

Laura Valverde

**CONFIABILIDADE INTRA E INTERSSESSÃO DA TAXA DE PRODUÇÃO DE
FORÇA NO *CAMPUS BOARD* INSTRUMENTALIZADO EM ESCALADORES
ESPORTIVOS**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2018

Laura Valverde

CONFIABILIDADE INTRA E INTERSSESSÃO DA TAXA DE PRODUÇÃO DE FORÇA NO *CAMPUS BOARD* INSTRUMENTALIZADO EM ESCALADORES ESPORTIVOS

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2018

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a confiabilidade intra e interssessão da taxa de produção de força no *Campus Board* instrumentalizado em escaladores esportivos. Participaram 22 voluntários do sexo masculino com no mínimo três anos de experiência em Escalada e pelo menos um ano de treinamento no *Campus Board*. O teste consistiu na realização de exercício com contra movimento, denominado BoteCAE, feito em dois dias com intervalo de 48 horas por um único avaliador. Foram realizadas cinco execuções máximas com intervalo de um minuto entre as execuções. Para medir a variável taxa de produção de força duas células de força foram adaptadas no *Campus Board*. Os valores de taxa de produção de força do BoteCAE apresentaram altos valores de confiabilidade intrassessão, tanto para o primeiro dia ($CCI_{2,1} = 0,777$; $p=0,001$) quanto no segundo dia ($CCI_{2,1} = 0,790$; $p=0,001$) e também nas interssessões ($CCI_{2,k} = 0,873$; $p=0,001$). Portanto, os resultados permitem concluir que a taxa de produção de força é uma medida de desempenho confiável e que pode ser utilizada para monitorar e detectar alterações significativas no desempenho de escaladores esportivos.

Palavras-chave: Confiabilidade. *Campus Board*. Escalada.

ABSTRACT

The aim of this study was to verify the reliability intra and intersession of the rate of force development (RFD) in the instrumentalized Campus Board (CB) on sport climbers. Twenty-two male volunteers with at least 3 years of Climbing experience and at least one year of CB training participated. The test consisted in performing counter-movement exercise, called BoteCAE, performed in two days with an interval of 48 hours which was measured by a single evaluator. Five maximum executions were performed with a one-minute interval between them. To measure the variable rate of force development two force cells were adapted in Campus Board. The TPF values of BoteCAE presented high intrasession reliability values for both the first day ($CCI_{2,1} = 0.777$, $p = 0.001$) and the second day ($CCI_{2,1} = 0.790$, $p = 0.001$) ($CCI_{2,k} = 0.873$, $p = 0.001$), as well as in the intersessions ($CCI_{2,k} = 0,873$; $p=0,001$). Therefore, the results allow to conclude that the rate of force development is a measure of reliable performance and that can be used to monitor and detect significant changes in the performance of sport climbers.

Keywords: Reliability. Campus Board. Climbing.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. MÉTODOS	9
2.1. Participantes	9
2.2. Instrumento	9
2.3. Descrição do exercício	10
2.4. Procedimentos de teste	12
2.5. Variáveis	13
2.6. Análise estatística	14
3. RESULTADOS	15
3.1. Confiabilidade relativa	16
3.2. Confiabilidade absoluta	16
4. DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve um aumento da popularidade da Escalada (GILES *et al.*, 2006), sendo que atualmente são 20 milhões de praticantes em todo mundo de acordo com a Federação Internacional de Escalada Esportiva (<http://www.ifsc-climbing.org>). Além disso, a Escalada foi incluída como modalidade dos Jogos Olímpicos em Tokyo, 2020 (COI, 2017). Portanto, a necessidade de produzir conhecimentos relacionados com o treinamento esportivo específico se torna evidente para esta nova modalidade olímpica.

Dentre as diversas áreas de investigação da Escalada nas Ciências do Esporte, o presente estudo abordará os aspectos biomecânicos relacionados ao desempenho na Escalada. Nesse contexto, os estudos relacionados à Escalada na área da Biomecânica do rendimento investigaram o perfil dos escaladores, quanto à antropometria (WATTS *et al.*, 1993; GRANT *et al.*, 1996; MERMIER *et al.*, 1997; BOOTH *et al.*, 1999; BERTUZZI *et al.*, 2001), à força muscular (GRANT *et al.*, 1996; WATTS *et al.*, 1996; FERGUSON; BROWN, 1997; WATTS, 2000; GRANT *et al.*, 2001), e à flexibilidade (GRANT *et al.*, 1996; MERMIER *et al.*, 2000; GRANT *et al.*, 2001). Considerando que a força muscular é um dos principais fatores de sucesso da Escalada (STANKOVIC, 2014) ênfase será dada aos aspectos relacionados a essa capacidade. Neste sentido, o treinamento desta capacidade motora requer um melhor entendimento de como esta pode ser estruturada e as formas de avaliação do desempenho.

De acordo com o modelo de estruturação da força muscular elaborado por Schmidbleicher (1984), a capacidade motora força possui duas formas de manifestações possíveis: força rápida e resistência de força. A força rápida pode ser definida como “a capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior impulso possível no tempo disponível” (SCHMIDTBLEICHER, 1984), sendo subdividida em dois componentes principais: força máxima e força

explosiva. A força máxima é “representada pelo maior valor de força que pode ser produzido pelo sistema neuromuscular por meio de uma contração voluntária máxima” (GULLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1999). Já a força explosiva é compreendida como “a capacidade do sistema neuromuscular de desenvolver uma elevação máxima da força após o início da contração, ou seja, a maior taxa de produção de força” (SCHMIDTBLEICHER, 1984). A taxa de produção de força (TPF) é relevante para o desempenho em diversas modalidades esportivas e em ações que incluem saltos, chutes, lançamentos, e golpes em geral (CHAGAS; LIMA, 2013). No entanto, esses componentes da força muscular ainda foram pouco investigados no contexto da escalada esportiva (ABREU *et al.*, 2018). Uma melhor compreensão de como a força muscular se manifesta nas ações da escalada esportiva e mensurar seus componentes podem auxiliar no direcionamento de um treinamento mais adequado e efetivo para atletas dessa modalidade.

Em relação a forma de se avaliar a força muscular em escaladores Grant *et al.* (1996; 2001); Ferguson; Brown (1997); Watts (1996; 2000) e Grant *et al.* (2001), utilizaram um dinamômetro manual para medir a força de forma dinâmica e estática (CIVM). Esses estudos mostraram maior força muscular de dedos e antebraço em escaladores de elite comparado a recreativos e não escaladores e diminuição desses valores de força em situação pós escalada. Entretanto, Watts (2004) questionou a especificidade desse instrumento, justificando que as posições de pegada na Escalada não envolvem a oposição do polegar e/ou palma contra os dedos de uma maneira similar à empregada durante a dinamometria de preensão manual. Considerando que na prática do esporte além dos músculos dos dedos e antebraço, outros grupos como os extensores do ombro, flexores do cotovelo e músculos da cintura escapular atuam em conjunto, seria adequado realizar uma avaliação destes em um movimento único e verificar os componentes da força muscular relacionados a esses músculos para que seja possível conduzir o treinamento de força de atletas amadores e profissionais.

Nesse sentido, Abreu *et al.* (2018) buscou fazer medidas mais específicas em escaladores, utilizando o equipamento *Campus Board* (CB) (FIGURA 1),

presente na maioria das academias de Escalada e utilizado como auxiliar na rotina de treinamento de equipes nacionais e de escaladores amadores (SCHÖFFL; SCHNEIDER; KÜPPER, 2011). No CB o atleta fica suspenso pelas mãos e dedos e move seu centro de gravidade predominantemente na vertical, flexionando e estendendo cotovelos e ombros. Assim, a movimentação de membros superiores realizada no CB se assemelha a técnica do esporte e ao mesmo tempo reduz a complexidade dos fatores técnicos envolvidos na Escalada (GILES *et al.*, 2006). O estudo de Abreu *et al.* (2018) mediu, por meio de células de carga colocadas nas agarras do CB, as variáveis impulso e pico de força em exercício utilizando o ciclo alongamento-encurtamento (BoteCAE). Todas as variáveis apresentaram valores elevados de confiabilidade. Em relação ao pico de força, o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) foi igual a 0,88 e o erro padrão de medida percentual (EPM%) foi menor que 5%.

Figura 1 – Campusboard montado na academia Moquiwa



Fonte: Arquivo Biolab

Considerando que além do pico de força e do impulso, investigados no estudo de Abreu *et al.* (2018), a taxa de produção de força é um parâmetro funcional essencial para atividades que exigem capacidade de força rápida (FANCHINI *et al.*, 2013), e que esta poderia ser mais apropriada que o pico de força para

investigar a capacidade de produção de força muscular em escaladores, já que utilizam muitas vezes movimentos de força explosiva como os denominados botes, que consistem em lançar as duas mãos simultaneamente sem o apoio dos pés, dependendo de uma quantidade de força muscular considerável em pouco tempo, faz-se necessário verificar a confiabilidade desta variável no exercício BoteCAE por meio do CB instrumentalizado. A variável TPF, tem sido mensurada em estudos que avaliaram a força muscular em membros inferiores e tem correlação significativa com medidas de desempenho dado pela altura do salto vertical (MATAVULJ *et al.*, 2001). Em outro estudo, Marques *et al.* (2015) avaliaram 35 homens treinados em três tentativas máximas do salto com contramovimento (SCM) realizadas no aparelho *Smith*. Foi encontrada relação entre a TPF e o deslocamento no SCM.

Em relação aos membros superiores o estudo de Dhahbi *et al.* (2016) investigou a TPF em exercícios pliométricos de flexão de braço. Os autores mediram na plataforma de força utilizando de exercícios com contramovimento e sem contra movimento e encontraram valores significativamente maiores para PF e TPF no exercício com contramovimento. O estudo também investigou a confiabilidade das variáveis e a TPF teve CCI alto em todos os exercícios.

Portanto, para que a TPF possa ser utilizada para monitorar atletas e acompanhar as alterações ao longo do tempo, o objetivo deste estudo é verificar a confiabilidade da TPF no exercício BoteCAE, por meio do CB instrumentalizado em escaladores.

2 MÉTODOS

Todos os participantes leram e assinaram o termo de consentimento e foram informados sobre os riscos e benefícios da pesquisa, bem como garantido o anonimato. Em conformidade com as normas internacionais, este estudo recebeu autorização do comitê de ética local para realizar pesquisa com seres humanos, parecer número: 257.217, CAAE 01653113.0.0000.5149.

2.1. Participantes

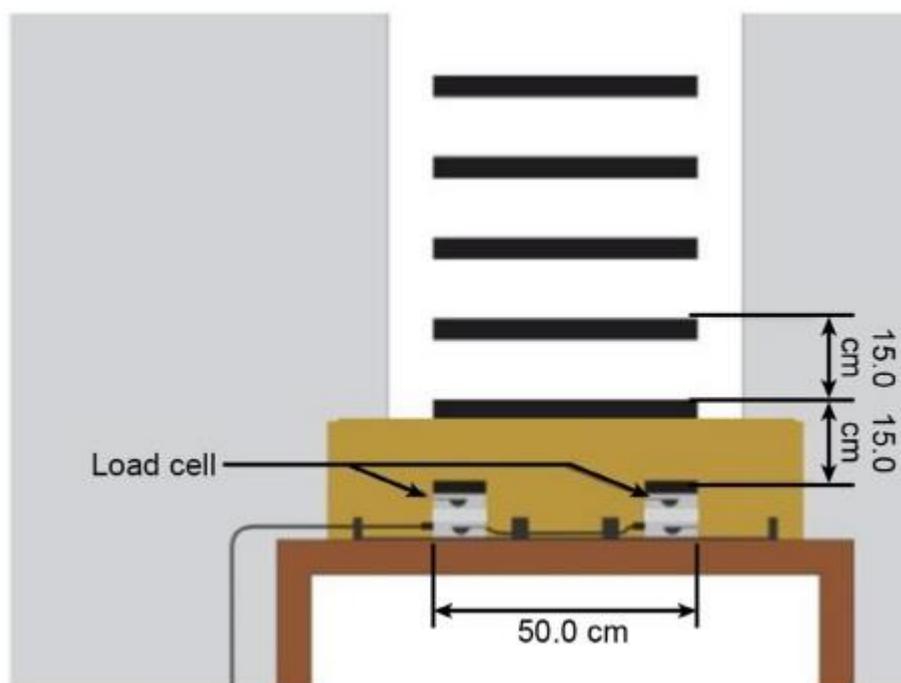
Participaram deste estudo escaladores esportivos adultos do sexo masculino, sem relato de lesões musculoesqueléticas de membros superiores nos últimos 6 meses com mínimo de três anos de prática da Escalada e que treinavam no CB a pelo menos um ano. Foram excluídos do estudo os participantes que não conseguiram executar o movimento de bote no CB ou faltaram ao segundo dia de coleta. Dos 34 participantes iniciais, seis não conseguiram realizar o protocolo de exercícios e foram dispensados. Outros seis participantes não retornaram para o segundo dia coleta de dados, sendo que quatro deles relataram algum tipo de desconforto muscular. Portanto a amostra final do estudo foi composta de 22 participantes.

2.2. Instrumento

Foram utilizadas duas células de força, da marca *Tedea Huntleigh*[®], modelo 601 com capacidade máxima de 5.000N devidamente calibradas conforme manual do fabricante. O sinal gerado pelas células de força foi digitalizado pelo conversor Analógico-Digital modelo DT9800 (12 bits) da marca *National Instrument*[®]. O software *DasyLab*[®] 10.0 foi utilizado para aquisição, armazenamento e análise dos dados. A frequência de amostragem foi de 500 Hz e utilizado filtro digital passa-baixa *Butterworth* de segunda ordem com frequência de corte de 10 Hz para remoção de ruído (BOURDIN *et al.*, 1999).

O CB teve as seguintes dimensões: placa de madeira de 60x75 cm, inclinada a -20° em relação ao plano vertical. Na parte superior das duas células de força foram fixadas agarras de madeira maciça similar as do CB com 10 cm de comprimento por 2.5 cm de largura denominadas de agarra de partida. A agarra de partida foi instalada na parte mais baixa do CB, a uma distância de 50 cm uma da outra e a 180 cm em relação ao solo. Acima da agarra de partida, foram fixadas em intervalos de 15 cm, agarras feita de resina com 50 cm comprimento e 4 cm de largura, totalizando cinco agarras e distância de 75 cm.

FIGURA 2 – *Campus Board* instrumentalizado com células de carga (visão frontal)



Fonte: Abreu *et al.* (2018)

2.3. Descrição do exercício

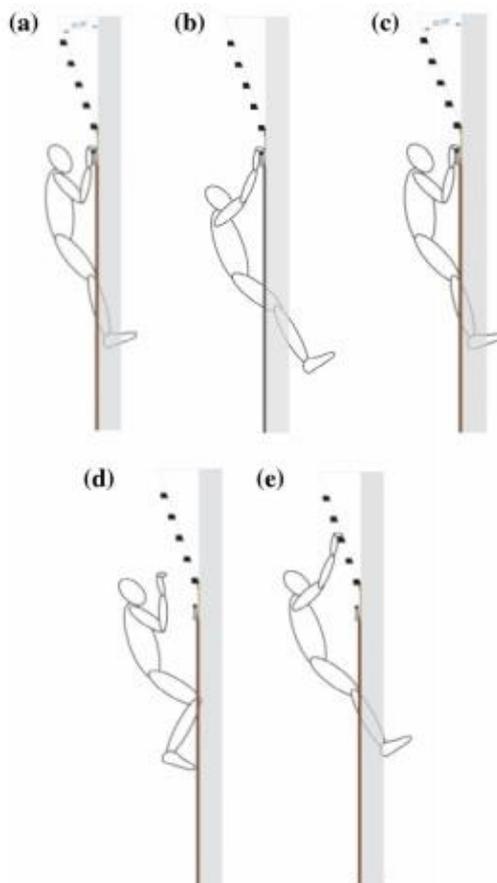
Os escaladores realizaram no CB um exercício frequentemente utilizado no treinamento: o bote com ciclo alongamento-encurtamento (BoteCAE). Utilizou-se a posição de mãos e dedos denominada *open grip*, nela a articulação

interfalângica distal dos dedos II ao V está flexionada entre 90° e 100° graus e a articulação interfalângica proximal está semi-flexionada. A articulação metacarpofalângica está estendida sem participação do polegar. Este tipo de posicionamento foi escolhido por diminuir o risco de lesões em tendões e ligamentos (VIGOUROUX *et al.*, 2008). Todos os escaladores utilizaram magnésio nas mãos para minimizar o risco dos dedos escorregarem das agarras (AMCA *et al.*, 2012).

Exercício: Bote com ciclo de alongamento-encurtamento (BoteCAE)

Suspenso na agarra de partida (células de força), o participante inicia com cotovelos flexionados e ombros em extensão. Os ângulos da flexão do cotovelo e da extensão dos ombros foram auto selecionados. Com o objetivo de segurar o mais alto possível, o movimento começa com uma fase preparatória de contramovimento, ou seja, abaixando a posição do centro de gravidade por meio de uma ação excêntrica rápida dos membros superiores e uma subsequente contração concêntrica explosiva, caracterizando o CAE de longa duração (>250ms) (SCHMIDTBLEICHER, 1992). Posteriormente realiza a fase de vôo até alcançar a agarra mais alta, caracterizando a posição final.

FIGURA 3 – BoteCAE: (a) posição inicial; (b) fase excêntrica; (c) fase concêntrica; (d) fase de vôo e (e) posição final.



Fonte: Abreu *et al.*, 2018.

2.4. Procedimentos de teste

Os testes foram realizados em dois dias com intervalo de 48 horas, sempre no mesmo horário e conduzido pelo mesmo avaliador. No primeiro dia, foram mensurados altura (cm), envergadura (cm), massa corporal (Kg) e registrado o nível de desempenho (maior grau de dificuldade já escalado). Em seguida, foi demonstrado o exercício BoteCAE. Logo após, os participantes realizavam 15 minutos de aquecimento padronizado que incluía: escalar uma via com baixo grau de dificuldade e três repetições do exercício com auxílio externo para evitar possíveis quedas ao solo e reduzindo o peso corporal a ser movimentado.

Após cinco minutos do término da fase de preparação, foi determinado de maneira progressiva, o desempenho máximo no CB definido como: agarra mais alta capaz de ser alcançada. Iniciando o movimento da agarra de partida que estava instrumentalizada com as células de força, cada participante realizava o exercício BoteCAE, buscando alcançar a agarra imediatamente acima (com distância de 15cm em relação a agarra de partida). Após um minuto de intervalo, os voluntários capazes de alcançar a primeira agarra, retornavam a agarra de partida buscando alcançar a segunda agarra (com distância de 30cm em relação a agarra de partida), e assim sucessivamente até alcançar a agarra mais alta possível. A agarra mais alta que o participante foi capaz de alcançar e segurar foi definida como critério do desempenho máximo no CB. Cinco minutos após o procedimento para determinação da altura máxima foram realizadas cinco repetições do exercício BoteCAE na altura máxima, determinada individualmente no procedimento anterior, com intervalo de um minuto entre as repetições (ABREU *et. al.*, 2018).

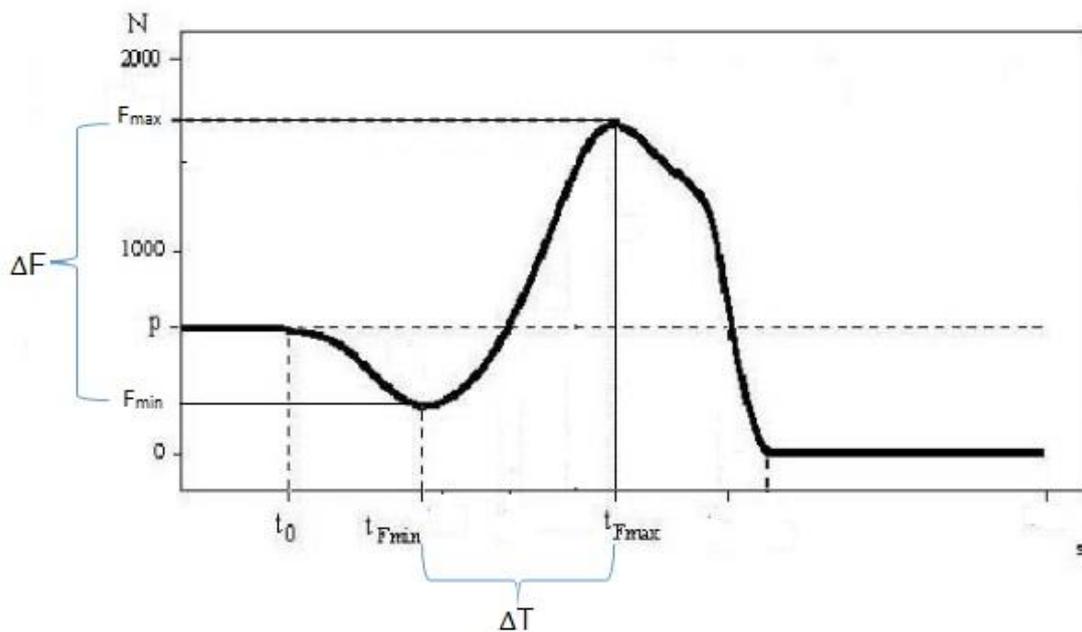
2.5. Variáveis

A variável investigada foi a Taxa de Produção de Força (TPF) que representa a força produzida por unidade de tempo (SCHMIDTBLEICHER, 1992). Foi calculada da seguinte forma:

$$TPF = \Delta F \text{ (N)} / \Delta T \text{ (s)} \quad (1)$$

Essa fórmula representa a TPF calculada pela mudança na força ($\Delta F = F_{\text{max}} - F_{\text{min}}$) dividida pela mudança no tempo ($\Delta T = T_{F_{\text{max}}} - T_{F_{\text{min}}}$) (HAFF *et al.*, 2015).

FIGURA 4 – Representação dos intervalos de força e tempo



Fonte: adaptado de acervo BIOLAB - UFMG

2.6. Análise estatística

A análise estatística deste estudo foi realizada no programa SPSS versão 22.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois). Primeiramente foi feita uma análise descritiva da variável taxa de produção de força por meio de média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para medir a confiabilidade intrassessão o coeficiente de correlação intraclass $CCI_{(2,1)}$ foi adotado. Para verificar a confiabilidade entre as 5 tentativas foram utilizadas as médias das 5 tentativas máximas de cada dia e adotado o $CCI_{(2,k)}$. O nível de significância adotado em todas as análises foi de $\alpha \leq 0,05$. A classificação adotada para os valores de CCI foram “moderado” (0,50 – 0,69), “alto” (0,70 – 0,89) e “muito alto” (0,90 – 1,00) (PORTNEY; WATKINS, 2009). O erro padrão da medida (EPM) foi estimado segundo a equação: $EPM = \sqrt{QMe}$ onde QMe é o quadrado médio residual da análise de variância (WEIR, 2005).

3 RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as características antropométricas e o perfil esportivo dos voluntários.

TABELA 1
Caracterização da amostra

Antropometria/Perfil esportivo	Média	D.P	CV %
Idade [anos]	31,7	6,1	19,2
Massa corporal [Kg]	69,7	7,2	10,3
Altura [cm]	176,0	7,4	4,2
Envergadura [cm]	179,0	7,5	4,1
Tempo de prática da escalada [anos]	10,1	5,6	55,4
Tempo de prática no <i>Campus Board</i> [anos]	2,0	1,5	75

D.P.= desvio padrão; CV%= coeficiente de variação percentual.

Em relação ao grau máximo já escalado na carreira; 2 (9,1%) escalam sétimo grau; 9 (40,9%) relataram escalar até o oitavo grau; 7 (31,8%) afirmaram escalar até o nono grau e 4 (18,2%) escalam vias de décimo grau na escala brasileira que vai até o décimo segundo grau.

A tabela 2 apresenta os resultados descritivos da taxa de produção de força nos dias 1 e 2.

TABELA 2
Análise descritiva

	TPF (N/s)	
	D1	D2
Média	1168,56	1193,53
D.P.	527,90	617,66
Mínimo	543,82	498,72
Máximo	2425,33	2935,62

TPF= taxa de produção de força; D.P.=desvio padrão; D1=dia 1; D2=dia 2.

3.1. Confiabilidade relativa

As tabelas 3 e 4 apresentam os resultados referentes à confiabilidade intra-sessão para os dias 1 e 2 e entre-sessões, respectivamente.

TABELA 3

Confiabilidade intra-sessão

	D1		D2		Classificação CCI (D1-D2)
	CCI	p	CCI	p	
TPF	0,777	,001	0,790	,001	alto

TPF= taxa de produção de força; CCI= Coeficiente de Correlação Intraclasse.

TABELA 4

Confiabilidade entre-sessão

	CCI	Valor p	Classificação CCI
TPF	0,873	,001	alto

TPF= taxa de produção de força; CCI= Coeficiente de Correlação Intraclasse.

3.2. Confiabilidade absoluta

Os resultados referentes à confiabilidade absoluta da taxa de produção de força são apresentados na tabela 5.

TABELA 5

Erro padrão da medida

	D1		D2	
	EPM	EPM%	EPM	EPM%
TPF	279,672	23,932	314,450	26,346

EPM= erro padrão da medida; EPM%= erro padrão da medida percentual.

4 DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo verificar a confiabilidade intra e interssessão da TPF medida no exercício BoteCAE que foi realizado no CB instrumentalizado com células de força. Considerando que é necessário que os dados de taxa de produção de força derivados de esforços máximos no BoteCAE em atletas de escalada esportiva possam ser utilizados para monitorar atletas e acompanhar as alterações ao longo do tempo, o teste deve ser altamente confiável para detectar mudanças significativas em intervalos de testes recorrentes (FOWLES, 2006). Os valores de TPF do BoteCAE apresentaram altos valores de confiabilidade intrassessão, tanto para o primeiro dia ($CCI_{2,1} = 0,777$; $p=0,001$) quanto no segundo dia ($CCI_{2,1} = 0,790$; $p=0,001$) e também nas interssessões ($CCI_{2,k} = 0,873$; $p=0,001$). Portanto, à luz desses resultados, a taxa de produção de força é uma medida de desempenho confiável e que pode ser utilizada para monitorar e detectar alterações significativas no desempenho de escaladores. Além disso, o uso de um teste em CB instrumentalizado para monitorar o desempenho da escalada esportiva parece ser mais específico para treinadores do que um teste isométrico utilizando dinamômetro manual utilizado em estudos prévios (GRANT *et al.* 1996; 2001; FERGUSON; BROWN, 1997; WATTS, 1996; 2000). Watts *et al.* (2004) colocaram que essa especificidade está muito ligada as posições de pegada, enquanto a dinamometria utiliza a oposição do polegar e/ou palma contra os dedos, na Escalada essa pegada não é comumente utilizada.

A confiabilidade dos valores de TPF do presente estudo são semelhantes aos achados de Abreu *et al.* (2018), que também realizaram o BoteCAE no CB instrumentalizado e encontraram alta confiabilidade em relação às variáveis impulso ($CCI = 0,82$; $p=0,001$) e pico de força ($CCI = 0,90$; $p=0,001$), indicando que o CB instrumentalizado pode ser uma opção viável para avaliação da força muscular de membros superiores em escaladores esportivos. Um motivo para os elevados valores de CCI, no presente estudo pode estar relacionado à heterogeneidade da amostra. Como o CCI é influenciado pela magnitude e pela consistência da variabilidade em várias medidas do mesmo teste (BREDET *et*

al., 2016), pode-se especular que essa elevada variabilidade pode ter sido devido à diferentes fatores tais como, o tempo de prática, e as diferentes estratégias adotadas pelos escaladores para realizar o BoteCAE no CB instrumentalizado. Por exemplo, a amplitude de movimento de extensão do cotovelo durante o contramovimento não foi controlada, enquanto alguns fizeram extensão completa outros utilizaram de menores graus de ADM. Além disso, observou-se a utilização da flexão do quadril na fase concêntrica. Um estudo com análise cinemática seria interessante para verificar se e/ou quanto esses movimentos interferiram na produção de força.

Além disso, o valor do EPM reflete o grau de flutuação dos escores de um indivíduo em um teste /condição, indicando a variabilidade natural esperada (erro aleatório) para a resposta de uma determinada variável, sendo que maiores valores de EPM representam uma maior dificuldade em detectar alterações significativas nos escores de um indivíduo após o treinamento (BREDT *et al.*, 2016). No presente estudo, os valores de EPM(%) foram de 23,93% e 26,34% no primeiro e segundo dias, respectivamente. Esses valores de EPM para TPF são similares aos encontrados por Abreu *et.al* (2018) para o pico de força (22,7%) e impulso (20,6%) no exercício BoteCAE no CB. Dado que essas variáveis estão relacionadas ao desempenho no CB, conhecer a variabilidade aleatória permite inferir sobre melhoras produzidas devido à intervenção ou a redução de desempenho provocada por fadiga. Considerando que os valores de EPM são utilizados no cálculo da diferença mínima individual (DMI) (WEIR, 2005) sendo que as mudanças nos valores de TPF maiores que a DMI, indicam alterações produzidas pelo treinamento, conhecer a variabilidade natural da medida torna-se importante para treinadores e pesquisadores que investigam a produção de força muscular de membros superiores na escalada esportiva por meio do exercício BoteCAE no CB instrumentalizado. Sugere-se que estudos futuros sejam realizados após um treinamento de força de membros superiores para mensurar a sensibilidade da medida da TPF no CB instrumentalizado em detectar alterações promovidas pela intervenção realizada em escaladores esportivos.

5 CONCLUSÃO

Os resultados indicam alta confiabilidade intra e interssessão da variável taxa de produção de força no exercício BoteCAE medido em CB instrumentalizado. Estes resultados sugerem que o CB é uma boa ferramenta para realizar avaliação de força muscular em escaladores. Além das variáveis impulso e pico de força anteriormente pesquisadas, a verificação da confiabilidade da taxa de produção de força aumenta as possibilidades de prescrição, controle e ajuste da carga de treinamento de atletas na Escalada.

REFERÊNCIAS

ABREU, E., ARAUJO, S., CHAGAS, M., ANDRADE, A., CANÇADO, G., MENZEL H.J. Test-retest reliability of kinetic variables measured on Campus Board in sport climbers. **Sports Biomechanics**, 2018.

AMCA, A. M., VIGOUROUX, L., ARITAN, S., BERTON, E. Effect of hold depth and grip technique on maximal finger forces in rock climbing. **Journal of Sports Sciences**, v.30, p. 669– 677, 2012.

ATKINSON, G., NEVILL, A.M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. **Sports Medicine**, v.26, n.4, p. 217-238, 1998.

BALÁŠ, J., PECHA, O., MARTIN, A. J., COCHRANE, D. Hand-arm strength and endurance as predictors of climbing performance. **European Journal of Sport Science**, v.12, p. 16–25, 2012.

BERTUZZI, R., FRANCHINI, E., KOKUBUN, E., KISS, M. Energy system contributions in indoor rock climbing. **European Journal of Applied Physiology**, v.101, p. 293–300, 2007.

BERTUZZI, R. *et al.* Características antropométricas e desempenho motor de escaladores esportivos brasileiros de elite e intermediários que praticam predominantemente a modalidade indoor. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, p. 7–12, 2001.

BREDDT, S. *et al.* Confiabilidade das medidas de demanda física, fisiológica e tática em pequenos jogos com superioridade e igualdade numérica no futebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.18, n.5, p. 602-610, 2016.

BOURDIN, C., TEASDALE, N., NOUGIER, V., BARD, C., FLEURY, M. Postural constraints modify the organization of grasping movements. **Human Movement Science**, v.18, p. 87–102, 1999.

BOOTH J, MARINO F, HILL C. Energy cost of sport rock climbing in elite performers. **British Journal of Sports Medicine**, v.33, p. 14–18, 1999.

CHAGAS M. H.; LIMA F. V. Capacidade força muscular: estruturação e conceito básico. In: Dietmar SAMULSKI, Hans-Joachim MENZEL, Luciano Sales PRADO. **Treinamento esportivo**. 1.ed. Barueri, SP: Manole, v.4, p. 91-110, 2013.

COMITE OLIMPICO INTERNACIONAL. Disponível em: ><https://www.olympic.org/>. Acesso em: 05/05/2018.

DHAHBI, W., CHAOUACHI A., DHAHBI A.B., COCHRANE J., CHÈZE L., BURNETT A., CHAMARI K. Variation of Plyometric Push-Ups Affects Force

Application Kinetics and Perception of Intensity. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 2016.

DRAPER, N., DICKSON, T., BLACKWELL, G., PRIESTLEY, S., FRYER, S., MARSHALL, H., ELLIS, G. Sport-specific power assessment for rock climbing. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.51, p. 417–425, 2011.

FANCHINI M., VIOLETTE F., IMPELLIZZERI F.M., MAFFIULETTI N.A. Differences in climbing-specific strength between boulder and lead rock climbers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, p. 310–314, 2013.

FERGUSON, R. A., & BROWN, M. D. Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects. **European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology**, v.76, p.174–180, 1997.

FOWLES, JR. Technical issues in quantifying low-frequency fatigue in athletes. **Int International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.1, p. 169–171, 2006.

FUSS, F. K., NIEGL, G. Instrumented climbing holds and performance analysis in sport climbing. **Sports Technology**, v.1, p. 301–313, 2008.

GILES, L. V., RHODES, E. C., & TAUNTON, J. E. The physiology of rock climbing. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v.36, p. 529–545, 2006.

GRANT, S., HYNES, V., WHITTAKER, A., & AITCHISON, T. Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. **Journal of Sports Sciences**, v. 14, p. 301–309, 1996.

GRANT S., HASLER T., DAVIES C. A comparison of the anthropometric, strength, endurance, and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. **Journal of Sports Sciences**, v.19, p. 499–505, 2001.

GÜLLICH A.; SCHMIDTBLEICHER D. Struktur der kraftfähigkeiten und ihrer trainingsmethoden. **Deutsche Zeitschrift Sportmedizin**, v.7, p. 223-34, 1999.

HAFF, G. G., RUBEN, R. P., LIDER, J., TWINE, C., and CORMIE, P. A comparison of methods for determining the rate of force development during isometric midhigh clean pulls. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.2, p.386–395, 2015.

HATZE, H. Validity and reliability of methods for testing vertical jumping performance. **Journal of applied biomechanics**, v. 14, n. 2, p. 127–140, 1998.

HOPKINS, W.G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Medicine**, v.30, p. 1–15, 2000.

INTERNATIONAL FEDERATION OF SPORT CLIMBING. Disponível em: ><http://www.ifsc-climbing.org/>. Acesso em: 05/05/2018.

KAWAMORI, N., ROSSI, S.J., JUSTICE, B.D., HAFF, E.E., PISTILLI, E.E., O'BRYANT, H.S., STONE, M.H., HAFF, G.G. Peak force and rate of force development during isometric and dynamic mid-thigh clean pulls performed at various intensities. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, p. 483–491, 2006.

LAFFAYE, G., COLLIN, J. M., LEVERNIER, G., PADULO, J. Upper-limb power test in rock-climbing. **International Journal of Sports Medicine**, v.35, p. 670–675, 2014.

LAFFAYE, G, WAGNER, PP, and TOMBLESON, TIL. Countermovement jump height: Gender and sport-specific differences in the force-time variables. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.4, p. 1096–1105, 2014.

LEARY, B.K., STATLER, J., HOPKINS, B., FITZWATER, R., KESLING, T., LYON, J., PHILLIPS, B., BRYNER, R.W., CORMIE, P., and HAFF, G.G. The relationship between isometric force-time curve characteristics and club head speed in recreational golfers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, p. 2685–2697, 2012.

MACLEOD, D., SUTHERLAND, D. L., BUNTIN, L., WHITAKER, A., AITCHISON, T., WATT, I., GRANT, S. Physiological determinants of climbing-specific finger endurance and sport rock climbing performance. **Journal of Sports Sciences**, v.25, p. 1433–1443, 2007.

MARQUES, M.C., IZQUIERDO, M., MARINHO, D.A., BARBOSA, T.M., FERRAZ, R., GONZALEZ-BADILLO, J.J. Association between force-time curve characteristics and vertical jump performance in trained athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.7, p. 2045–2049, 2015.

MATAVULJ, DL, KUKOLJ, M, UGARKOVIC, D, TIHANYI, J, JARIC, S. Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.41, p. 159–164, 2001.

MICHAILOV, M. L., BALÁŠ, J., TANEV, S. K., Andonov, H. S., KODEJŠKA, J., BROWN, L. Reliability and Validity of Finger Strength and Endurance Measurements in Rock Climbing, **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 2018.

MERMIER C.M., ROBERGS R.A., MCMINN S.M. Energy expenditure and physiological responses during indoor rock climbing. **British Journal of Sports Medicine**, v.31, p. 224–228, 1997.

MERMIER, C., JANOT, J., PARKER, D., SWAN, J. Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. **British Journal of Sports Medicine**, v. 34, p. 359–365, 2000.

PORTNEY, L.G., WATKINS, M.P. **Foundations of Clinical Research: Applications to Practice**. 3rd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2009.

SCHMIDTBLEICHER, D. **Training for power events**. Strength and power in sport, v. 1, p. 381-353, 1992.

SCHMIDTBLEICHER, D. Motorische beanspruchungsform kraft – struktur und einflussgroessen, adaptionen, trainingsmethoden, diagnose und trainingssteuerung. **Deutsche Zeitschrift fuer Sportmedizin**, v. 38, p. 356-77, 1987.

SCHMIDTBLEICHER, D. Strukturanalyse der motorischen eigenschaft kraft. **Lehre der Leichtathletik**, v. 30, p. 356-77, 1984.

SCHÖFFL, V., SCHNEIDER, H., & KÜPPER, T. Coracoid impingement syndrome due to intensive rock climbing training. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 22, p. 126–129, 2011.

STANKOVIC, D., IGNJATOVIC, M., RAKOVIC, A., PULETIC, M., HODTIC, S. The strength structure of sport climbers. **Physical Education and Sport**, v.12, n. 1, p. 11-18, 2014.

VIGOUROUX, L., FERRY, M., COLLOUD, F., PACLET, F., CAHOUE, V., & QUAINÉ, F. Is the principle of minimization of secondary moments validated during various fingertip force production conditions? **Human Movement Science**, v.27, p. 396–407, 2008.

WATTS P.B., MARTIN D.T., DURTSCHI S. Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers. **Journal of Sports Sciences**, v.11, p.113–117, 1993.

WATTS PB, NEWBURY V, SULENTIC J. Acute changes in handgrip strength, endurance, and blood lactate with sustained sport rock climbing. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 36, p. 255–260, 1996.

WATTS, P.B., DAGGETT M., GALLAGHER P. Metabolic responses during sport rock climbing and the effects of active versus passive recovery. **International Journal of Sports Medicine**, v.21, p.185–190, 2000.

WATTS, P. B. Physiology of difficult rock climbing. **European Journal of Applied Physiology**, v.91, p.361–372, 2004.

WEIR, J. P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v.19, p. 231–240, 2005.