

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS

AUGUSTO LUIZ NASCIMENTO MIRANDA
KRISTIAN COSTA LOPES

**VALIDADE DE EQUAÇÕES PARA A PREDIÇÃO DE VO_{2MAX} SEM
TESTE DE EXERCÍCIO EM SUJEITOS DE DIFERENTES NÍVEIS DE
CONDICIONAMENTO FÍSICO**

Vitória
2012

AUGUSTO LUIZ NASCIMENTO MIRANDA
KRISTIAN COSTA LOPES

**VALIDADE DE EQUAÇÕES PARA A PREDIÇÃO DE VO_{2MAX} SEM
TESTE DE EXERCÍCIO EM SUJEITOS DE DIFERENTES NÍVEIS DE
CONDICIONAMENTO FÍSICO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Graduação
em Educação Física - Bacharelado
da Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial para
conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Lunz

Vitória
2012

RESUMO

A determinação do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) é o principal critério utilizado para se quantificar a aptidão cardiorrespiratória. Entretanto, o custo para a realização desse tipo de avaliação é alto. Diante disso, alguns autores propõem a utilização de equações preditivas de VO_{2max} que independem da realização de testes de esforço. Essas equações tem como vantagens o baixo custo financeiro e temporal e possibilita a aplicação em grandes grupos. O presente estudo objetivou verificar se diferentes equações para a predição de VO_{2max} , obtidas a partir de variáveis independentes do exercício físico, seriam válidas para estimar o VO_{2max} de sujeitos com diferentes níveis de treinamento físico. Foram incluídos no estudo 116 homens, com idade entre 21 e 55 anos. Os sujeitos foram divididos em três grupos distintos: grupo resistido ($n=35$), que contemplava pessoas com prática de musculação; grupo corredores ($n=38$), que contemplava praticantes de corrida de longa duração e grupo controle ($n=43$), preenchido por não praticantes de exercício regular. Para inclusão no estudo, os grupos resistido e corredores tinham que relatar prática de pelo menos 2 anos consecutivos na respectiva modalidade. Para obtenção do VO_{2max} real utilizou-se um protocolo de rampa em esteira ergométrica com espirometria acoplada. Foram utilizadas 5 equações de predição de VO_{2max} . Para as comparações das médias do VO_{2max} real com o VO_{2max} preditivo foram utilizados teste t de student para amostras dependentes o teste de Wilcoxon, o teste de correlação de Pearson para avaliar a correlação entre o VO_{2max} real com o VO_{2max} preditivo e a técnica de Bland-Altman para avaliar a concordância das medidas real e estimada. A significância estatística foi estabelecida para $p<0,05$. Os resultados para o coeficiente de correlação (r) apresentaram amplitude de 0,27 a 0,52 no grupo controle, 0,44 a 0,51 no grupo resistido e 0,49 a 0,75 no grupo corredores. Apesar dos valores de correlação sugerirem razoável a boa correlação entre as medidas real e estimada, a análise pelo Bland-Altman mostrou baixa concordância das medidas. De maneira geral as equações subestimam o VO_{2max} e essa subestimativa é maior para VO_{2max} maiores. Apesar de argumentos de que as equações sejam válidas para classificação do grau da aptidão cardiorrespiratória, o presente estudo não permite afirmar que essas equações sejam válidas, ao menos no público delineado para o presente estudo.

Palavras-Chave: Consumo máximo de oxigênio, VO_{2max} , equações preditivas, teste de esforço

INTRODUÇÃO

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) representa a maior capacidade de captação e consumo de oxigênio (O_2) durante o exercício máximo ou exaustivo (COSTILL; WILMORE, 2001). O consumo do O_2 aumenta linearmente com a intensidade do exercício até alcançar um platô de consumo de O_2 . Esse ponto é chamado de consumo máximo de oxigênio (CÁCERES, 2011).

A determinação do VO_{2max} é o principal critério para se quantificar a aptidão cardiorrespiratória (ACR), que compreende a capacidade do indivíduo manter-se por prolongado período de tempo em atividades físicas envolvendo grandes grupos musculares. O ajuste às demandas energéticas de uma pessoa depende da aptidão cardiovascular e respiratória (CÁCERES, 2011).

O nível de treinamento é uma variável que está diretamente associada ao VO_{2max} . Segundo Mcardle et al. (2008), o VO_{2max} de homens saudáveis treinados em endurance pode superar em mais que 100% ao de homens não treinados. Este ganho acontece devido adaptações metabólicas na função anaeróbica que acompanham o treinamento físico vigoroso.

Nesse contexto, a utilidade do VO_{2max} não se restringe apenas ao campo do desempenho esportivo como um fator importante da determinação da intensidade ou ritmo do exercício que o indivíduo pode suportar, mas também, como medida diagnóstica de saúde, visto que baixos desempenhos de capacidade funcional estão associados ao maior risco de morbimortalidade por doenças crônico-degenerativas (COSTILL; WILMORE, 2001; NETO et al. 2004).

O VO_{2max} pode ser obtido por algumas estratégias. A estratégia de maior acurácia, considerada padrão ouro, é o teste cardiopulmonar de esforço máximo ou ergoespirometria, comumente aplicado em atletas ou para diagnóstico de cardiopatas. No entanto, a técnica de ergoespirometria apresenta algumas limitações como o alto custo do equipamento, alto custo de manutenção, necessidade de pessoas capacitadas para gerenciar o teste, e necessidade de que o avaliado execute um protocolo de esforço físico máximo (NETO et al. 2004; BARBOSA et al 2006).

Diante disso, a utilização de equações preditivas para estimar o VO_{2max} que não exigem realização de teste de esforço máximo tem se tornado atraente. Essas equações são desenvolvidas à partir de variáveis diretamente associadas ao VO_{2max} . Dentre esses fatores destacam-se o sexo, idade, tipo de exercício realizado, nível de atividade física regular, dimensões e composição corporal (CÁCERES, 2011). As vantagens metodológicas das equações preditivas referem-se ao baixíssimo custo financeiro e temporal, a possibilidade de aplicação em grandes grupos populacionais, além da eliminação de riscos associados ao exercício físico (NETO et al. 2004). Porém, essas equações são obtidas em amostras específicas, com características e número limitados e com sujeitos de diferentes nacionalidades, o que permite questionar a validade dessas equações (NETO et al. 2004).

Diante disso, o presente estudo objetivou comparar diferentes equações de predição de VO_{2max} que não envolviam a necessidade de exercício físico com o VO_{2max} obtido de forma direta por ergoespirometria para, dessa forma, testar a validade dessas equações preditivas. Para melhor atender as pretensões desse estudo, optou-se por três diferentes grupos de voluntários caracterizados pelo nível e tipos de treinamento físico, tendo como objetivo secundário verificar se as equações preditivas se aplicariam semelhantemente entre esses grupos.

MÉTODOS E MATERIAIS

Do projeto – O presente estudo processou dados obtidos de um projeto maior intitulado “*PARÂMETROS ESTRUTURAIS E FUNCIONAIS DO CORAÇÃO E DE*

VASOS SANGUÍNEOS DE INDIVÍDUOS SUBMETIDOS, POR LONGO PRAZO, AO TREINAMENTO AERÓBICO OU RESISTIDO” (Sigla: ESCHOT) registrado na PRPPG-UFES sob o número 654/2010 e previamente aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa (CCS-UFES) sob protocolo 009/2010.

Amostra e divisão dos grupos – Foram incluídos no estudo 126 indivíduos do sexo masculino, com idade entre 21 e 55 anos, independente do grau de escolaridade e das classificações étnica e socioeconômica. O estudo é de natureza observacional do tipo transversal. Os indivíduos foram divididos em três diferentes grupos:

A) *Grupo resistido* (n = 35) → praticantes de treinamento de força com mínimo de 2 anos de prática.

B) *Grupo corredores* (n = 48) → praticantes de corridas aeróbicas de longa duração há pelo menos 2 anos, em que percorra distância superior a 40 km/sem, com frequência de treinamento igual ou superior a 3 sessões semanais e $VO_{2max} \geq 45$ mL/kg/min.

C) *Grupo Controle* (n = 43) → indivíduos aparentemente saudáveis que não tenham se engajado em programa regular de treinamento de força nos últimos 6 meses e que apresentem carga de atividade aeróbica igual ou inferior a 30 min/dia e/ou menos que 3 sessões semanais.

A amostra foi de conveniência e o recrutamento foi por convite na forma de cartazes explicativos distribuídos em espaços públicos (UFES/CEFD), em projetos de extensão (ex: Projeto de Atividade Física Orientada - PAFO, desenvolvido pelo LAFEX/CEFD) e em academias de musculação da grande Vitória.

Os indivíduos que atenderam os requisitos para participarem de um dos 3 grupos supramencionados foram submetidos a anamnese, exames, testes específicos, entre estes o teste de esforço máximo em esteira com análise gasosa acoplada para certificação do VO_{2max} .

Para inclusão no estudo, todos os participantes assinaram o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” conforme estabelece a Resolução 1/98 (MS-CNS), e o projeto foi aprovado pelo CCS-UFES (protocolo 009/2010). Ressalta-se que não foram incluídos tabagistas e consumidores regulares de álcool (ingestão ≥ 2 vezes/semana), pessoas com história de morte súbita familiar (parentes em 1º grau), doença cardíaca já estabelecida em exame clínico cardiológico prévio à participação

do estudo ou presença de doenças que tenham impacto para realização de atividade física.

Teste de esforço máximo em esteira - Os testes foram aplicados por profissionais experientes e com acompanhamento de um cardiologista. Utilizou-se esteira ergométrica (Inbrasport Super ATL) e um ergoespirômetro (Córtex, modelo Metamax 3B) para realização dos testes. Inicialmente os sujeitos foram submetidos a eletrocardiograma de repouso e verificação da pressão arterial (PA). Na sequência os indivíduos eram encaminhados para a esteira. O protocolo usado foi o de rampa, o qual progredia de 5 km/h até 14 km/h para o grupo resistido (GR), de 6 km/h até 12 km/h para o grupo controle (GCT) e de 6 km/h até 22 km/h para o grupo corredores (GC). O $\text{VO}_{2\text{max}}$ era aceito como verdadeiro quando os seguintes critérios eram contemplados (Howley et al., 1995): a) exaustão ou inabilidade para manter a velocidade requerida; b) razão de taxa respiratória superior a 1,15; c) FC máxima de pelo menos 90% da FC máxima estimada pela equação “220 - idade”. A FC foi registrada pelo ECG durante todo o teste e acompanhada até o terceiro minuto da recuperação. Ressalta-se que ao final do teste, foi estabelecida velocidade de 5 km/h e 4km/h, durante um minuto cada, para recuperação ativa, seguida de mais um minuto de recuperação passiva.

Equações preditivas – Para localização e seleção das equações preditivas, optou-se pela busca em dois estudos nacionais em que os autores (Neto et al., 2004; Cáceres, 2010) fizeram o levantamento das equações preditivas cujas variáveis não envolviam exercício físico que foram publicadas em revistas internacionais e disponíveis em grandes banco de dados. Os autores buscaram os artigos originais nas seguintes bases de dados: Periódicos CAPES, Pubmed, Medline, Lilacs e Embase; utilizando os seguintes descritores: *prediction, estimation, nonexercise, non-exercise, exercise testing, functional capacity, cardiorespiratory fitness, aerobic capacity, physical fitness, physical endurance, maximal oxygen uptake, nonexercise, prediction models, aerobic power, aerobic fitness, aerobic capacity, exercise capacity*. No caso de Cáceres (2010), também usou-se a tradução de seus descritores para busca de artigos em português

No estudo de Neto et al. (2004) foram apresentadas 18 equações preditivas do $\text{VO}_{2\text{max}}$, e no estudo de Cáceres (2010) foram apresentadas 29 equações. Desse total, 9 equações foram coincidentes nos dois estudos. Do total de equações

distintas, 22 foram eliminadas porque as variáveis requisitadas para a realização dos cálculos não foram objeto de estudo do ESCHOT. Dessa forma, restaram 14 equações publicadas em 9 artigos independentes. Para obtenção da fonte primária, esses 9 artigos foram, na sequência, buscados inicialmente no site de busca “Google”. Quando não encontrado na versão completa, buscou-se o estudo nas bases de dados Pubmed e Periódicos Capes utilizando-se da rede de internet localizada no Centro de Educação Física e Desportos da UFES. Após tais procedimentos, conseguiu-se obter os artigos originais completos das seguintes equações:

Lima e Abatti (2006) → $VO_{2max} (l/min) = (0,02 \times IMC) + (-0,02595 \times idade) + 3,948$.

Mailey et al. (2010) → $VO_{2max} (l/min) = (G\acute{e}nero (0 \text{ p/mulher}, 1 \text{ p/homem}) - 0,10 (idade) - 0,17 (IMC) - 0,03 (FC \text{ repouso}) + (\text{escore do \acute{i}ndice de atividade f\acute{isica}) + 18,07) \times 3.5$

Barbosa et al. (2008) → $VO_{2max} (l/min) = 25,04 + (g\acute{e}nero (1 \text{ mulher}, 2 \text{ homem}) \times 2,86) + \text{aptid\~ao} \times 10 - (IMC \times 0,27)$;

Jurca et al. (2005) → $VO_{2max} (l/min) = (G\acute{e}nero (0 \text{ p/mulher}, 1 \text{ p/homem}) - 0,10 (idade) - 0,17 (IMC) - 0,03 (FC \text{ repouso}) + (\text{escore do \acute{i}ndice de atividade f\acute{isica}) + 18,07) \times 3.5$

Após a leitura desses artigos supramencionados, as equações referentes a Mailey et al. (2010), Barbosa et al. (2008) e Jurca et al. (2005) não puderam ser utilizadas porque apresentavam escores de atividade física que não eram possíveis de serem aplicados na amostra do ESCHOT, em virtude da ausência de informações necessárias.

Uma vez que restou apenas uma equação, a de Lima e Abatti (2006), dos artigos disponíveis na íntegra, optou-se pela compra do artigo de Verma et al. (1998) via Bireme. Esse artigo foi escolhido porque continha 4 equações com variáveis possíveis de serem usadas na amostra do ESCHOT. A descrição dessas 4 equações seguem:

$VO_{2max} (l/min) = 0,135 - 0,025 (idade) + 0,014 (estatura) + 0,017 (MC)$ (Verma 1)

$VO_{2max} (l/min) = 0,016 - 0,022 (idade) + 0,021 (estatura)$ (Verma 2)

$VO_{2max} (l/min) = 2,256 - 0,024 (idade) + 0,019 (MC)$ (Verma 3)

$VO_{2max} (l/min) = 1,192 + 0,004 (estatura) + 0,012 (MC)$ (Verma 4)

Análise estatística - Os dados são apresentados como média±DP. Para as comparações das médias do VO_{2max} real com o VO_{2max} preditivo foi utilizado o teste t de student para amostras dependentes quando os dados apresentavam distribuição normal, ou o teste de Wilcoxon quando os dados não apresentavam distribuição normal. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi usado para testar a normalidade dos dados. Utilizou-se o teste de correlação de Pearson para correlacionar os valores do VO_{2max} real com do VO_{2max} preditivo, e o teste de Bland-Altman (conforme descrito por Bland-Altman, 1986) foi usado para identificação das diferenças entre o VO_{2max} real com o VO_{2max} preditivo. A significância estatística foi estabelecida para $p < 0,05$.

RESULTADOS

A caracterização da amostra está descrita na Tabela 1. Os grupos Resistido e Corredores apresentaram média de aproximadamente 10 anos de prática contínua de treinamento em suas respectivas modalidades. Como esperado, o valor de VO_{2max} foi maior para o grupo Corredores quando comparado aos grupos Resistido e Controle, enquanto IMC, peso corporal e as perimetrias das regiões do braço e tríceps sural foram maiores no grupo Resistido quando comparado aos demais grupos. Por sua vez, o grupo Controle apresentou valores de dobras cutâneas superiores aos grupos treinados.

Variáveis	Controle (n = 35)	Corredores (n = 28)	Musculação (n = 31)
Idade (anos)	32±1 *	38±2 #	32±1
Peso corporal (kg)	75±2 +	68±2 #	89±2
Estatura (cm)	176±1	173±1	177±2
IMC (kg/m ²)	24±0,6 +	23±0,4 #	28±0,7
P. braço (bíceps direito contraído) (cm)	33±0,5 +	31±0,4 #	42±0,6
P. perna (tríceps sural direito contraído) (cm)	37±0,6 +	37±0,5 #	40±0,5
Dobra cutânea tricipital (mm)	10±0,6 **	6±0,4	6±0,4
Dobra cutânea abdominal (mm)	30±2 *	19±3	22±2
VO _{2max} (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	39±1 *	51±1 #	41±1
Anos contínuos de treinamento em corrida	-	9,3±1,3	-
Anos contínuos de treinamento em musculação	-	-	10,7±1,0

* = P<0,05 Controle vs. Corredores, # = P<0,05 Corredores vs. Musculação, + = P<0,05 Controle vs. Musculação. Anova de uma via ou Kruskal-Wallis seguidos pelos post-hoc de Tukey ou Dunn's, respectivamente. Dados apresentados como média±EPM. P. = perimetria. IMC = índice de massa corporal. Nota = Para VO_{2max}, os grupos C e TF apresentaram n = 31 e 23, respectivamente.

As análises de correlação entre o VO_{2max} real (mL/Kg/min) obtido com ergoespirometria e o VO_{2max} estimado obtido pelas equações preditivas estão ilustrados nas Figuras 1 a 6.

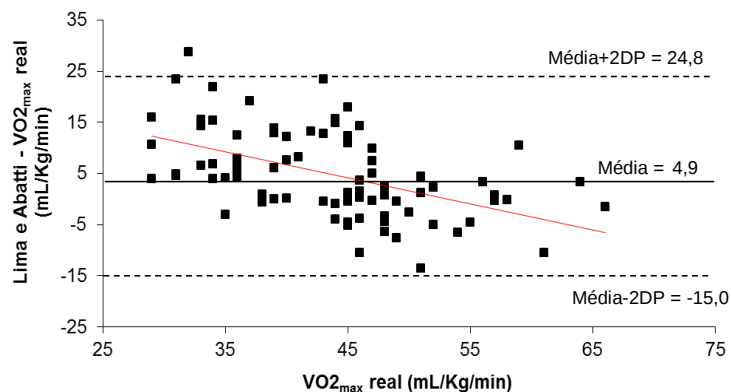
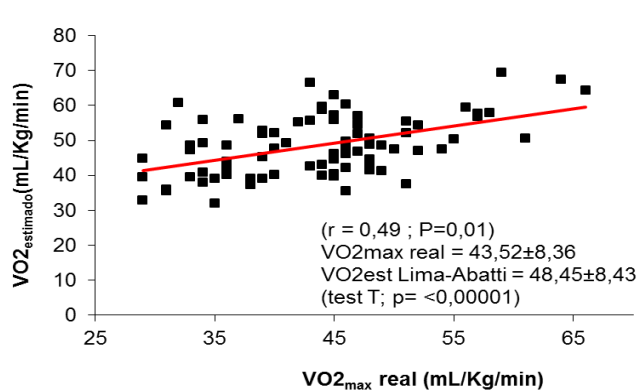
Na Figura 1 estão ilustradas as análises de correlação entre o VO_{2max} real e o VO_{2max} predito pelas equações de Lima e Abatti (2006) e Verma (1998), bem como as representações gráficas de Bland-Altman de todos os sujeitos do estudo. Nessa Figura 1 optou-se por, inicialmente, apresentar os resultados referentes às análises dos dados conjuntos, sem distinção dos grupos. Verificou-se que o coeficiente de correlação (r) ficou entre 0,42 e 0,49, sempre com diferença estatística (p<0,05). Entretanto, pela representação gráfica de Bland-Altman verificou-se que as médias de diferença entre o VO_{2max} predito pelo VO_{2max} real ficou bastante distante do valor

zero, que seria o valor esperado se ambos os métodos tivessem o mesmo poder de análise. Para todas as equações verificou-se que a medida que o $\text{VO}_{2\text{max}}$ real aumentava, ocorria inclinação negativa da linha de tendência.

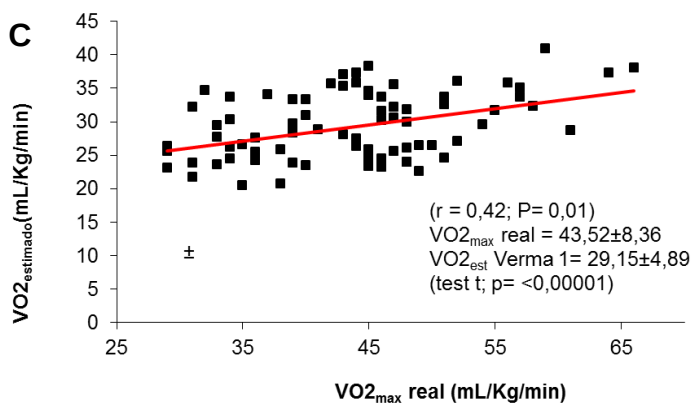
Na Figura 2 estão ilustradas as análises de correlação entre o $\text{VO}_{2\text{max}}$ real e o $\text{VO}_{2\text{max}}$ predito pela equação de Lima e Abatti (2006) de cada grupo separadamente, bem como as representações gráficas de Bland-Altman. Verificou-se que o “r” ficou entre 0,49 e 0,52. Os grupos resistido e corredores, não apresentaram diferença significativa, ao contrário do grupo controle, que apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). No grupo Controle, verificou-se pela análise de Bland-Altman que a média de diferença entre o $\text{VO}_{2\text{max}}$ predito pelo $\text{VO}_{2\text{max}}$ real foi 11,4 mL/Kg/min. Em análise mais pontual, pôde-se verificar que a maioria dos valores ficou acima do valor zero, sendo que aproximadamente 70% dos valores ficaram acima da média. Nos grupos treinados as diferenças entre o $\text{VO}_{2\text{max}}$ predito pelo $\text{VO}_{2\text{max}}$ real foram menores que o grupo Controle, sendo a média de 2,5 mL/Kg/min no grupo Resistido e de 0,29 mL/Kg/min no grupo Corredores, sugerindo que para os grupos treinados a equação de Lima e Abatti (2006) prediz melhor o $\text{VO}_{2\text{max}}$ real. O grupo corredores foi o que apresentou menor diferença entre os valores estimado e real, onde a maioria dos sujeitos ficou entre -5 mL/Kg/min e +5 mL/Kg/min. Apesar disso, é preciso destacar a grande heterogeneidade desses valores nos grupos treinados, a exemplo do que foi verificado no grupo Controle.

Na Figura 3 estão ilustradas as análises de correlação entre o $\text{VO}_{2\text{max}}$ real e o $\text{VO}_{2\text{max}}$ predito pela equação de Verma et al. (1998), aqui chamada de equação Verma 1, de cada grupo separadamente. As representações gráficas de Bland-Altman também estão apresentadas nessa Figura. Verificou-se que o “r” ficou entre 0,44 e 0,74, sempre com diferença significativa ($p < 0,05$). Entretanto, pelo Bland-Altman foi possível verificar que a equação subestimou enormemente os valores reais para a maioria dos sujeitos. A média das diferenças entre o $\text{VO}_{2\text{max}}$ predito pelo $\text{VO}_{2\text{max}}$ real foi -8,7, -14,1 e -21,5 mL/Kg/min para os grupos Controle, Resistido e Corredores, respectivamente.

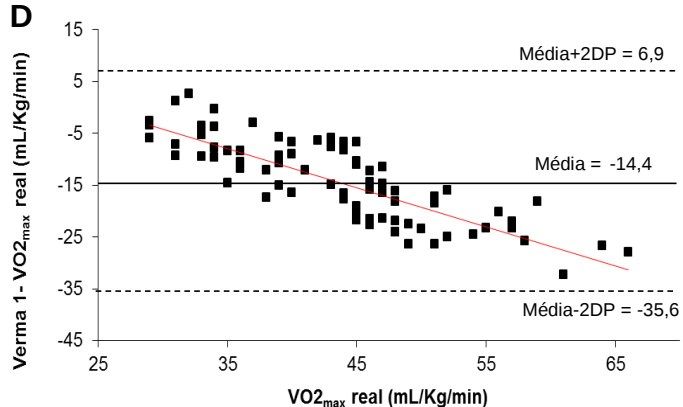
A



C

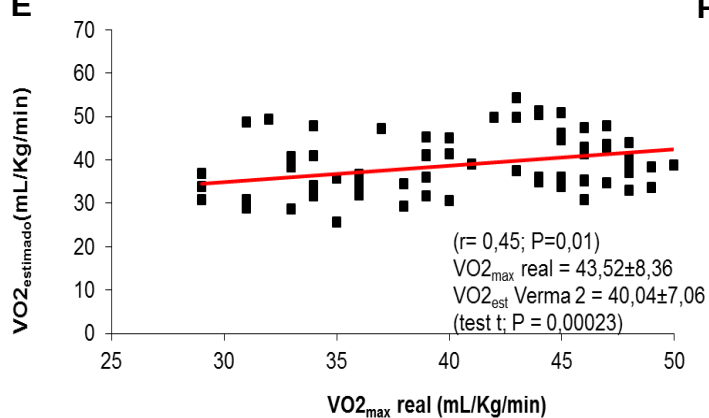


D

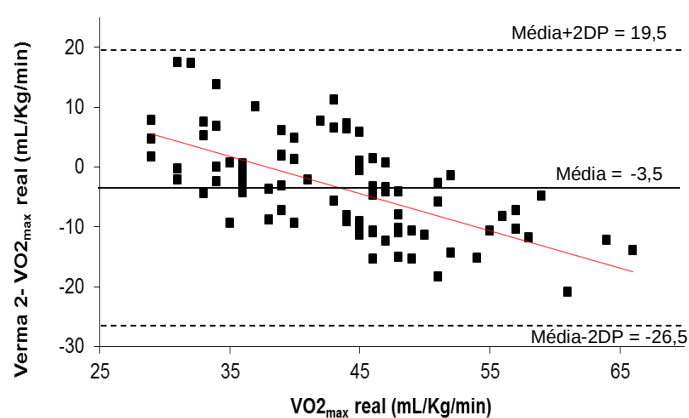


(Figura 1 continua na página seguinte)

E



F



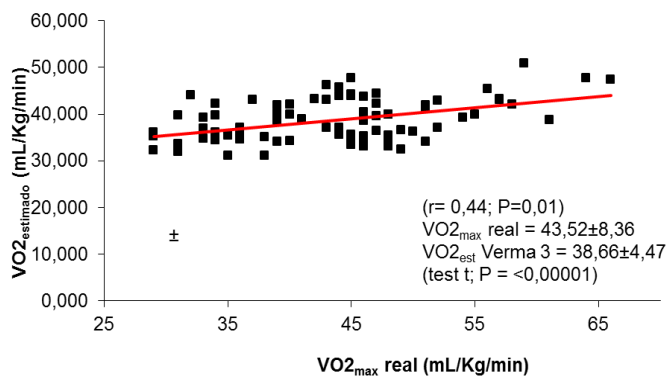
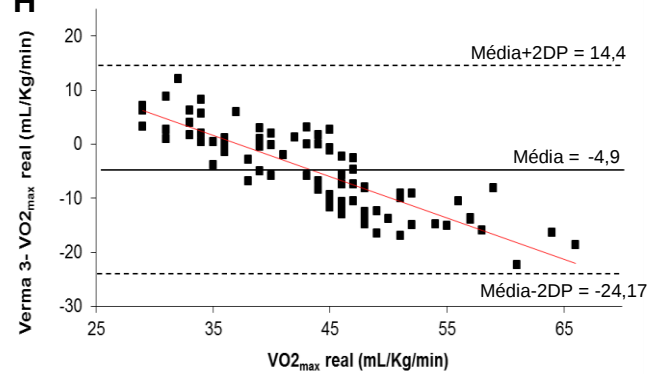
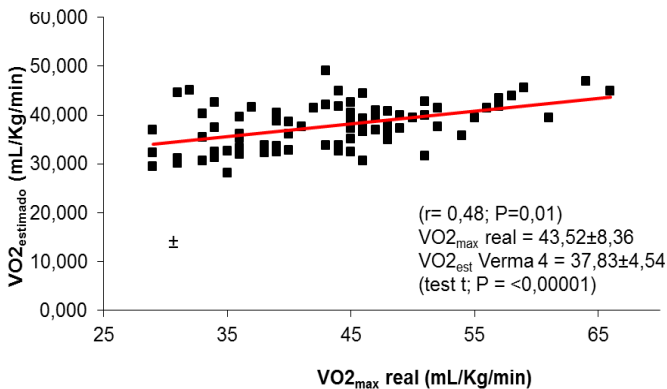
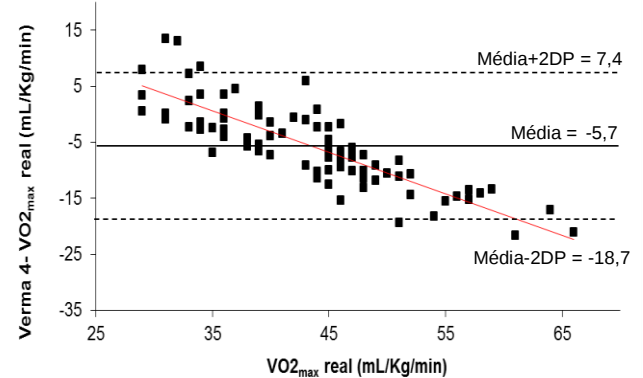
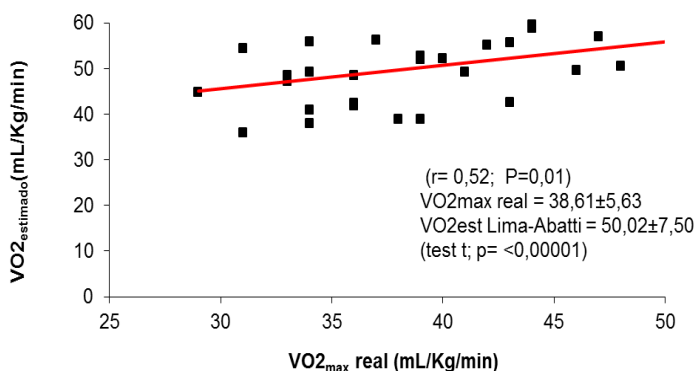
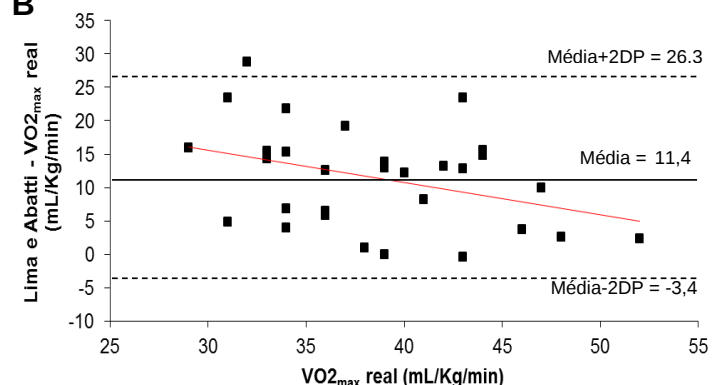
G**H****I****J**

Figura 1. Análises de correlação entre o $VO_{2\max}$ real (mL/Kg/min) obtido com ergoespirometria e o $VO_{2\max}$ estimado pelas equações de Lima e Abatti (2006) e Verma (1998) e representações de Bland-Altman de todos os sujeitos do estudo. A e B = dados da equação de Lima e Abatti; C e D = dados da 1ª equação de Verma; E e F = dados da 2ª equação de Verma; G e H = dados da 3ª equação de Verma; I e J = dados da 4ª equação de Verma. Valores da média $\pm$ dp estão apresentados na legenda abaixo da linha de tendência.

A**B**

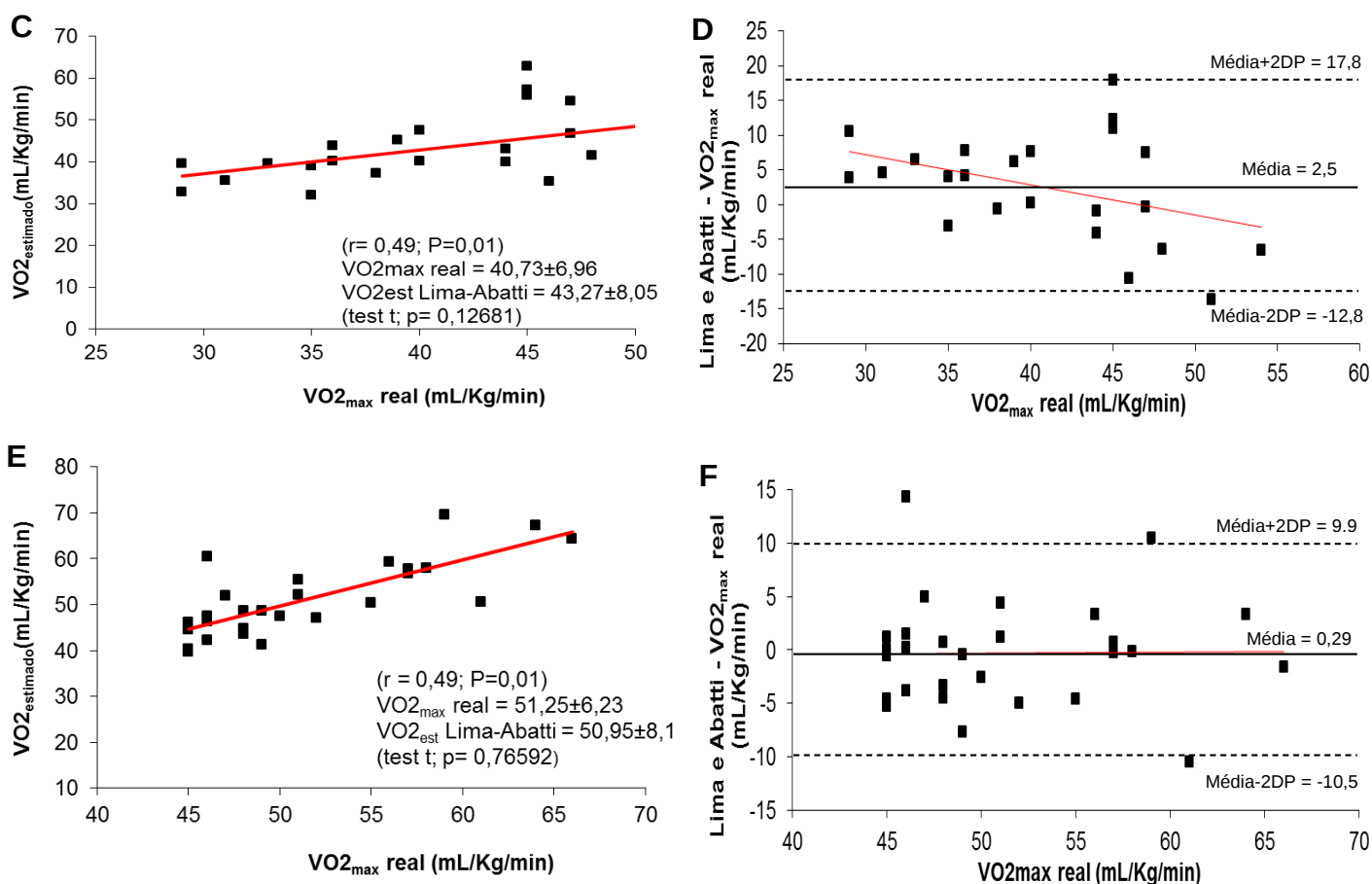
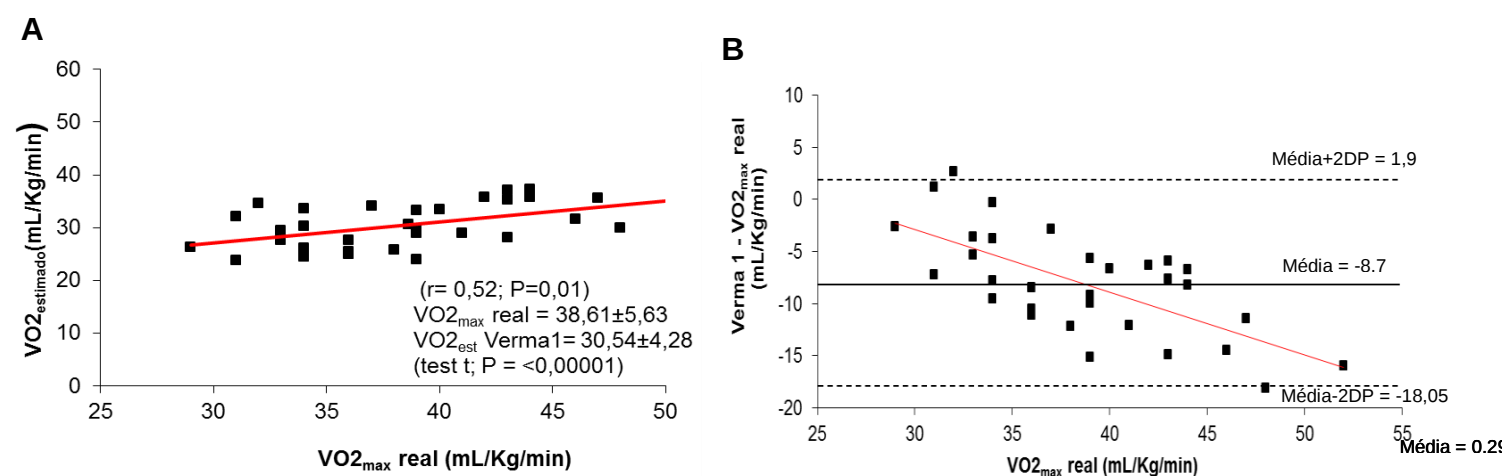


Figura 2. Análises de correlação entre o VO₂max real (mL/Kg/min) obtido com ergoespirometria e o VO₂max estimado pela equação de Lima e Abatti (2006) (Figuras A, C e E) e representações de Bland-Altman (Figuras B, D e F). A e B = dados do grupo controle; C e D = dados do grupo resistido; E e F = dados do grupo corredores. Valores da média±dp estão apresentados na legenda abaixo da linha de tendência.



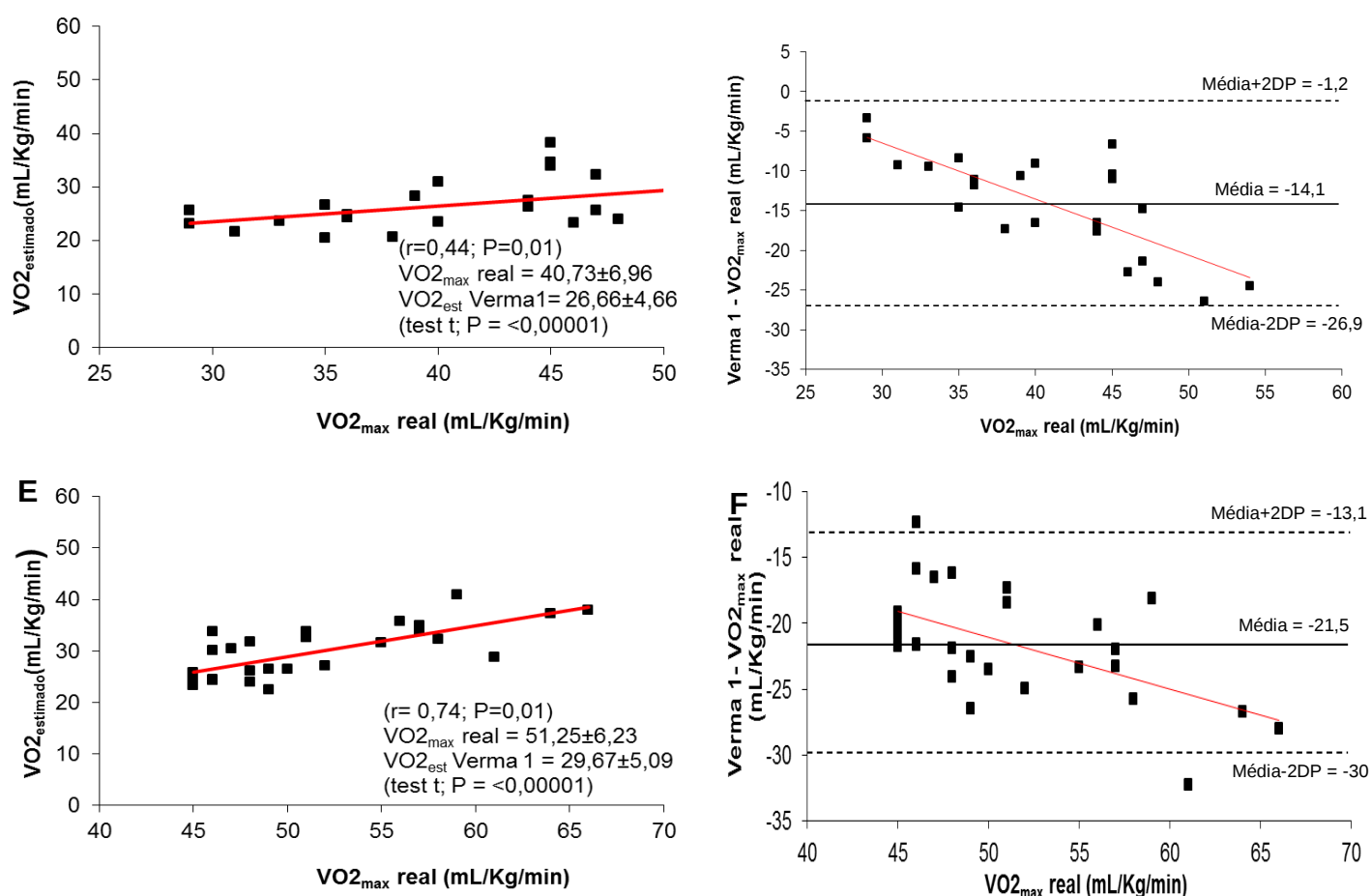


Figura 3. Análises de correlação entre o VO_{2max} real (mL/Kg/min) obtido com ergoespirometria e o VO_{2max} estimado pela 1ª equação de Verma (1998) (Figuras A, C e E) e representações de Bland-Altman (Figuras B, D e F). A e B = dados do grupo controle; C e D = dados do grupo resistido; E e F = dados do grupo corredores. Valores da média $\pm$ dp estão apresentados na legenda abaixo da linha de tendência.

As análises de correlação entre o VO_{2max} real e o VO_{2max} predito pela equação de Verma et al. (1998), aqui chamada de equação Verma 2, de cada grupo separadamente, estão destacadas na Figura 4. Verificou-se que o “r” ficou entre 0,44 e 0,75, sempre com diferença significativa ($p < 0,05$). Pela análise de Bland-Altman verificou-se que a equação Verma 2 subestima o VO_{2max} dos grupos treinados. O grupo dos corredores foi o que apresentou a correlação mais forte, entretanto foi nesse grupo que as diferenças entre o VO_{2max} predito pelo VO_{2max} real foi mais distante de zero (-9,4ml). A grande dispersão dos dados nos três grupos permitem

interpretar que a equação Verma 2 não estima adequadamente o VO_{2max} real de nenhum dos grupos.

As equações Verma 3 e Verma 4, representadas nas figuras 5 e 6, tiveram comportamento parecido. O “r” ficou entre 0,27 e 0,70. O grupo controle destas equações não apresentaram diferença significativa, ao contrário dos grupos resistido e corredores, que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Nas representações do Bland-Altman observa-se que o grupo controle, em ambas as equações, foram os que obtiveram menor diferença entre o VO_{2max} predito pelo VO_{2max} real, com média de 1,1 mL/Kg/min e -0,02 mL/Kg/min nas equações de Verma 3 e 4, respectivamente. A maioria dos avaliados desse grupo apresentaram valores de diferença do VO_{2max} predito pelo VO_{2max} real entre -5 mL/Kg/min e +5 mL/Kg/min, embora em torno de 30% dos valores ficaram além desses limites. Destaca-se que o grupo que apresentou a correlação mais fraca foi o controle da equação Verma 4 ($r=0,27$), porém foi o grupo que obteve a melhor média no Bland-Altman (-0,02 mL/Kg/min).

Uma interpretação geral que deve ser destacada é que em todas as análises de Bland-Altman, exceto para a equação de Lima e Abatti (2006) aplicada ao grupo Corredores, foi possível verificar que a medida que o VO_{2max} real aumentava maior era a subestimativa feita pelas equações preditivas, independentemente das características dos grupos.

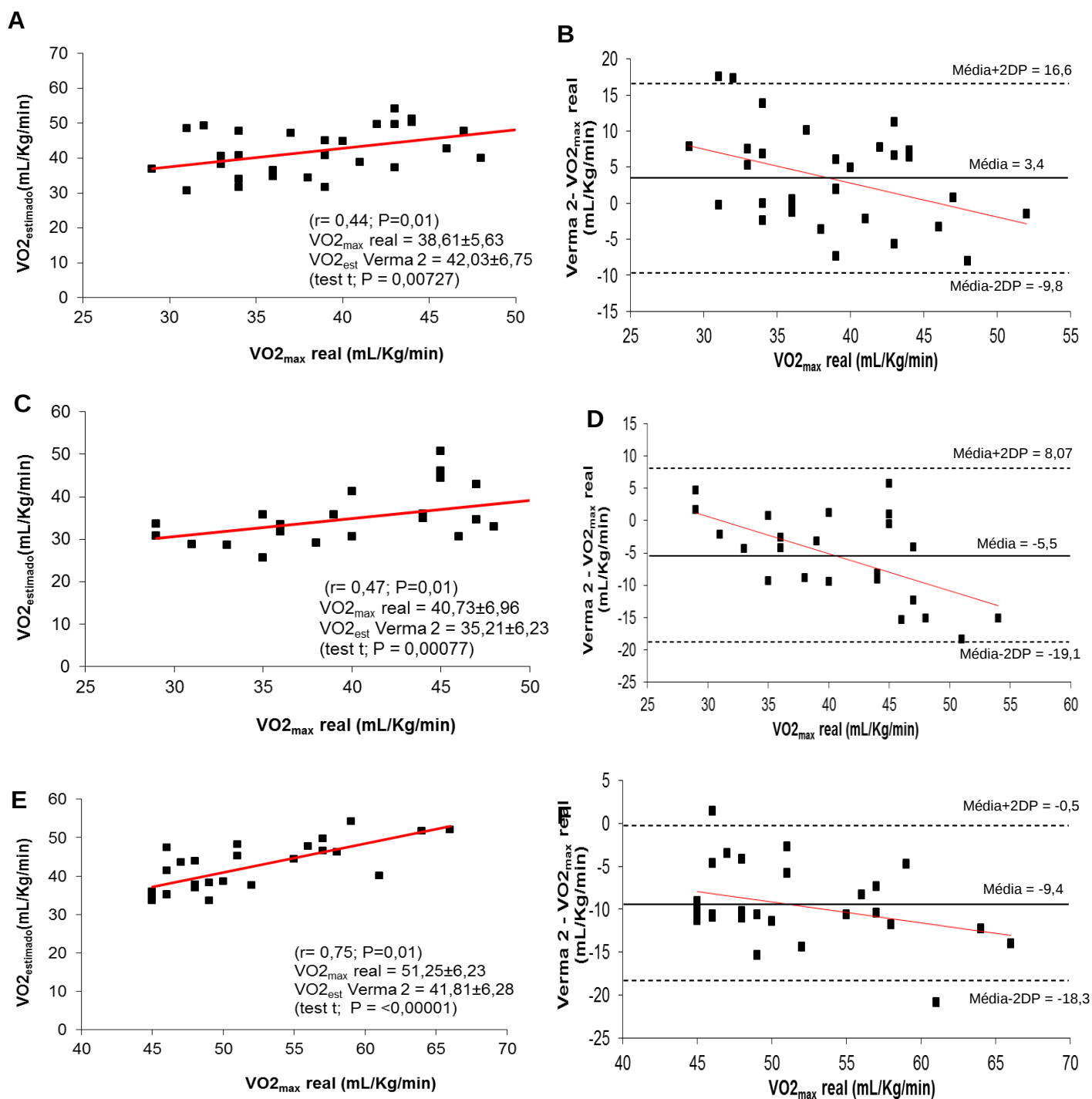


Figura 4. Análises de correlação entre o VO₂max real (mL/Kg/min) obtido com ergoespirometria e o VO₂max estimado pela 2ª equação de Verma (1998) (Figuras A, C e E) e representações de Bland-Altman (Figuras B, D e F). A e B = dados do grupo controle; C e D = dados do grupo resistido; E e F = dados do grupo corredores. Valores da média±dp estão apresentados na legenda abaixo da linha de tendência.

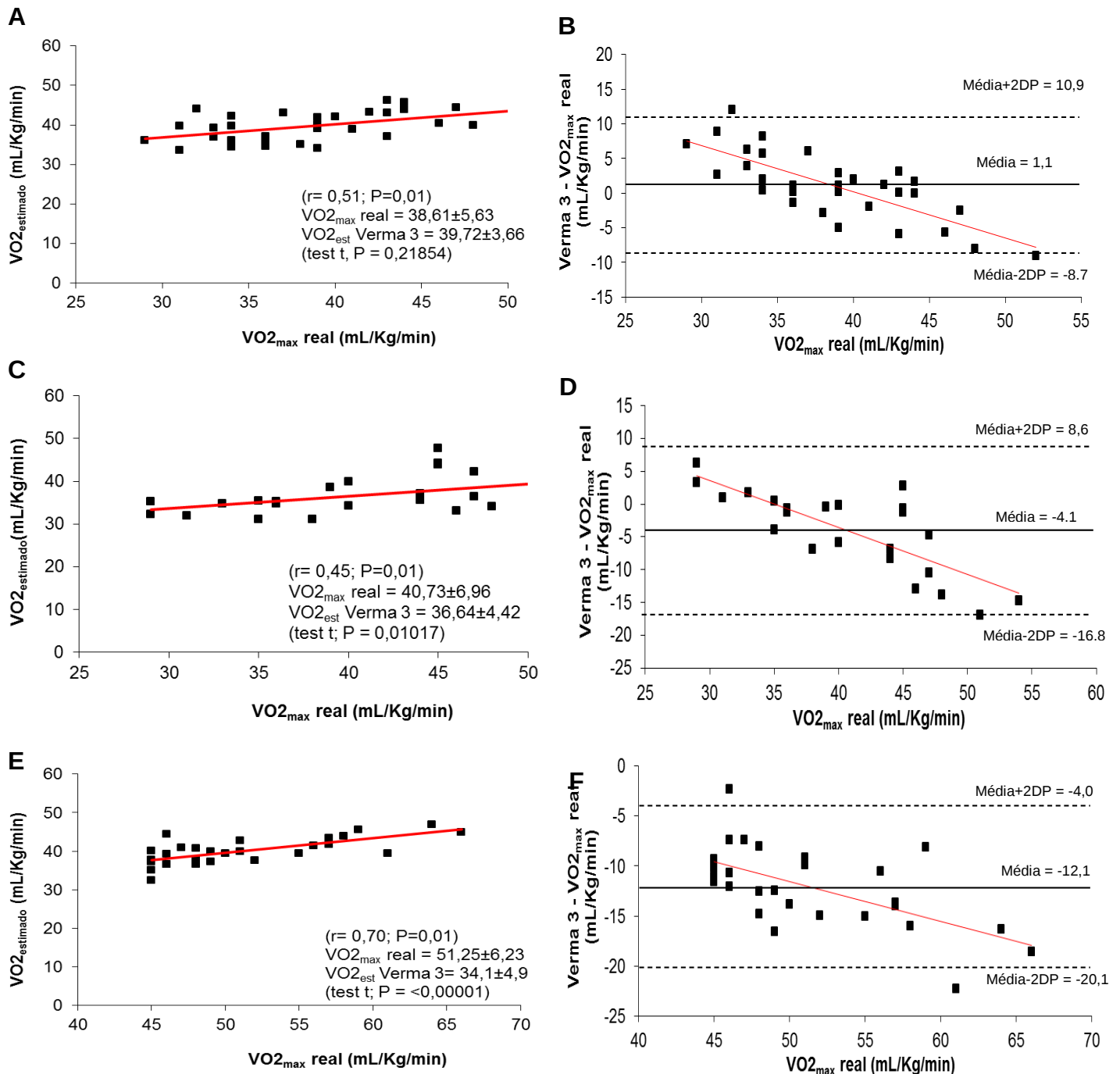


Figura 5. Análises de correlação entre o VO₂max real (mL/Kg/min) obtido com ergoespirometria e o VO₂max estimado pela 3ª equação de Verma (1998) (Figuras A, C e E) e representações de Bland-Altman (Figuras B, D e F). A e B = dados do grupo controle; C e D = dados do grupo resistido; E e F = dados do grupo corredores. Valores da média±dp estão apresentados na legenda abaixo da linha de tendência.

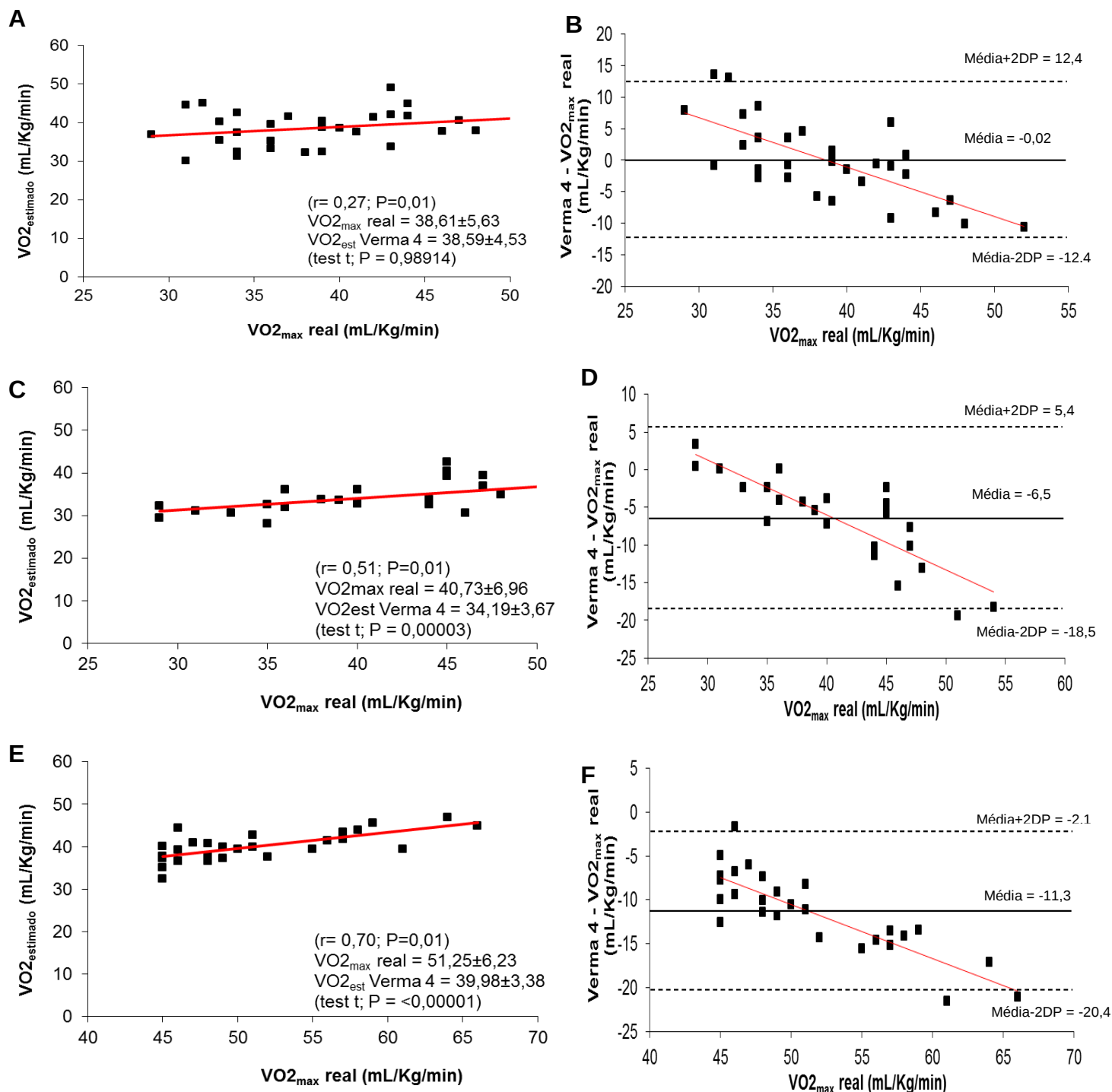


Figura 6. Análises de correlação entre o VO₂max real (mL/Kg/min) obtido com ergoespirometria e o VO₂max estimado pela 4ª equação de Verma (1998) (Figuras A, C e E) e representações de Bland-Altman (Figuras B, D e F). A e B = dados do grupo controle; C e D = dados do grupo resistido; E e F = dados do grupo corredores. Valores da média±dp estão apresentados na legenda abaixo da linha de tendência.

DISCUSSÃO

Os maiores IMC e peso corporal do grupo Resistido já eram esperados devido o maior volume muscular de seus participantes. De fato, além do visual predomínio mesomórfico, a interpretação de maior volume muscular nesse grupo é corroborada pelos baixos valores das dobras cutâneas e os maiores valores das perimetrias do braço e perna com musculatura contraída. Também já era esperado que o grupo Corredores apresentasse maior média para o VO_{2max} , visto que a capacidade de captação e de aproveitamento do oxigênio aumentam em consequência do treinamento de corrida de longa distância. O grupo de Corredores também apresentou média de idade levemente superior. De qualquer modo, as diferenças de idade não foram tão expressivas, e as comparações entre os grupos se mantiveram possíveis.

De maneira geral os resultados obtidos pelas demais equações demonstraram que as equações selecionadas pelo presente estudo não são válidas para estimar o VO_{2max} , independentemente dos nível de treinamento dos indivíduos. As equações selecionadas, salvo poucas exceções, subestimaram o VO_{2max} real, e essa subestimativa era maior a medida que o VO_{2max} real aumentava.

Quando se analisa as equações separadamente, e para os diferentes grupos de pessoas, é possível identificar resultados que se distanciam das interpretações feitas pelos autores que elaboraram e propuseram as equações.

Quando analisado pela técnica de Bland-Altman, a equação de Lima e Abatti (2006) foi uma das equações que gerou superestimativa, apesar de ter apresentado coeficiente de correlação entre 0,49 a 0,52. Isso foi mais evidente no grupo controle, e menos acentuado para os grupos treinados. Uma possível explicação para essa superestimativa pode estar relacionada a faixa etária. Os autores selecionaram 30 estudantes de Educação Física com idade entre 20 e 30 anos, com média de 23,4 anos ($\pm 3,18$ anos). A amostra do ESCHOT apresentou média sempre superior a 32 anos (± 2 anos). Além disso, pode ter contribuído para a divergência entre valores estimado e real o erro padrão da estimativa que foi relativamente alto. Os autores destacam que a equação teve média de erro percentual de 5,29%, o que representa um erro médio absoluto de aproximadamente de 3,1 mL/kg/min. Desta forma, ao se imaginar que uma pessoa com VO_{2max} de 40 mL/kg/min, tendo um intervalo de confiança de 95%, o VO_{2max} real poderia se encontrar entre, aproximadamente, 32 e

46 mL/kg/min. Vale ressaltar que os autores fizeram testes para a validação da equação em outras amostras, sendo dois grupos de indivíduos treinados, e obtiveram erros médios percentuais que variaram entre 4,79% e 5,55%. Isso fez com que os autores descrevessem essa equação como muito útil em fornecer uma primeira estimativa para uma triagem rápida e possível classificação de grandes grupos de indivíduos. Entretanto, como discutido anteriormente, um erro de estimativa próximo de 5% é relativamente alto quando se trata da classificação cardiorrespiratória pelo VO_{2max} .

Os autores não discutem que essa equação deva ser exclusivamente usada para sujeitos entre 20 e 30 anos, ou que tenham que obedecer outros critérios como, por exemplo, IMC normal. Diante disso, o que é possível perceber pelos resultados de nosso estudo, é que essa equação aparentemente não é válida para grupos com idades acima daquela usada no estudo original.

Após uso da técnica de Bland-Altman, pôde-se verificar que as equações de Verma et. al. (1998), de modo geral, subestimaram o VO_{2max} de todos os indivíduos, independente do nível de treinamento. A média mais próxima de zero (-0,02) foi a da equação Verma 4, aplicada no grupo controle. Mas, apesar disso, houve grande variação e dispersão dos valores estimados em relação aos valores reais. Os grupos do estudo de Verma et al. apresentaram amplitude de idade e VO_{2max} de 21-58 anos e 1,60-3,79 L/min⁻¹, respectivamente. Os autores sugeriram que para essas amplitudes as equações seriam possíveis para boas estimativas. Não foi possível encontrar nesse estudo o erro padrão da estimativa. Seria importante conhecer a magnitude do erro padrão da estimativa para poder avaliar se isso seria a explicação para a baixa capacidade de estimativa dessas equações.

Pôde-se perceber que no grupo Corredores a capacidade de estimativa pelas equações de Verma foram sempre piores que dos demais grupos. Uma possível explicação é que nesse grupo o VO_{2max} era maior que os demais grupos, e boa parte dos corredores apresentaram VO_{2max} absoluto acima do limite superior de 3,79 L/min⁻¹ sugerido por Verma et al. (1998). Por sua vez, a baixa capacidade de estimativa do VO_{2max} real no grupo resistido poderia ser explicada pela variável peso, uma vez que esse parâmetro faz parte das equações. Na amostra de Verma et. al. a amplitude de peso foi de 44 - 85 kg, enquanto que na amostra do ESCHOT a média de peso do grupo resistido foi de 89±2. Já a variação do grupo controle

poderia ser explicada apenas pelo erro padrão da estimativa, mas que não foi encontrado no estudo.

Por fim, ressalta-se que alguns dos artigos apresentados como o de Lima e Abatti (2006) tomam por base dados do AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE (2002) que assinalam para medidas diretas em laboratório variações de teste para teste de 3 – 8%, para mostrar como atraentes testes de predição com médias de variação de aproximadamente 5%. Entretanto, como discutido anteriormente a variação proposta promove erros muito grandes, tornando-as então ineficientes.

Os resultados do presente estudo permitem concluir que, de maneira geral, os valores de estimativa obtidos por equações preditivas que não apresentam parâmetros relacionados ao exercício físico, não são válidos para estimar o VO_{2max} , se aplicados em sujeitos com características gerais similares a amostra do ESCHOT. De maneira geral essas equações preditivas subestimam o VO_{2max} real

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE SPORT MEDICINE (ACMS). **Guia para teste de esforço e prescrição de exercício**. Rio de Janeiro: MEDSI, 2002.

BARBOSA, F.P.; Filho, J.F.; Fernandes, P.R.; Knackruss, M. I. Modelo matemático para levantamento epidemiológico da aptidão física cardiorrespiratória sem teste de esforço. **Revista de Salud Pública**, v.10, n.2, p. 260-268, maio 2008.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical Methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement.

CÁCERES J.M.S.; **Predição da aptidão cardiorrespiratória de adultos sem teste de exercício físico**. 2011. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis.

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

JURCA, R. et al. Assessing Cardiorespiratory Fitness Without Performing Exercise Testing. **Am. J. Prev. Med.**, v. 29, n. 3, p.185-193, 2005.

LIMA, F.L.; ABATTI, P. J. Formulação de equações preditivas do Vo₂max baseada em dados que independem de exercícios físicos. **Semina**, v. 27, n.2, p.139-149, 2006.

MAILEY, E. L. et al. Construct Validation of a Non-Exercise Measure of cardiorespiratory Fitness in Older Adults. **BMC Public Health**, v.10, n.59, s/p, 2010.

MARANHÃO NETO, G. A.; Farinatti, P .T .V. Equações de predição da aptidão cardiorrespiratória sem testes de exercício e sua aplicabilidade em estudos epidemiológicos: uma revisão sistemática. **Cad. Saúde Pública**, v.20, n.1, p. 48-56, jan/fev, 2004.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. L.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

NETO

VERMA S. S., SHARMA Y. K., KISHORE N. Prediction of maximal aerobic power in healthy indian males 21-58 years of age. **Z Morphol Anthropol**; 82: 103 – 110, 1998.