

## Perfil cardiopulmonar de corredores de rua atletas e não atletas caracterizados por nível de desempenho esportivo

### Cardiopulmonary profile of street runners

PEREZ AJ, MILAGRE ED, CARLETTI L, GOMES KB, LOURENÇO TF, FORTES LS. Perfil cardiopulmonar de corredores de rua atletas e não atletas caracterizados por nível de desempenho esportivo. *R. bras. Ci. e Mov* 2018;26(1):105-115.

**RESUMO:** Na literatura existem estudos relacionados ao desempenho cardiopulmonar de corredores de rua, no entanto, nenhum deles os comparou considerando diferentes níveis de desempenho. O objetivo foi identificar o perfil cardiopulmonar no teste de esforço máximo de corredores de rua capixabas. Foram avaliados 59 indivíduos com idade entre 20 e 45 anos (ambos os sexos), classificados em três grupos homogêneos a partir de um ranking em provas de corrida de rua: elite (GE), amador (GA) e não atleta (GNA). Todos passaram por um teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) com protocolo de rampa em esteira, sendo analisado nas fases do limiar anaeróbio ventilatório (LAV), ponto de compensação respiratória (PCR) e máximo (MÁX). Comparou-se os três grupos por análise de variância de uma via (one-way ANOVA), seguida do teste post-hoc de Tukey ( $p < 0.05$ ). Houve diferenças significativas entre os grupos em relação ao  $VO_2$  (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) e velocidade no LAV, PCR e MÁX em ambos os sexos, sendo entre os homens os valores superiores para os grupos com maior nível de desempenho (GE>GA>GNA), e entre as mulheres, GE foi semelhante a GA, diferindo apenas de GNA. Não houve diferenças entre os grupos para  $VO_2$  (L.min<sup>-1</sup>), frequência cardíaca (FC) e razão da troca respiratória (RTR), em ambos os sexos. Os dados sugerem que apesar de a capacidade aeróbia máxima e submáxima ter sido superior para os grupos com maior nível de desempenho entre os homens, para as mulheres não há diferença entre GE e GA, bem como entre GA e GNA, as variáveis mensuradas nesta pesquisa remetem a um cuidado especial para o planejamento de treinos de corrida para os diferentes grupos. Além disso, diferente do GE masculino, corredoras de rua capixaba não atingiram nível de desempenho de alto rendimento.

**Palavras-chave:** Desempenho atlético; Teste de esforço; Corrida.

**ABSTRACT:** A large number of studies in the literature relate to runners' performance. However, none investigated the performance level of street runners. The main objective was to identify the cardiopulmonary profile via a maximum effort test of the street runners. Fifty-nine street runners aged 20-45 (both sexes) were evaluated and divided into three homogeneous groups determined by their rank in street running events: elite (EG), amateur (AG) and non-athlete (NAG). All underwent a cardiopulmonary exercise test (CPX) using a ramp protocol treadmill, being analyzed in the phases of ventilatory anaerobic threshold (VAT), respiratory compensation point (RCP), and maximum (MAX). Comparisons were made between the three groups by analysis of variance (ANOVA), followed by post-hoc Tukey ( $p < 0.05$ ). There were significant differences between groups with respect to  $VO_2$  (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) and speed in the VAT, RCP, and MAX in both sexes. Men yielded higher values for the groups with the highest performance level (EG>AG>NAG), among women, EG was similar to AG, differing only with NAG. There were no differences between groups for  $VO_2$  (L.min<sup>-1</sup>), heart rate (HR), and respiratory exchange ratio (RTR) in both sexes. Respiratory efficiency and performance characteristics (speed) among men were found to be superior in the groups with the highest performance level. Among women, there was no difference between EG and AG, as well as between AG and NAG. The variables measured in this study refer to special running training programs for different groups. Besides that, different the male EG, street runners female not achieve high level of performance efficiency.

**Key Words:** Athletic performance; Exercise test; Race.

Anselmo José Perez<sup>1</sup>  
Elaine Dalman Milagre<sup>1</sup>  
Luciana Carletti<sup>1</sup>  
Kamilla Bolonha Gomes<sup>1</sup>  
Thiago F. Lourenço<sup>2</sup>  
Leonardo Sousa Fortes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Campinas

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pernambuco

## Introdução

A corrida de rua é uma das modalidades do atletismo que surgiu na Inglaterra no século XVIII, expandiu-se para a Europa e América do Norte e, se popularizou após a primeira maratona olímpica, em 1896 na Grécia<sup>1</sup>. No Brasil, em 1925 foi disputada pela primeira vez uma das provas mais tradicionais de corrida de rua, a São Silvestre, chegando a 27,5 mil inscritos em sua última edição<sup>2</sup>.

O desempenho em modalidades de longa duração como a corrida de rua, pode ser relacionado ao consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2MÁX}$ )<sup>3-5</sup>. No entanto, em grupos homogêneos o desempenho dos atletas aumenta sem aumento concomitante no  $VO_{2MÁX}$ , indicando que outros fatores complementares também podem ser determinantes para o desempenho<sup>6</sup>. Durante corrida de longa distância os corredores de elite são capazes de sustentar uma alta taxa de  $VO_{2MÁX}$  por períodos prolongados<sup>3-5</sup>. Isto motivou a comunidade científica a buscar relação entre o desempenho em exercícios de resistência e os parâmetros fisiológicos submáximos, dentre eles: o limiar anaeróbio ventilatório (LAV)<sup>7</sup> e o ponto de compensação respiratório (PCR)<sup>8</sup>. Esses são quantificados por meio de teste de esforço máximo com a utilização de sistema metabólico, onde é possível identificar alterações nas trocas gasosas em decorrência do aumento progressivo da taxa de trabalho e da acidose láctica<sup>9</sup>, e isso pode ser útil para determinar intensidades específicas de treinamento.

Por meio desses parâmetros fisiológicos de desempenho, é possível caracterizar os corredores de rua a partir do nível de rendimento, quanto ao perfil bioenergético e fatores fisiológicos específicos da corrida de longa distância em atletas de elite<sup>5,8</sup>, amadores<sup>10</sup> e não atletas<sup>11</sup>.

Nessa perspectiva de caracterização dos sujeitos da corrida de rua, considera-se atleta todos aqueles que participam de competições e buscam o seu rendimento máximo, sendo identificados por níveis de desempenhos de acordo com as suas colocações e desempenhos. Já os não atletas, aqueles que treinam e correm as provas com o objetivo de saúde e lazer, sem a preocupação com rendimento máximo ou disputa de colocações<sup>12</sup>.

Todavia os desenhos de estudos têm analisado grupos homogêneos compostos por atletas de elite e amadores sem que haja comparação entre estes<sup>5,8,10</sup>. Dessa forma, a proposta desse estudo é apresentar os perfis cardiopulmonares e antropométricos de corredores de rua capixabas de ambos os sexos, considerando os seus níveis de desempenho atlético. Isso permitirá compará-los com os dados publicados na literatura, de modo a contribuir para a criação de valores de referência para essa população.

## Material e métodos

### *Amostra*

Foram avaliados 59 corredores de rua, moradores do Estado do Espírito Santo, Brasil, treinados há pelo menos seis meses em corrida de rua (idade 20-45 anos), de ambos os sexos, convidados a partir de um *ranking*, com base em 43 provas de corrida de rua no ano de 2013 no estado do Espírito Santo em distâncias de 10 km até meia maratona. O *ranking* foi construído por meio de pontuações atribuídas conforme a colocação que cada participante obtinha nas corridas visando agrupá-los em três grupos homogêneos por nível de desempenho, sendo eles: grupo de corredores de elite (GE), grupo de corredores amadores (GA), e grupo de corredores não atletas (GNA), sendo este último formado por corredores que participaram das corridas incluídas no *ranking*, porém não pontuaram em nenhuma das provas. Aqueles denominados amadores não tiveram participação nas premiações para os vencedores das provas, esporadicamente podendo receber alguma premiação em dinheiro quando se encontrava no regulamento para vencedores de categoria.

### *Avaliação antropométrica*

A avaliação antropométrica foi constituída de peso, estatura (balança e estadiometro da marca Marte LTDA, modelo LC 200, 2009, Santa Rita do Sapucaí), em que foi possível calcular o índice de massa corporal (IMC - kg/altura<sup>2</sup>).

Além disso, realizaram-se medidas de dobras cutâneas (adipômetro Cescorf, Mitutoyo com precisão de 0,1 mm), com avaliação do percentual de gordura por meio do protocolo das sete dobras cutâneas<sup>13</sup>.

#### *Aspectos éticos do estudo*

O protocolo de estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Ufes – Campus Goiabeiras, sob o número 261.897, e CAAE de número 13769613.9.0000.5542 (Plataforma Brasil), em conformidade com a declaração de Helsinque de 1975.

#### *Teste cardiopulmonar de exercício - tcpe*

O corredor inicialmente passou por um eletrocardiograma (ECG) de repouso, nas 12 derivações convencionais, realizado pelo médico cardiologista, para investigar a existência de anormalidades que pudessem inviabilizar a participação no teste cardiopulmonar de exercício (TCPE). Em seguida, em pé na esteira, eram acoplados os eletrodos para registro e interpretações do ECG (CM5, D2M, V2M) e o acompanhamento da frequência cardíaca (FC) em esforço. O sistema metabólico utilizado foi o CórteX Metalyser 3B (Leipzig, Alemanha), e a esteira uma Super ATL (Inbrasport, Porto Alegre). Uma máscara facial de silicone era ajustada para o rosto de cada participante, permitindo a respiração pela boca e pelo nariz e esta era conectada ao pneumotacômetro (turbina Triple-V®, digital, de uso contínuo para medida do fluxo de ar e análise dos gases expirados). Era feito a calibração do sistema antes dos testes como orientado pelo fabricante.

Para os testes foi utilizado o protocolo de rampa com 1% de inclinação (estágios de 10 segundos, cada um aumentando em 2,0 km/h no GE masculino e em 1,8km/h no GE feminino, enquanto aumentava em 1,6 km/h nos grupos GA e GNA de ambos os sexos) em tempo estimado entre 8 e 12 minutos, com velocidades iniciais e estimativas da velocidade final variando de acordo com o nível de desempenho dos participantes, sendo: GE masculino de 8 a 20 km/h; GE feminino de 8 a 18 km/h; GA masculino 8 a 18 km/h; GA feminino 6 a 15 km/h; e GNA masculino 5 a 15 km/h; e GNA feminino 5 a 14 km/h. Todavia, os participantes eram instruídos a interromper o teste por exaustão voluntária. Aos corredores era perguntado sobre qual o seu último resultado em prova de 10 km, o que auxiliava na identificação da velocidade do protocolo. A temperatura da sala de teste foi mantida por meio de ar condicionado em 22°C. Essas orientações seguiram as normas da Sociedade Brasileira de Cardiologia<sup>14</sup>.

Os critérios para aceitar o teste como máximo seguiram orientação do proposto na literatura<sup>15</sup> e incluíram: a) exaustão voluntária; b) atingir 90% da frequência cardíaca máxima prevista no teste, dado pela fórmula 220-idade; c) razão de troca respiratória (RTR) igual ou acima de 1.1.

O LAV foi determinado sempre pelos mesmos dois avaliadores e em caso de discordância um terceiro parecer era solicitado, utilizando como critério o método visual da perda da linearidade da relação entre o consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono (V-Slope)<sup>16</sup>. Para apoiar a confirmação do LAV pelo V-slope também foi utilizado como critério o ponto mais baixo do equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO<sub>2</sub>) antes da elevação sustentada, sem aumento concomitante do equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO<sub>2</sub>)<sup>17</sup>, além da identificação do ponto mais baixo da Pressão Parcial de O<sub>2</sub> (PO<sub>2</sub>). O PCR foi determinado pelo: a) aumento na VE/VO<sub>2</sub>, b) concomitante aumento não linear da VE/VCO<sub>2</sub> e c) diminuição na Pressão Parcial de CO<sub>2</sub> (PCO<sub>2</sub>)<sup>16</sup>.

#### *Análise estatística*

Para a análise estatística (*Statistic versão 10.0*) foram utilizados recursos da estatística descritiva (média, desvio padrão) para as medidas antropométricas e para as variáveis cardiorrespiratórias no LAV, PCR e MÁX nos níveis de desempenho GE, GA e GNA em ambos os sexos. Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) de uma via para as comparações das variáveis cardiorrespiratórias intergrupo para ambos os sexos. O teste *post hoc* de Tukey foi usado para

comparar as diferenças entre os grupos, e o teste de Kruskal Wallis one way e método de Dunn, quando os dados não passaram pela normalidade, no caso da velocidade e PCR das corredoras. O nível de  $p < 0,05$  foi usado para determinar as significâncias estatísticas.

## Resultados

As características antropométricas e etárias dos corredores de rua dos sexos masculino e feminino são apresentadas na Tabela 1. É possível observar valores significativamente menores da massa corporal e percentual de gordura de acordo com o maior nível de desempenho dos atletas do sexo masculino, o que não ocorre entre as mulheres.

**Tabela 1.** Caracterização antropométrica e etária dos grupos masculinos.

	Grupos	N	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	% G
MASCULINO	GE	8	30±5,5	60±5,6*	170,2±5,7	8±1,8*
	GA	13	32±7	66,1±8,1**	174,6±6	11±2,7**
	GNA	13	32,5±8	79,9±10,8	175±5,7	17,7±5,3
FEMININO	GE	7	32±8,6	55,1±7,6	160,5±7,6	18,34±4,4
	GA	8	36,8±8,8	60±2,7	160,7±2,8	20,4±5,13
	GNA	10	32,3±6,4	59,7±6,3	160,1±5,5	22,64±5,12

Valores em média ± DP.  $p < 0,05$ . ANOVA one way (\*diferença significativa entre GE e GNA. \*\*Diferença significativa entre GA e GNA). %G= Percentual de Gordura Corporal.

As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam dados do presente estudo e alguns trabalhos da literatura que mostraram valores (média ± DP) para as variáveis: frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e velocidade nos parâmetros do TCPE (LAV, PCR e MÁX) para grupos de corredores de elite (Tabela 2), grupos de corredores amadores (Tabela 3) e grupo de corredores não atletas (Tabela 4) em ambos os sexos.

Para o sexo masculino foram observadas diferenças para as variáveis  $VO_2$  ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) em todos os momentos do TCPE, o mesmo pode ser observado para velocidade (Vel) ( $km.min^{-1}$ ) sendo valores superiores para os níveis com maior nível de desempenho, ou seja,  $GE > GA > GNA$ . Em relação às outras variáveis, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos (Figura 1 e 2).

Em relação ao sexo feminino pode-se observar diferenças significativas para as variáveis  $VO_2$  ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) e Vel ( $km.min^{-1}$ ) em todas as fases do TCPE. No LAV os valores de  $VO_2$  ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) foram superiores para GE em comparação aos outros dois grupos, onde GA e GNA obtiveram valores semelhantes. No PCR os dados foram superiores para GE e GA em relação à GNA, não apresentando diferença quando comparados entre si. Na fase máxima (MÁX), GE apresentou valores superiores quando comparado a GNA, contudo não houve diferenças entre GE e GA, assim como entre GA e GNA (Figura 1 e 2).

Ainda na Figura 1 e 2, quanto a Vel, a amostra do sexo feminino no LAV apresentou valores mais elevados para GE em comparação aos outros grupos, em que GA e GNA não apresentaram diferenças significativas. No PCR e MÁX o GE apresentou valores superiores em relação ao GNA, no entanto não houve diferenças entre GE e GA, assim como entre GA e GNA.

**Tabela 2.** Valores de referência para corredores de elite (GE).

	Autores							
	BILLAT <i>et al.</i> 2003	BILLAT <i>et al.</i> 2003	ESTEVE-LANA O <i>et al.</i> 2007	RABADAN <i>et al.</i> 2011	SEILER <i>et al.</i> 2006	SALTIN e ASTRAND, 1967	Presente Estudo	Presente Estudo
Sexo	M	F	M	M	M	M	M	F
N	13	7	6	32	12	5	8	7
VO <sub>2LAV</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	-	-	-	54,2±7	54±2	-	52,3±9,1	41,4±5,7
%VO <sub>2LAV</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) <sup>1)</sup>	-	-	-	-	74±2	-	75,6±10,4	82,3±6,9
FC <sub>LAV</sub>	-	-	147±4	156±12	161±9	-	152±10,1	155,86±12,3
Velocidade <sub>LAV</sub> (kmh <sup>-1</sup> )	22,7±06	16,8±0,8	13,7±0,6	15,4±1,4	-	-	16±1,8	12,3±1,8
VO <sub>2PCR</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	-	-	-	66,8±7,2	65±4	-	61,6±6,7	45±4,3
%VO <sub>2PCR</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) <sup>1)</sup>	-	-	-	-	89±2	-	89,2±7,3	90±5,3
FC <sub>PCR</sub>	-	-	171±4	176±9	181±8	-	171±7	172,3±10,6
Velocidade <sub>PCR</sub> (km.h <sup>-1</sup> )	21,4±0,4	18,3±0,5	17,8±0,6	19,2±0,9	-	-	19,2±1,5	14,2±1,3
FC <sub>PCR</sub>	-	-	171±4	176±9	181±8	-	171±7	2,7±0,2
Velocidade <sub>PCR</sub> (km.h <sup>-1</sup> )	21,4±0,4	18,3±0,5	17,8±0,6	19,2±0,9	-	-	19,2±1,5	14,2±1,3
VO <sub>2MAX</sub> (L.min <sup>-1</sup> )	-	-	68,6±2,4	-	5,3±0,5	-	4,1±0,3	2,7±0,2
VO <sub>2MAX</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	78,4±2,1	68,6±1,1	-	71,6±5	73±4	77,5	69,1±4,9	50,4±6,6
FC <sub>MAX</sub>	186±5	185±7	191±4	191±8	198±9	189,4	181,6±10,7	182,1±5,6
Velocidade <sub>MAX</sub> (kmh <sup>-1</sup> )	22,7±0,6	19,9±0,4	21,1±0,7	22,2±0,7	-	-	22,1±1,8	16,5±1,4

N= número da amostra; M= sexo masculino; F= sexo feminino.

**Tabela 3.** Valores de referência para corredores atletas amadores (GA).

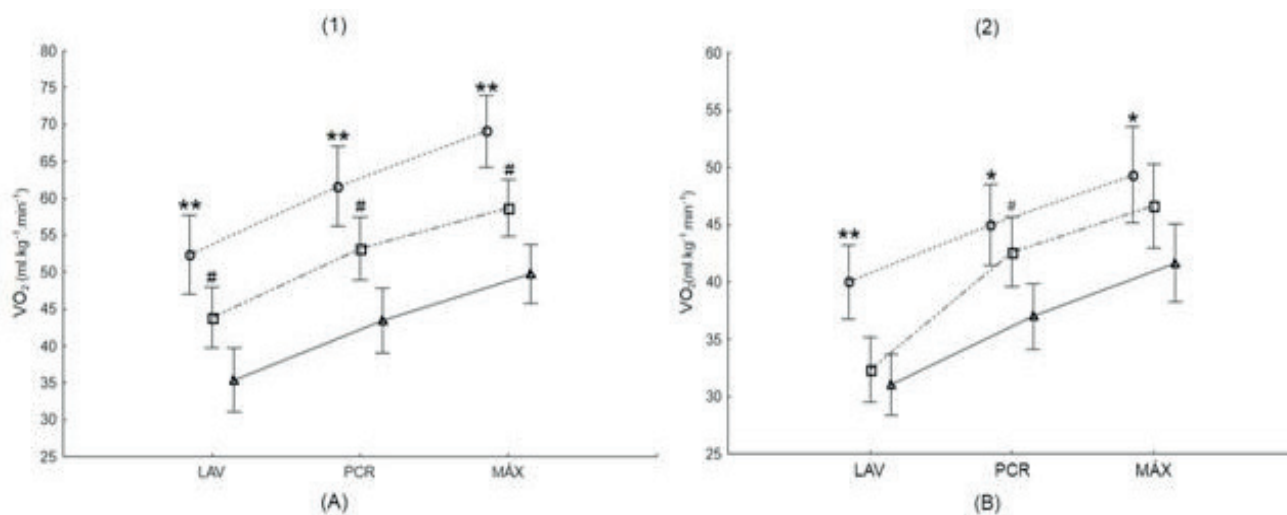
	Autores						Presente Estudo	Presente Estudo
	BAUMAN <i>et al.</i> 2012	BERTUZZI <i>et al.</i> 2012	HAGAN <i>et al.</i> 1987	MAUGHAN e LEIPER, 1983	MAUGHAN e LEIPER, 1983			
Sexo	F	M	F	M	F	M	F	
N	13	20	16	18	10	13	8	
%VO <sub>2LAV</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	74,5±7,8	-	-	-	-	74,7±8,8	69,6±5	
FC <sub>PCR</sub>	-	168±7	-	-	-	173,8±13	171,5±11	
Velocidade <sub>PCR</sub> (km.h <sup>-1</sup> )	-	15±1	-	-	-	16,5±2,2	13,4±1	
VO <sub>2MAX</sub> (L.min <sup>-1</sup> )	-	-	-	4,0±0,56	3,02±0,44	3,8±0,4	2,7±0,2	
VO <sub>2MAX</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	54,24±5,88	54,7±4,9	58,7±5,9	60,6±9,7	51,6±6,4	58,6±6	46,6±4,5	
FC <sub>MAX</sub>	-	180±11	-	-	-	187±11	177,5±11	
Velocidade <sub>MAX</sub> (km.h <sup>-1</sup> )	-	18±1	-	-	-	19,6±1,2	15,1±1	

N= número da amostra; M= sexo masculino; F= sexo feminino.

**Tabela 4.** Valores de referência para corredores não atletas (GNA).

	Autores						Presente Estudo	Presente Estudo
	LOFTIN <i>et al.</i> 2007	LOFTIN <i>et al.</i> 2007	CAPUTO <i>et al.</i> 2003	HAGAN <i>et al.</i> , 1987				
Sexo	M	F	M	F	M	F		
N	10	10	11	19	13	10		
VO <sub>2LAV</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	40,7+6,5	32,2+6,2	-	-	34,4+7,9	30,6+3,7		
%VO <sub>2LAV</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	76,2+6,1	75,1+5,1	-	-	69,8+7,7	73,3+9,7		
VO <sub>2MAX</sub> (L.min <sup>-1</sup> )	3,8+0,3	2,54+0,4	-	-	2,6+0,4	2,5+0,2		
VO <sub>2MAX</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	52,6+5,5	41,9+6,6	43,5+7	54,7+6	49,1+8,4	42+3,9		
FC <sub>MAX</sub>	-	-	199,1+7,1	-	185,1+11,3	177,8+16,0		
Velocidade <sub>MAX</sub> (km.h <sup>-1</sup> )	-	-	12,8+1	-	16,2+2	13,8+1		

N= número da amostra; M= sexo masculino; F= sexo feminino.



**Figura 1.** Consumo de oxigênio relativo referente às fases do TCPE (LAV,PCR e MÁX).

Valores absolutos em média  $\pm$  DP (A e B). (1) corredores de rua do sexo masculino. (2) Corredores de rua do sexo feminino. Sendo O GE  $\square$ , GA  $\triangle$  e GNA. \*GE significativamente diferente do GNA ( $p < 0,05$ ); \*\*GE significativamente diferente do GA e do GNA ( $p < 0,05$ ); # GA significativamente diferente do GNA ( $p < 0,05$ ); ## GE significativamente diferente do GA ( $p < 0,05$ ).

Os cálculos relativos ao percentual do VO<sub>2</sub>máx em que os grupos masculinos se encontravam em relação ao LAV e ao PCR foram para GE, GA e GNA, respectivamente: 75,6 $\pm$ 9,9% e 89,7 $\pm$ 7,6; 61,9 $\pm$ 17,1% e 72,1 $\pm$ 18,6; 58,4 $\pm$ 13,9% e 74,3 $\pm$ 20,1. Apesar dos diferentes percentuais a duração de tempo para se chegar ao tempo final do consumo máximo de oxigênio, tendo PCR até o final entre um minuto e meio a dois minutos para os corredores dos três grupos. Já para o sexo feminino os percentuais foram: 63,2 $\pm$ 26,2% e 73,8 $\pm$ 23,0; 65,7 $\pm$ 13,1% e 85,8 $\pm$ 16,3; 53,0 $\pm$ 20,7% e 60,4 $\pm$ 25,9, com duração entre PCR e o tempo final de teste variando entre dois e dois minutos e meio entre as corredoras dos três grupos.

## Discussão

As variáveis cardiopulmonares e antropométricas são indicativas de nível de desempenho entre GE, GA e GNA. As variáveis VO<sub>2</sub> (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), Vel (km.h<sup>-1</sup>) assumem valores superiores para os grupos com maior nível de desempenho, entretanto essa relação é inversamente proporcional quando se trata de peso corporal e percentual de gordura. Isso pode ser observado nos corredores do sexo masculino, onde os resultados se equivalem aos relatos da literatura internacional. Todavia essa tendência não foi observada entre corredores do sexo feminino. Além desse achado, o trabalho apresenta valores de referência para corredores de diferentes níveis de desempenho.

É importante destacar que em função de divergências metodológicas (diferenças quanto ao perfil da amostra e ergômetro) não foram encontrados na literatura estudos que permitissem uma comparação direta com os dados do presente trabalho. Portanto, as comparações utilizadas nesse estudo, partem da análise de pontos em comum e devem ser vistas com cautela. Além disso, há limitações a serem consideradas tanto em relação ao número de corredores avaliados para ser representativos da população, apesar de não interferirem no poder estatístico para comparação dos grupos, quanto no desenho do estudo que não possibilitou acompanhamento dos treinamentos e das planilhas dos corredores e corredoras.

Nesse contexto, com base na literatura disponível em relação às características antropométricas, o desempenho de atletas de endurance está relacionado à massa corporal e percentual de gordura<sup>18</sup>, onde os melhores corredores de provas de 10 quilômetros possuem valores baixos de dobra cutânea e são mais leves<sup>19,20</sup>. Essas afirmações corroboram com os achados para os corredores do sexo masculino, em que é possível observar que essas variáveis são inversamente proporcionais ao nível de desempenho demonstrando normalidade com os achados na literatura, diferente do que foi visto para o sexo feminino.



Considerando as variáveis cardiorrespiratórias, houve semelhança em relação ao  $VO_{2LAV}$   $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  entre os dados da literatura para GE<sup>8,21</sup> e GNA<sup>22,23</sup>, entretanto não foram encontrados relatos relacionados a esta variável para GA. Estes estudos apresentaram dados que caracterizam atletas de elite com valores superiores comparados aos não atletas, como foi observado valores mais elevados de GE em relação a GNA. Entre as mulheres, GE também apresentou valores superiores comparados a GA e GNA, contudo não foram encontrados resultados comparativos para esse achado, apenas que GNA possui valores que corroboram com os achados na literatura<sup>22</sup>.

Em relação ao  $VO_{2PCR}$   $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  não foram encontrados na literatura informações que permitam comparações dos resultados encontrados entre os diferentes desempenhos dos grupos, no entanto os valores para GE masculino concordam com os dados já publicados<sup>8,10</sup>, caracterizando repostas dentro do esperado para este nível de desempenho.

Na literatura, os valores de  $VO_{2MAX}$  ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) são diferentes quando se compara valores isolados de atletas de elite com não atletas, onde são mais elevados para corredores com maior nível de desempenho<sup>4,5,8,10,22-26</sup>, da mesma forma ocorreu entre os homens, sendo  $GE > GNA$ . Entretanto, entre os achados na literatura, não há diferença quando se compara amadores e elite, e amadores e não atletas<sup>8,10,21-24</sup>, com exceção para os dados de atletas de elite em nível mundial<sup>4,5,25</sup>, os quais possuem valores superiores aos achados relacionados ao amador relatados na literatura<sup>10,21,26</sup>, assim também como são superiores ao GE deste estudo e de outros relatos referente aos atletas de elite<sup>24</sup>. Nesse sentido, os valores de referência variam de 63,5 a 78,1  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  em atletas de elite de sucesso<sup>3</sup>, confirmando que um sistema de oxigênio altamente treinado é um pré-requisito para o sucesso no desempenho em competições de corrida.

A partir desses valores de referência, nota-se que GE possui  $VO_{2MAX}$  dentro de uma faixa próxima ao limite inferior, similares aos atletas de nível amador<sup>10,21</sup>. Para o feminino, a literatura também demonstra valores de  $VO_{2MAX}$  superiores para grupos com maior desempenho quando se compara valores isolados entre si<sup>5,21,22,26</sup>. O GE apresentou valores superiores comparados com GNA, contudo não é observado diferença quando confrontados com GA, contrapondo os dados da literatura, onde os valores são inferiores referentes ao GE<sup>5</sup> e semelhante ao nível amador<sup>21,26</sup>.

Para o  $\%VO_2$  no LAV, não houve diferenças significativas entre os atletas em todos os níveis de desempenho, de ambos os sexos, apresentando valores que correspondem aos dados encontrados na literatura para GE<sup>10</sup>, GA<sup>26</sup> e GNA<sup>22,23</sup>. Para o  $\%VO_2$  no PCR não foram encontrados dados na literatura para os níveis de desempenho amador e não atleta, contudo GE masculino corrobora com os achados da literatura<sup>10</sup>.

Para o  $VO_{2MAX}$  absoluto ( $L.min^{-1}$ ) os dados encontrados na literatura apresentaram diferenças em relação ao nível de desempenho quando comparados a valores isolados entre atletas de elite e não atletas<sup>4,5,8,10,21,24,26</sup>, sendo que, entre os homens, atletas de elite possuem valores superiores quando comparados com amadores e não atletas, entretanto não houve distinção entre amadores e não atletas, contrapondo aos achados do presente estudo. Entre as mulheres os valores isolados na literatura não diferenciam o grupo de amadores<sup>21</sup> e não atletas<sup>22</sup> para essa variável, assim como no presente estudo. Por outro lado, não foram encontrados dados que caracterizassem as atletas de elite. Destaca-se que essa variável apresenta dinâmica semelhante ao do  $VO_{2MAX}$  relativo ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ), todavia não há diferenças significativas, sendo possível argumentar que o peso corporal é um dos fatores de caracterização do desempenho<sup>18-20</sup>.

Quanto à Vel no LAV e no PCR ( $km.min^{-1}$ ), não há consenso entre os trabalhos encontrados na literatura para uma comparação com o atletas de elite do sexo masculino<sup>8,5,24</sup>. Não foram encontrados relatos na literatura para GA e GNA de ambos os sexos e GE feminino.

Para a Vel no PCR ( $km.min^{-1}$ ) de grupo amador<sup>10</sup> observam-se valores diferentes entre si, sendo a velocidade nessa fase superior para o grupo de elite, concordando com os dados do presente estudo, onde  $GE > GA$ . Não foram encontrados dados referentes ao GNA, assim como para os três grupos do sexo feminino.

Em relação à fase MÁX da Vel ( $km.min^{-1}$ ), os dados encontrados na literatura apresentaram diferenças em relação ao nível de desempenho quando comparamos valores isolados entre si<sup>5,8,10,23,24,27</sup>, demonstrando valores superiores



para sujeitos com maior desempenho, concordando com a afirmação que a carga de trabalho (velocidade) está relacionada com a performance, possuindo relação diretamente proporcional<sup>5</sup>, assim como os achados deste estudo, sendo entre os homens GE>GA>GNA. Não foram encontrados dados referentes aos três grupos do sexo feminino impossibilitando a classificação como valores dentro ou fora da normalidade.

Vale ressaltar que para garantir que os participantes do estudo fossem agrupados homogeneamente por nível de desempenho, foi construído o *ranking*, ou seja, nesse método de ranqueamento foi possível coletar valores que correspondessem de fato às características fisiológicas dos grupos os quais esses indivíduos foram inseridos. Entretanto, embora o *ranking* seja uma ferramenta extremamente viável, principalmente por se tratar de um método prático para identificar o nível de desempenho a que os corredores de rua pertencem, quando confrontados os dados referente a corredores do sexo feminino do presente estudo com os da literatura internacional não foi possível observar a mesma tendência encontrada no masculino. Isto sugere que por mais que a amostra tenha sido classificada por meio de pré-requisitos para elite ou amador, estas atletas poderiam não ser agrupadas dessa forma caso fossem ranqueadas juntamente com as participantes das pesquisas internacionais, ou seja, provavelmente não atingiriam os mesmos pré-requisitos. Uma hipótese para explicar essa característica diferenciada para o sexo feminino pode ser o fato de as corredoras de elite desse estado não possuírem concorrência tão forte nas provas de corrida de rua como ocorre no sexo masculino. Isso as deixaria em uma condição mais confortável, o que poderia exigir menos desempenho nos treinos. Além disso, estudar o sexo feminino e os desempenhos na corrida exige especificidades que deverão ser consideradas e aprofundadas e desenhos futuros<sup>28-30</sup>.

Além das inferências já apresentadas, possíveis explicações para os resultados encontrados nas diferenças entre os grupos de corredores referem-se aos efeitos do treinamento sobre as variáveis estudadas<sup>24,30-34</sup>, assim como possíveis diferenças socioculturais, psicológicas e genéticas<sup>35-40</sup>, que possibilitariam o desempenho diferenciado, talvez embutidos no desempenho caracterizado pelo *ranking* inicial do estudo. Essas variáveis de confusão, mas tão marcantes, devem ser focadas e controladas em futuras pesquisas para melhores conclusões.

## Conclusões

Os resultados do presente estudo sugerem que o perfil dos corredores capixabas do sexo masculino é diferente entre si, onde as respostas cardiopulmonares tanto máximas quanto submáximas são superiores para os grupos com maior nível de desempenho. Os corredores amadores e não atletas se equivalem aos valores de referência encontrados na literatura internacional, o que também acontece com os atletas de elite, porém na faixa limítrofe inferior, em comparação com os dados internacionais.

Para o sexo feminino corredoras amadores e de elite são semelhantes nos resultados tanto máximo quanto submáximos, possuindo perfil mais elevado em relação às corredoras não atletas, por outro lado as atletas de elite capixaba se distanciam dos valores de referência internacional.

O trabalho apresenta dados inéditos do perfil de corredores de diferentes níveis de desempenho para uma realidade específica de um estado brasileiro e, que pode servir, quiçá, como iniciativa para outros estudos que venham contribuir para identificação de perfis de outras regiões do país.

## Referências

1. Neitz KM. Guia Runner's World de corrida de rua: como treinar para provas de 5 km, 10 km, meia-maratona e maratona. São Paulo: Editora Gente; 2010.
2. CBAAt - Confederação Brasileira de Atletismo. Brasil. Disponível em: [http://www.cbat.org.br/programas\\_apoio/prog\\_apoio\\_cor\\_elite\\_14.pdf](http://www.cbat.org.br/programas_apoio/prog_apoio_cor_elite_14.pdf) [2014 jul 09].
3. Costill D, Branam G, Eddy D, Sparks K. Determinants of Marathon Running Success. *Int Z Angew Physiol*. 1971; 29(3): 249-254.

4. Billat V, Leprete PM, Heugas AM, Laurence MH, Salim D, Koralsztein JP. Training and Bioenergetic Characteristics in Elite Male and Female Kenyan Runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35(2): 297-304.
5. Midgley AW, Mcnaughton LR, Wilkinson M. Is there an Optimal Training Intensity for Enhancing the Maximal Oxygen Uptake of Distance Runners? Empirical Research Findings, Current Opinions, Physiological Rationale and Practical Recommendations. *Sports Med.* 2006; 36(2): 117-132.
6. Zamparo P, Perini R, Peano C, di Prampero PE. The Self Selected Speed of Running in Recreational Long Distance Runners. *Int J Sports Med.* 2001; 22(8): 598-604.
7. Rabadán, Calderón FJ, Benito PJ, Peinado AB, Maffulli N. Physiological determinants of speciality of elite middle- and long-distance runners. *J Sports Sci.* 2011; 29(9): 975-982.
8. Chicharro J, Hoyos J, Lucia A. Effects of endurance training on the isocapnic buffering and hypocapnic hyperventilation phases in professional cyclists. *Br J Sports Med.* 2000; 34(6): 450-455.
9. Bertuzzi RC, Bueno S, Pasqua LA, Batista MB, Roschel H, Acquesta FM, et al. É possível determinar a economia de corrida através do teste progressivo até a exaustão? *Rev Bras Educ Fis Esp.* 2010; 24(3): 373-378.
10. Maughan RJ, Leiper JB. Aerobic capacity and fractional utilisation of aerobic capacity in elite and non-elite male and female marathon runners. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1983; 52(1): 80-87.
11. Perez AJ. Quem são os atletas e os não atletas no processo de treinamento? *Rev Bras Cienc Esporte.* 2000; 21(2/3): 129-132.
12. Krieger MCR. Alguns Conceitos para o Estudo do Direito Desportivo. *Ver Bras Dir Desportivo.* 2002; 1: 24-30.
13. Pollock M, Wilmore J. Exercícios na saúde e na doença. Rio de Janeiro: MEDSI; 1993.
14. Meneghelo RS, Araújo CGS, Stein R, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Serra SM. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. *Arq Bras Cardiol.* 2010; 95(5): 1-26.
15. Howley ET, Basset DR, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc.* 1995; 27(9): 1292-1301.
16. Beaver WL, Wasserman WL, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol.* 1986; 60(6): 2020-2027.
17. Caiozzo V, Davis JA, Ellis JF, Azus JL, Vandagriff R, Prietto CA, et al. A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1982; 53(5): 1184-1189.
18. Arrese A, Ostariz E. Skinfold thicknesses associated with distance running performance in highly trained runners. *J Sports Sci.* 2006; 24(1): 69-76.
19. Bale P, Bradburry D, Colley E. Anthropometric and training variables related to 10 km running performance. *Br J Sports Med.* 1986; 20(4): 170-173.
20. Knetchtle B, Duff B, Welzel U, Kohler G. Body mass and circumference of upper arm are associated with race performance in ultraendurance runners in a multistage race. *Res Q Exerc Sport.* 2009; 80(2): 262-268.
21. Seiler KS, Kjerland GØ. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? *Scand J Med Sci Sports.* 2006; 16(1): 49-56.
22. Loftin M, Sothorn M, Koss C, Tuuri G, Vanvrancken C, Kontos A, et al. Energy expenditure and influence of physiologic factors during marathon running. *J Strength Cond Res.* 2007; 21(4): 1188-1191.
23. Caputo F, Stella SG, Mello MT, Denadai BS. Indexes of power and aerobic capacity obtained in cycle ergometry and treadmill running: comparisons between sedentary, runners, cyclists and triathletes. *Rev Bras Med Esporte.* 2003; 9(4): 231-237.
24. Esteve-Lanao J, Foster C, Seiler S, Lucia A. Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *J Strength Cond Res.* 2007; 21(3): 943-949.
25. Zoladz JA, Sargeant AJ, Emmerich J, Stoklosa J, Zychowski A. Changes in acid-base status of marathon runners during an incremental field test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1993; 67(1): 71-76.
26. Hagan RD, Upton SJ, Ducan JJ, Gettman LR. Marathon performance in relation to maximal aerobic power and training indices in female distance runners. *Br J Sports Med.* 1987; 21(1): 3-7.
27. Baumann CW, Rupp JC, Ingalls CP, Doyle JA. Anaerobic work capacity's contribution to 5-km-race performance in female runners. *Int J Sports Physiol Perform.* 2012; 7(2): 170-174.
28. Bacon AP, Carter RE, Ogle EA, Joyner MJ. VO<sub>2</sub>max trainability and high intensity interval training in humans: a meta-analysis. *PLoS ONE.* 2013; 8(9): e73182.
29. Burrows M, Bird S. The physiology of the highly trained female endurance runner. *Sports Med.* 2000; 30(4): 281-300.
30. Lynch SL, Hoch AZ. The female runner: gender specifics. *Clin Sports Med.* 2010; 29: 477-498. Scalco LM. Por isso corro demais... Notas etnográficas de uma corredora iniciante. *RBSE.* 2010; 9(25): 312-355.
31. Berg K. Endurance training and performance in runners. *Sports Med.* 2003; 33(1): 59-73.

32. Jones AM, Carter H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Med.* 2000; 29(6): 373-386.
33. Lorenz DS, Reiman MP, Naylor A. What performance characteristics determine elite versus nonelite athletes in the same sport? *Sports Health.* 2013; 5(6): 542-547.
34. Midgley AW, McNaughton LR, Jones AM. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance. *Sports Med.* 2007; 37(10): 857-880.
35. Costa AM, Breitenfeld L, Silva AJ, Pereira A, Izquierdo M, Marques MC. Genetic inheritance effects on endurance and muscle strength. *Sports Med.* 2012; 42(6): 449-458.
36. Dias RG. Genética, performance física humana e doping genético: o senso comum versus a realidade científica. *Rev Bras Med Esporte.* 2011; 17(1): 62-70.
37. Myburgh KH. What makes an endurance athlete world-class? Not simply a physiological conundrum. *Comparative Biochemistry and Physiology.* 2003; 136: 171-190.
38. Rankinen T, Fuku N, Wolfarth B, Wang G, Sarzynski MA, Alexeev DG, et al. No evidence of a common dna variant profile specific to world class endurance athletes. *PLoS ONE.* 2016; 11(1): e0147330.
39. Wilber RL, Pitsiladis YP. Kenyan and ethiopian distance runners: what makes them so good? *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 2012; 7: 92-102.
40. Wishnizer RR, Inbar O, Klinman E, Fink G. Physiological differences between ethiopian and caucasian distance runners and their effects on 10 km running performance. *Advances in Physical Education.* 2013; 3(3): 136-144.