, should be considered in the attempt to explain some changes of the performance especially in heterogeneous groups. Considering these results, new researches should be developed for a greater validity in the predictor of the distance performance studied.*

**Keywords:** Maximal Oxygen Uptake, Street Race, Performance.