

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Programa de Pós Graduação em Ciências do Esporte

Laura Valverde

**DESEMPENHO DE ESCALADORAS NO *CAMPUS BOARD* INSTRUMENTALIZADO:
comparação entre bote com contramovimento e bote concêntrico**

Belo Horizonte

2022

Laura Valverde

**DESEMPENHO DE ESCALADORAS NO *CAMPUS BOARD* INSTRUMENTALIZADO:
comparação entre bote com contramovimento e bote concêntrico**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Área de Concentração: Análise de métodos para o desempenho humano e esportivo

Orientador: Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade

Coorientador: Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Belo Horizonte

2022

V215d Valverde, Laura
2022 Desempenho de escaladoras no campus board instrumentalizado: comparação entre bote com contramovimento e bote concêntrico. [manuscrito] / Laura Valverde – 2022. 48 f.: il.

Orientador: André Gustavo Pereira de Andrade
Coorientador: Mauro Heleno Chagas

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 39-42

1. Esportes radicais – Teses. 2. Biomecânica – Teses. 3. Desempenho – Teses. 4. Reprodutibilidade dos testes – Teses. I. Andrade, André Gustavo Pereira de. II. Chagas, Mauro Heleno. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 612.76

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila Margareth Teixeira Adão, CRB 6: nº 2106, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA
OCUPACIONAL PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
ESPORTE

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LAURA VALVERDE

Às **09:00 horas** do dia **01 de julho de 2022**, a comissão examinadora de dissertação, indicada pelo Colegiado do Programa Pós-Graduação em Ciências do Esporte (PPGCE), reuniu-se, por meio de videoconferência, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado **“DESEMPENHO DE ESCALADORAS NO CAMPUS BOARD INSTRUMENTALIZADO: COMPARAÇÃO ENTRE AÇÃO CONCÊNTRICA E CICLO DE ALONGAMENTO-ENCURTAMENTO”**. Abrindo a sessão, a presidente da comissão, Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade (UFMG), orientador, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra para a candidata, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a comissão se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA 378ª DISSERTAÇÃO DO PPGCE:

Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade (Orientador) – UFMG

Prof. Dr. Fernando Vitor Lima – UFMG

Prof. Dr. Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi –USP

Após as indicações, a candidata foi considerada: **APROVADA**

O resultado foi comunicado publicamente para a candidata pela presidente da comissão examinadora. Nada mais havendo a tratar, a presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 01 de julho de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Romulo Cassio de Moraes Bertuzzi, Usuário Externo**, em 04/07/2022, às 20:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andre Gustavo Pereira de Andrade, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 05/07/2022, às 16:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Vitor Lima, Professor do Magistério Superior**, em 07/08/2023, às 09:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

https://sei.ufmg.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=1683731&infra_sistema... 1/2 11/08/2023 12:56 SEI/UFMG - 1569430 - Ata de defesa de Dissertação/Tese



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1569430** e o código CRC **0F03B203**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Adalberto e Maria José, pelo apoio e amor incondicional que construíram a minha base para chegar até aqui. A minha irmã Clara, por ser exemplo de determinação e paixão, e por trazer o Tomás para dar mais motivos para nós todos seguirmos em frente. Ao meu companheiro, Felipe, pela paciência e carinho em cada processo, e que vivenciou essa luta diariamente me acolhendo em todos os momentos de dificuldade e alegria. As minhas tias, Cal e Tida, e minha sogra, Oara, por serem exemplos de mulheres de garra e incentivarem a minha caminhada.

Agradeço ao professor André que sempre abriu as portas do conhecimento e mostrou que é possível ser um excelente profissional e ao mesmo tempo ser bom e humano. Ao Edgardo, que puxou a fila das pesquisas na área da escalada no laboratório e não economizou esforços para me ajudar com os equipamentos, reuniões, correções e tudo que precisei. Ao professor Mauro, pelas colocações sempre precisas na construção do projeto e do texto. Aos companheiros do BIOLAB, que mesmo nessa época distante da pandemia, inspiraram em continuar a busca e ajudaram sempre que possível. A CAPES agradeço pela concessão da bolsa que permitiu minha dedicação aos estudos e à pesquisa.

Agradeço as escaladoras da Serra do Cipó, uma comunidade que ultrapassa os limites do esporte. Mulheres que constroem juntas, incentivam, apoiam e acolhem. Voluntárias, alunas e amigas que dispuseram seu tempo e energia nesse mundo novo. E por último, agradeço a escalada, por me permitir a sede pela busca do conhecimento interno e externo, dos processos do corpo e da mente. Às pedras por serem meu lugar de trabalho e lazer, de conexão e crescimento.

“Os melhores momentos de nossas vidas não são os momentos passivos, receptivos e relaxantes. Os melhores momentos geralmente ocorrem quando o corpo ou a mente de uma pessoa são alongados até seus limites em um esforço voluntário para realizar algo difícil e valioso.” (MIHALY CSIKSZENTMIHALY)

RESUMO

A ação muscular ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) já é conhecida por permitir uma maior produção de força comparada com a ação concêntrica e influenciar o desempenho de atletas em diferentes modalidades esportivas. É bem estabelecida sua presença nos saltos verticais com contramovimento, mas menos investigada quando se trata de membros superiores, principalmente no âmbito esportivo como a escalada. Os objetivos do presente estudo foram comparar o desempenho por meio do deslocamento vertical do ponto L5-S1 entre o Bote com contramovimento (Bote CAE) e o Bote concêntrico (Bote CON) e relacionar o desempenho no Bote CAE com a velocidade da ação excêntrica e o tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica. A amostra foi composta por 15 escaladoras avançadas e de elite que realizaram os dois tipos de exercício no *Campus Board* instrumentalizado com células de carga. Além da análise dinâmica foi realizada também uma análise cinemática por meio de duas câmeras *Go Pro* posicionadas nos planos frontal e plano sagital. Foi realizada uma primeira sessão com avaliação antropométrica e familiarização dos exercícios, e uma segunda sessão com aquecimento, determinação da altura máxima do bote. O teste para determinar a altura máxima consistiu em cinco repetições do Bote CAE e do Bote CON. O deslocamento vertical do ponto L5-S1 não foi diferente entre os exercícios ($d_{\text{Bote CAE}} = 38 \text{ cm}$ e $d_{\text{Bote CON}} = 39 \text{ cm}$). A velocidade da ação excêntrica teve o valor médio de $0,54 \pm 0,13 \text{ m/s}$ e explicou 49% do deslocamento vertical no Bote CAE. O tempo de transição no Bote CAE apresentou uma média de $240,53 \pm 64,12 \text{ ms}$ e não teve relação significativa com o deslocamento vertical, mostrando que este fator pode não ter influenciado o aproveitamento adequado dos mecanismos de potencialização da força muscular na fase concêntrica provenientes do CAE. A similaridade do desempenho entre Bote CAE e CON pode ter ocorrido pela alteração na técnica de movimento devido à característica da amostra e a não utilização adequada do CAE provavelmente pela pouca experiência com este tipo de demanda ou pela característica da escalada em que a força máxima dos membros superiores e tronco tem que mover toda a massa corporal. No *Campus board*, os benefícios esperados no deslocamento vertical do corpo envolvendo o CAE (Bote CAE) não foram verificados quando comparado com uma ação concêntrica (Bote CON).

Palavras-chave: escalada; *campus board*; CAE; desempenho.

ABSTRACT

The stretch-shortening cycle (SSC) muscle action is already known to allow greater strength production compared to concentric action and to influence the performance of athletes in different sports. Its presence in countermovement vertical jumps is well established, but less investigated when it comes to upper limbs, especially in sports such as climbing. The objectives of the present study were to compare the performance through the vertical displacement of the L5-S1 point between the dyno with countermovement (Bote CAE) and the concentric dyno (Bote CON) and to relate the performance in the Bote CAE with the speed of the eccentric and the transition time between eccentric and concentric action. The sample consisted of 15 advanced and elite climbers who performed both types of exercise on the Campus Board instrumented with load cells. In addition to the dynamic analysis, a kinematic analysis was also performed using two Go Pro cameras positioned in the frontal and sagittal planes. A first session with anthropometric evaluation and familiarization of the exercises was carried out, and a second session with warm-up, determination of the maximum height of the dyno. The test to determine the maximum height consisted of five repetitions of the Bote CAE and the Bote CON. The vertical displacement of the L5-S1 point was not different between the exercises ($d_{\text{Bote CAE}} = 38$ cm and $d_{\text{Bote CON}} = 39$ cm). The eccentric action velocity had an average value of 0.54 ± 0.13 m/s and explained 49% of the vertical displacement in the CAE Boat. The transition time in Bote CAE presented an average of 240.53 ± 64.12 ms and had no significant relationship with the vertical displacement, showing that this factor may not have influenced the adequate use of the mechanisms of potentiation of muscle strength in the concentric phase from of the SSC. The similarity of performance between Bote CAE and CON may have occurred due to the change in the movement technique due to the characteristic of the sample and the non-appropriate use of the SSC, probably due to the little experience with this type of demand or the climbing characteristic in which the maximum force of the upper limbs and trunk have to move the entire body mass. On Campus board, the expected benefits in the vertical displacement of the body involving the SSC (Bote CAE) were not verified when compared with a concentric action (Bote CON).

Keywords: climbing; campus board; SSC; performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Procedimentos realizados nas duas sessões de coleta de dados.....	18
Figura 2 – <i>Campus Board</i> instrumentalizado com duas células de carga.....	19
Figura 3 – Marcadores anatômicos para realização da Análise Cinemática 2D.....	20
Figura 4 – Câmeras <i>Go Pro 7 black</i>	20
Figura 5 – Bote CAE.....	21
Figura 6 – Bote COM.....	22
Figura 7 – Voluntária 11: Bote CAE e Bote CON.....	26
Figura 8 – Voluntária 13: Bote CAE e Bote CON.....	26
Figura 9 – Voluntária 8: Bote CAE e Bote CON.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bote CAE	Bote com contramovimento
Bote CON	Bote concêntrico
CAE	Ciclo de alongamento-encurtamento
CB	<i>Campus Board</i>
CG	Centro de gravidade
EMG	Eletromiografia
FRS	Força de reação do solo
IRCRA	<i>International Rock Climbing Research Association</i>
SA	Salto agachado
SI	Sistema internacional de unidades
SCM	Salto com contramovimento
2D	Duas dimensões

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivos	18
1.2	Hipóteses	18
2	MATERIAIS E MÉTODOS	19
2.1	Cuidados éticos	19
2.2	Participantes	19
2.3	Procedimentos	20
2.4	Instrumentos	22
2.5	Descrição dos exercícios Bote CAE e Bote CON	25
2.6	Variáveis	26
2.7	Análise estatística	28
3	RESULTADOS	29
4	DISCUSSÃO	34
4.1	Comparação do desempenho do Bote CON e Bote CAE de escaladoras por meio do deslocamento vertical no CB instrumentalizado	34
4.2	Correlação entre a velocidade da ação muscular excêntrica, o tempo de transição da ação excêntrica-concêntrica e o deslocamento vertical do ponto L5-S1	38
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41
	ANEXO A – TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	45
	ANEXO B – CARTA DE ANUÊNCIA	48
	ANEXO C – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	49

1 INTRODUÇÃO

Devido à realização da ação muscular ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) nas ações esportivas e o seu potencial em permitir uma maior produção de força comparado com a ação concêntrica (BOSCO *et al.*, 1981; KOMI, 2000), é coerente a busca por informações que ofereçam suporte ao entendimento dos mecanismos que explicam esse potencial aumentado. Isso é fundamentado pela compreensão de que a capacidade de produzir maiores valores de força pode influenciar o desempenho dos atletas em diferentes modalidades esportivas (FUKUTANI *et al.*, 2021), como na escalada. Entre as variáveis que permitem inferir sobre os mecanismos estão um menor tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica e uma maior velocidade da ação excêntrica. As variáveis cinéticas pico de força e impulso medidas simultaneamente com as cinemáticas tempo de transição e velocidade da ação excêntrica podem auxiliar na explicação de um maior desempenho do CAE em escaladoras esportivas comparado a uma ação predominantemente concêntrica.

O CAE é uma ação muscular natural (KOMI, 2000) e se refere a uma ação muscular excêntrica seguida de uma ação muscular concêntrica, ou seja, a musculatura é alongada e em seguida encurtada (BOBBERT *et al.*, 1996; COMYNS *et al.*, 2011). O CAE eleva a produção de força durante a ação concêntrica em comparação com a ação concêntrica realizada isoladamente. Os mecanismos básicos que podem explicar a potencialização da força muscular com o CAE são: reflexo miotático, armazenamento e utilização de energia elástica e pré-ativação (KOMI, 2000; TURNEY; JEFFREYS, 2010; BOBBERT; CASIUS, 2005).

O reflexo miotático, também conhecido como reflexo de alongamento, está relacionado com o fuso muscular (TURNER; JEFFREYS, 2010), sendo este um mecanorreceptor especializado em monitorar alterações no comprimento muscular, principalmente a velocidade de alteração do comprimento (KYROLAINEN; KOMI, 1994). Turney e Jeffreys (2010) reportam que a ação excêntrica estimula o fuso muscular gerando uma resposta de contração reflexa, aumentando o número de unidades motoras recrutadas e a taxa de disparo para as já recrutadas, impactando na potencialização da produção de força. Assim, uma maior velocidade da ação excêntrica e conseqüente menor duração dessa fase vai otimizar a resposta reflexa,

e aumentar o aproveitamento deste mecanismo durante a ação concêntrica (KOMI; GOLLHOFER, 1997).

A velocidade da ação excêntrica também irá impactar no armazenamento e utilização da energia elástica. Taxas de alongamento mais rápidas resultam em maiores tensões e mais energia absorvida dentro da unidade músculo-tendão para um determinado comprimento de alongamento (TAYLOR *et al.*, 1990). Assim, uma maior velocidade do alongamento proporcionará uma maior quantidade de energia elástica armazenada pela unidade músculo-tendão, que poderá ser transformada e utilizada como energia cinética durante a ação concêntrica (BOBBERT; CASIUS, 2005). Contudo, a utilização adequada dessa energia elástica dependerá do tempo de transição entre as ações excêntrica e concêntrica durante o CAE. Com isso, o tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica também vai influenciar na produção de força. Quanto maior o tempo de transição, menor o aproveitamento dos mecanismos envolvidos no CAE (WILSON *et al.*, 1991; MARTINS-COSTA *et al.*, 2012). Além do reflexo miotático e da utilização da energia elástica, outro mecanismo considerado neste contexto diz respeito à pré-ativação, que está relacionada ao aumento dos valores basais da atividade eletromiográfica (EMG) antes do indivíduo iniciar a realização da ação excêntrica. A pré-ativação do músculo tríceps sural, por exemplo durante um salto em profundidade, irá garantir maior rigidez muscular durante o contato com o solo, podendo aumentar o armazenamento de energia elástica e a produção de força, para apoiar e impulsionar o corpo durante o salto (KOMI; GOLLHOFER, 1997).

Para os membros inferiores, o CAE e seus mecanismos foram estudados por diferentes autores ao longo do tempo (CAVAGNA, 1965; KOMI, 1990; LINTHORNE, 2001). Alguns estudos verificaram o efeito destes mecanismos do CAE utilizando testes de saltos verticais padronizados (BOSCO *et al.*, 1981; CORMIE *et al.*, 2010; BARKER *et al.*, 2018). A influência da velocidade da ação excêntrica e o tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica foram verificadas por Bosco *et al.* (1981). Neste estudo, homens treinados realizaram salto agachado e salto com contramovimento em plataforma de força. Os autores encontraram correlação positiva ($r=0,53$, $p<0,001$) entre velocidade da ação excêntrica e força média produzida, e correlação negativa ($r= -0,49$, $p<0,001$) entre o tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica e força média produzida. Cormie *et al.* (2010) investigaram as mudanças nas variáveis cinéticas da fase excêntrica de movimentos com CAE

após treinamento de força e potência. Ambos os treinamentos foram capazes de aumentar o pico de força, força média, pico de potência, potência média e pico de velocidade nas fases excêntrica e concêntrica. Pico de força e de velocidade na fase excêntrica aumentaram mais do que na fase concêntrica, sugerindo que a mudança na fase excêntrica é que provocou melhora do desempenho na fase concêntrica. Já no trabalho de Barker *et al.* (2018) apenas o salto com contramovimento foi realizado por atletas de futebol. Foi verificada a relação entre a força de reação do solo (FRS) e altura do salto, tempo do salto e índice de força reativa. As variáveis deslocamento, trabalho e potência da fase concêntrica apresentaram correlação positiva com a altura do salto. Enquanto as variáveis derivadas da fase excêntrica se relacionaram com o tempo do salto e a força reativa. Dessa maneira, diversos estudos avaliaram atletas de futebol (WISLOFF *et al.*, 2004; PETRIDIS *et al.*, 2019), voleibol (SATTLER *et al.*, 2015; RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2020) e basquetebol (ZIV *et al.*, 2010; THOMAS *et al.*, 2017) nos últimos anos. Comparando principalmente o desempenho do salto agachado ao salto com contramovimento, e suas possíveis aplicações no controle da carga de treinamento. Essa busca pelo entendimento das ações musculares nos saltos verticais pode ser atribuída ao maior número de esportes que envolvem principalmente os membros inferiores, como os citados acima.

Apesar do menor número de estudos disponíveis, alguns pesquisadores têm direcionado o seu interesse para projetos que permitam aumentar o entendimento do CAE envolvendo os membros superiores e o tronco. No exercício supino, Wilson *et al.* (1991) compararam duas situações e comprovaram uma maior produção de força no início da ação concêntrica com a utilização do CAE. Os autores investigaram o tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica, comprovando a necessidade de uma menor duração dessa variável para um maior aproveitamento dos mecanismos do CAE. Além de medir o valor médio do impulso, o trabalho de Wilson *et al.* (1991) mensurou a variável impulso nos primeiros 500ms, encontrando maiores valores para essa fase do movimento.

Também para os membros superiores, Garcia-Masso *et al.* (2011) pesquisaram o exercício conhecido como “flexão de braço” realizado de forma pliométrica e encontraram maiores valores para as variáveis pico de força e taxa de produção de força para situação com contramovimento. Outras variáveis cinéticas como o impacto, taxa de desenvolvimento de impacto, tempo até o pico de força, tempo até o pico de impacto e tempo total foram mensuradas. No entanto, a variável

impulso, que explica o resultado de desempenho nos saltos e arremessos pela relação impulso-momento (WINTER *et al.*, 2006) não foi coletada.

Outro estudo investigou esta mesma tarefa motora em quatro condições: ajoelhado com contramovimento e sem contramovimento, sem apoio dos joelhos com contramovimento e sem contramovimento (DHAHBI *et al.*, 2016). De acordo com os autores, enquanto a posição ajoelhada representa 47% do peso corporal, a posição sem o apoio dos joelhos é representada por 68% do peso corporal. Esta diferença provocaria na posição sem o apoio dos joelhos uma menor velocidade de saída e conseqüentemente um menor tempo de voo (menor deslocamento vertical). Dessa forma, os valores encontrados por Dhahbi *et al.* (2016) mostraram menor tempo de voo para as posições sem apoio dos joelhos. A velocidade e o impulso, no entanto, não foram verificados no estudo, não permitindo demais inferências acerca da influência da força relativa, razão entre a força máxima e a massa corporal (SUCHOMEL *et al.*, 2016), sobre o CAE.

Assim, os estudos de membros superiores apesar de confirmarem o maior desempenho para variáveis cinéticas por meio do pico de força e taxa de produção de força, não verificaram as variáveis envolvidas nos mecanismos do CAE: velocidade da ação excêntrica e tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica. Apenas Wilson *et al.* (1991) concluíram sobre uma maior produção de força decorrente de um menor tempo de transição e utilizaram do impulso em relação ao tempo inicial (500ms) para mostrar a possível correlação entre tempo, velocidade e desempenho.

Considerando a relevância do CAE e seus mecanismos para o esporte, Abreu *et al.* (2018) e Asakawa e Asamoto (2019) investigaram esse tipo de ação muscular na escalada. A força muscular dos membros superiores é considerada o principal fator de sucesso nessa modalidade (STANKOVIC *et al.*, 2014). Como a movimentação na escalada ocorre contra a gravidade, é necessário aumentar a força muscular do escalador enquanto este mantém uma menor massa corporal, ou seja, uma maior força relativa (STASZKIEWICZ *et al.*, 2018). Na escalada é possível observar o CAE nos movimentos dinâmicos, que compõem tanto a rotina de treinamento de escaladores como também das competições. Enquanto o trabalho de Abreu *et al.* (2018) verificou a confiabilidade das variáveis cinéticas impulso e pico de força, Asakawa e Asamoto (2019) mediram as variáveis cinemáticas deslocamento do centro de gravidade (CG) vertical e horizontal, velocidade do movimento e tempo total de movimento.

As variáveis cinéticas do estudo de Abreu *et al.* (2018) foram medidas no *Campus Board* (CB), um equipamento de treinamento de força presente na maioria das academias de escalada. Nele o atleta fica suspenso pelos dedos das mãos e move seu CG, predominantemente, na vertical, flexionando e estendendo cotovelos e ombros. Os autores instrumentalizaram as agarras de partida do CB com duas células de carga. O teste utilizado incluiu dois exercícios de bote. No bote, o escalador sai de uma posição em que as duas mãos seguram determinada agarra e parte para uma próxima agarra sem a ajuda dos pés, resultando em uma fase de voo (FUSS; NIEGL, 2010). Assim como no salto, o bote pode ser feito sem utilização de contramovimento (Bote CON) ou com utilização de contramovimento (Bote CAE). No Bote CAE espera-se um maior desempenho na distância alcançada, ou seja, alcance da agarra mais alta comparada ao Bote CON. O maior desempenho possivelmente ocorrerá devido a utilização dos mecanismos do CAE: menor tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica e maior velocidade da ação excêntrica. Contudo, dados referentes a esses aspectos considerando a execução do Bote CAE no CB ainda são incipientes, não permitindo afirmar a presença do CAE e nem conseqüentemente um melhor desempenho nesta ação em escaladores.

Diferentemente do que fizeram Abreu *et al.* (2018), Asawaka e Asamoto (2019) utilizaram da análise cinemática 2D para avaliar as diferenças no contramovimento entre escaladores experientes e iniciantes. O teste incluiu a movimentação dos pés e das mãos. Foram mensurados os ângulos articulares dos ombros, cotovelos, quadris, joelhos e tronco. As variáveis cinemáticas coletadas foram o deslocamento vertical e horizontal do CG, a velocidade do movimento e o tempo total de movimento, calculado a partir da terceira vértebra lombar na projeção do CG no plano frontal. Foram encontradas diferenças no deslocamento horizontal do CG e nos ângulos articulares. Estes autores concluíram que escaladores experientes adotam uma estratégia para reduzir a carga dos membros superiores, utilizando de forma mais eficiente o tronco e membros inferiores para mover o CG. Levando em consideração a possibilidade de medir o tempo de transição e a velocidade por meio da análise cinemática 2D, é plausível observar esses mecanismos do CAE em escaladores em relação ao desempenho, e não apenas analisando a técnica como feito por Asakawa e Asamoto (2019). Além disso, variáveis como o pico de força e o impulso podem auxiliar o entendimento do desempenho realizado.

Ambos os trabalhos (ABREU *et al.*, 2018; ASAKAWA; ASAMOTO, 2019), assim como artigos mais recentes sobre força muscular na área da escalada, (VIGOROUX *et al.*, 2018; LEVERNIER; LAFFAYE, 2017) utilizaram como amostra apenas homens. Diferentemente, GILES *et al.* (2020) pesquisaram 55 mulheres, divididas em dois grupos: elite e avançado, que não diferiram em relação às características de antropometria, flexibilidade e mobilidade. No entanto, maiores valores de pico de força de flexores dos dedos e potência dos membros superiores foram encontrados para escaladoras de elite em comparação a escaladoras avançadas. O nível de habilidade, avaliado por grau de escalada, do grupo avançado é semelhante ao de escaladoras da elite da década de 90, indicando a evolução do nível de escalada e treinamento entre as mulheres. Os autores recomendam mais pesquisas para uma diferenciação na prescrição da carga de treinamento que possam estratificar parâmetros e monitoramento por sexo e habilidade.

Adicionalmente, deve-se considerar uma diferente proporção de massa corporal entre membros superiores e inferiores tanto para homens quanto para mulheres (MILLER *et al.*, 1993). Dessa maneira, a realização de exercício com contramovimento tem uma exigência da força relativa diferente entre a parte superior e inferior do corpo. Quando o salto com contramovimento é feito com resistência externa maior que a massa corporal acontece uma redução do tempo de voo, assim como do tempo da ação concêntrica, enquanto o tempo da ação excêntrica e o tempo total aumentam (HARRISON *et al.*, 2019). Nos membros superiores esta situação pode ser visualizada com a comparação das posições utilizadas no estudo de DHAHBI *et al.* (2016) visto anteriormente. O exercício de “flexão de braços” com os joelhos apoiados, reduzindo a solicitação dos membros superiores, apresentou um maior tempo de voo. Supondo-se então uma maior velocidade de saída e conseqüente deslocamento vertical. Apesar disso, o estudo não verificou as variáveis velocidade, deslocamento e impulso durante as ações musculares. Portanto, o impacto em relação ao CAE pode ser por meio de uma redução da velocidade da ação excêntrica e de um maior tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica, reduzindo a potencialização da força muscular e conseqüentemente o tempo de voo e deslocamento vertical. Desta forma, a investigação dessas variáveis no contexto da escalada esportiva ainda representa uma lacuna na literatura e estudos futuros deveriam ser delineados para verificar esta questão.

1.1 Objetivos

- 1 – Comparar o deslocamento vertical do ponto L5-S1 nos exercícios Bote CAE e Bote CON de escadoras no CB instrumentalizado;
- 2 – Verificar o nível de relação entre velocidade da ação excêntrica e o deslocamento vertical do ponto L5-S1 no Bote CAE;
- 3 – Verificar o nível de relação entre tempo de transição da ação excêntrica-concêntrica e o deslocamento vertical do ponto L5-S1 no Bote CAE.

1.2 Hipóteses

- H1 – O deslocamento vertical do ponto L5-S1 será maior para o Bote CAE comparado ao Bote CON.
- H2 – Haverá correlação positiva e significativa entre velocidade da ação excêntrica e o deslocamento vertical do ponto L5-S1 no Bote CAE.
- H3 – Haverá correlação negativa e significativa entre tempo de transição da ação excêntrica-concêntrica e deslocamento vertical do ponto L5-S1 no Bote CAE.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Cuidados éticos

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, atendendo aos requisitos estabelecidos pela resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Aprovado sob o CAAE 5581921.1.0000.5149. Todas as voluntárias da pesquisa foram esclarecidas e informadas acerca de todos os procedimentos realizados, objetivos, riscos e benefícios do estudo e, quando em concordância em relação à participação nos experimentos, foi preenchido e assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A) por ambas as partes.

2.2 Participantes

A amostra do presente estudo foi composta por escaladoras adultas, sem relato de lesões musculoesqueléticas nos últimos seis meses, com no mínimo três anos de prática de escalada. Os critérios de exclusão adotados foram a não realização do exercício e falta em algum dia de coleta. Para determinar o número mínimo de voluntárias para a coleta foi realizado um estudo piloto e a partir dos dados obtidos foi realizado o cálculo amostral pelo *software* Gpower 3.1.9.2 (Heinrich Heine Universität Düsseldorf, Alemanha) considerando um poder estatístico de 80% e nível de significância de 5%. Foi utilizado o valor da correlação entre a velocidade da ação excêntrica e o desempenho e também o valor de correlação entre o tempo de transição da ação excêntrica-concêntrica e desempenho no Bote CAE. O menor valor de correlação foi utilizado para definir o tamanho da amostra. A equação 1 utilizada:

$$n = \frac{(1-r^2) \times (t_{\alpha,gl})}{r^2} + 2 \quad (1)$$

Em que 'r' representa o coeficiente de correlação de Pearson e 't_{α,gl}' é o valor da distribuição t para um nível de significância de 5% e graus de liberdade (gl) = n-2. Além disso, considerando possíveis perdas amostrais foi coletado 20% a mais do tamanho amostral mínimo calculado.

2.3 Procedimentos

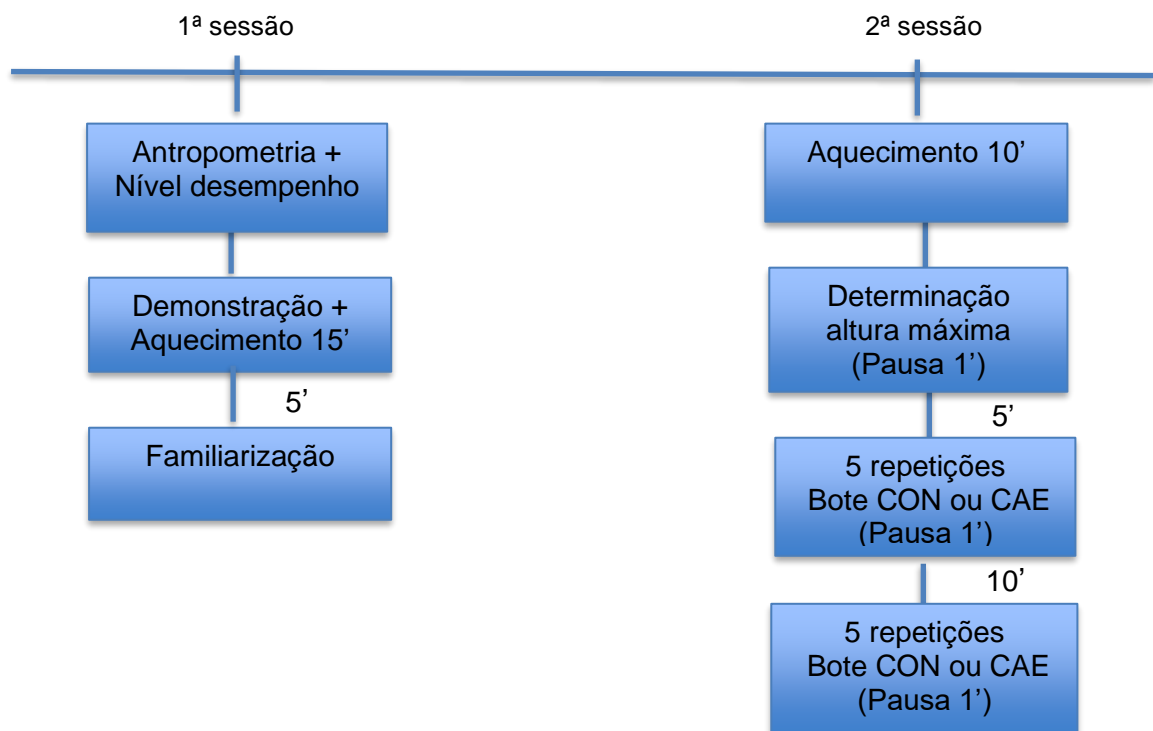
No primeiro dia de teste foram mensuradas a altura (m), envergadura (m), massa corporal (kg) e percentual de gordura (%). O nível de desempenho, definido como o maior grau de escalada repetido pela escaladora em pelo menos três vias, nos três últimos meses (DRAPER *et al.*, 2016) foi registrado em formulário online, em que as escaladoras responderam sobre o desempenho nos últimos 6 meses e em toda vida, tempo de prática do esporte, frequência de treinamento e se a prática era predominante em vias esportivas ou *boulder*. Em seguida, foi realizada a demonstração dos exercícios por parte da avaliadora. Um aquecimento padronizado com duração completa de 10 minutos composto por alongamentos dinâmicos dos membros superiores, suspensões e barras nas agarras do CB foi realizado. Posteriormente, foi feita a familiarização aos exercícios. Foram realizadas cinco repetições dos Botes CON e CAE até a estabilização do desempenho, avaliada de forma qualitativa, sendo que entre cada execução a pausa utilizada foi de um minuto (SZMUCHROWSKI *et al.*, 2012).

Na segunda sessão, as escaladoras iniciaram com o seguinte protocolo de aquecimento: duas séries dos exercícios de mobilidade de ombros, rotação externa de ombros e extensão de dedos com faixa elástica, seguidas de três repetições de dez segundos de suspensão em agarras grandes do *Fingerboard* com dez segundos de descanso, e na sequência uma série de três a cinco barras nas mesmas agarras. Após cinco minutos de pausa foi determinado, de maneira progressiva, o desempenho máximo no CB definido como a agarra mais alta capaz de ser alcançada. Iniciando o movimento das agarras de partida, cada participante realizou o exercício buscando alcançar a agarra imediatamente acima (com distância de 15cm em relação a agarra de partida). Após um minuto de intervalo, as voluntárias capazes de alcançar a primeira agarra, retornaram a agarra de partida buscando alcançar a segunda agarra (com distância de 30 cm em relação a agarra de partida), e assim sucessivamente até alcançar a agarra mais alta possível. Durante o intervalo para o teste máximo foram colocados os marcadores nos pontos anatômicos selecionados (descritos no item 2.4.2).

Cinco minutos após o procedimento para determinação da altura máxima foram realizadas cinco repetições do exercício na altura máxima, determinada individualmente no procedimento anterior, com intervalo de um minuto entre as

repetições (ABREU *et al.*, 2018). Após dez minutos, o procedimento foi repetido para o segundo exercício. Os exercícios foram realizados de forma randomizada. As sessões duraram em média 60 minutos cada, com 48 a 72h de intervalo entre elas. Para minimizar risco de entorse nas quedas o chão foi coberto por duas camadas de colchões imediatamente abaixo do Campus Board, nas laterais e atrás. Qualquer incômodo ou constrangimento durante o teste pelo uso de marcadores era passível de desistência da voluntária como colocado no termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Figura 1 – Procedimentos realizados nas duas sessões de coleta de dados



Fonte: elaboração própria

2.4 Instrumentos

***Campus Board* instrumentalizado**

O *Campus Board* instrumentalizado é composto por uma placa de madeira com dimensões de 60 × 75 cm e inclinação de -15° em relação ao plano vertical. Além disso, duas células de carga de compressão/tensão, tipo S modelo CS (Líder Balanças, Brasil) com uma capacidade máxima de 1000 N calibradas de acordo com as instruções do fabricante foram usadas para medir as forças de reação nas agarras de partida do CB. As células de carga foram fixadas verticalmente na parte inferior do CB a uma distância de 50 cm uma da outra e 198 cm acima do solo. Os sinais gerados pelas duas células de carga foram digitalizados usando um conversor analógico-digital de 12 bits (modelo USB-6001; *National Instrument*[®]; USA). O software *DASYlab*[®], versão 11.0, foi utilizado para aquisição, armazenamento e análise dos dados. A frequência de amostragem foi de 1000 Hz, e um filtro digital passa-baixa *Butterworth* de segunda ordem com uma frequência de corte de 10 Hz foi utilizado para a remoção do ruído (BOURDIN *et al.*, 1999).

A base da célula de carga foi parafusada a um lado de uma placa de aço em forma de 'L' com dimensões de 8 × 60 cm. O outro lado da chapa de aço foi fixado à parede. No topo da célula de carga, as agarras de madeira com 10 cm de comprimento e 3,5 cm de largura para apoio dos dedos também foram parafusadas. Cinco agarras feitas de madeira com comprimento de 50 cm e largura de 4,5 cm, de formato plano foram fixadas na parte superior das agarras com 15 cm de distância, em uma distância total de 75 cm. Esses tamanhos foram escolhidos para reduzir o estresse mecânico nos dedos das participantes.

Figura 2 – *Campus Board* instrumentalizado



Fonte: Arquivo pessoal

Análise Cinemática 2D

A análise cinemática foi realizada por meio de duas câmeras de ação (*Go Pro 7 black, Full HD, 1080p*) conectadas a um computador com o programa *Kinovea*[®] (versão 0.8.15). Uma câmera ficou posicionada no plano sagital e a outra no plano frontal, de forma que os marcadores anatômicos de referência ficaram visíveis pelas duas câmeras durante todo o procedimento. Marcadores anatômicos esféricos cobertos por fitas retro reflexivas foram fixados nos seguintes pontos anatômicos: processo estiloide da ulna, epicôndilo lateral do cotovelo, acrômio, quinta vértebra lombar (L5), espinhas ilíacas ântero superiores (EIAS), cabeça da fíbula, maléolo lateral, todos os pontos para ambos os membros.

Figura 3 – Marcadores posicionados sobre os pontos anatômicos para realização da Análise Cinemática 2D



Fonte: arquivo pessoal

O sistema foi calibrado e sincronizado sempre no início de cada sessão e esses processos foram repetidos sempre que necessário para garantir a qualidade das imagens e a sincronização dos sistemas, seguindo instruções do fabricante. Um erro de calibração inferior a 0,2 mm foi considerado em todo processo de calibração cinemático. A taxa de amostragem foi de 100 Hz.

Terminada a coleta de dados os arquivos de cada voluntária foram exportados para posterior análise. A análise dos dados foi realizada também no programa Kinovea® 0.8.15 (Joan Charmant & Contrib.). Os dados foram inicialmente filtrados com um filtro passa baixa Butterworth de 2ª ordem, a uma frequência de corte de 10 Hz (KOBAYASHI *et al.*, 2013).

Figura 4 – Câmera Go Pro Black Hero 7



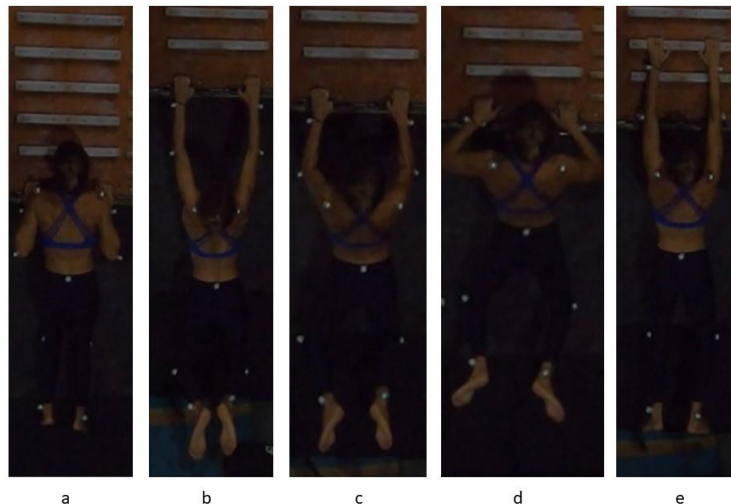
Fonte: imagem de internet

2.5 Descrição dos exercícios Bote CAE e Bote CON

As escaladoras realizaram no CB os dois exercícios: Bote CAE e Bote CON. A posição de mãos e dedos utilizada foi a denominada *open grip*, nela a articulação inter falângica distal dos dedos II ao V está flexionada entre 90° e 100° graus e a articulação inter falângica 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).

Bote CAE (figura 5): suspensa nas agarras de partida (células de carga), a participante inicia com cotovelos flexionados e ombros em extensão (a). Com o objetivo de segurar o mais alto possível, o movimento começa com uma fase preparatória de contramovimento (b), ou seja, abaixando a posição do CG por meio de uma ação excêntrica rápida dos membros superiores e uma subsequente contração concêntrica (c). Posteriormente realiza a fase de voo (d) até alcançar a agarra mais alta, caracterizando a posição final (e).

Figura 5 – Bote CAE



Fonte: arquivo pessoal

Bote CON (figura 6): com o mesmo objetivo de alcançar a agarra mais alta possível como no Bote CAE, a escaladora inicia agora com os cotovelos estendidos e ombros flexionados na agarra de partida (a), realiza a ação concêntrica flexionando

cotovelos e estendendo ombros (b), posteriormente realiza a fase de voo até segurar a agarra mais alta (c).

Figura 6 – Bote CON



Fonte: arquivo pessoal

2.6 Variáveis

As variáveis cinéticas investigadas foram o impulso e o pico de força. O impulso é identificado na curva força-tempo como a área sob a curva e o pico de força como o maior valor da curva durante a ação concêntrica e excêntrica. As variáveis cinemáticas investigadas, no Bote CAE, foram a velocidade da ação excêntrica e o tempo de transição entre ação excêntrica e a ação concêntrica. Além dessas, a variável velocidade média para ação concêntrica e velocidade máxima do movimento total foram mensurados. As variáveis cinéticas e cinemáticas estão listadas na Tabela 1 com suas respectivas unidades de medida. A variável de desempenho foi o deslocamento vertical do ponto L5-S1.

Tabela 1 – Variáveis cinéticas e cinemáticas

Variável	Unidade de medida (SI)	Bote CAE	Bote CON
Impulso	N.s	X	X
Pico de força	N	X	X
Velocidade média ação excêntrica	m/s	X	
Tempo de transição excêntrica-concêntrica	ms	X	
Velocidade média ação concêntrica	m/s	X	X
Velocidade máxima	m/s	X	X

Legenda: N = Newton; N.s = Newton vezes segundo; M/s = Metro por segundo; ms = milissegundos

Fonte: Elaboração própria

A tabela 2 mostra como foram calculadas as variáveis cinemáticas do presente estudo.

Tabela 2 – Cálculo das variáveis cinemáticas

Variável	Forma de calcular
Velocidade média concêntrica	$(\text{desl_ação concêntrica}) / (\text{tempo ação concêntrica})$
Velocidade média excêntrica	$(\text{desl_ação excêntrica}) / (\text{tempo ação excêntrica})$
Velocidade máxima	Maior valor da curva de velocidade do ponto L5-S1
Tempo de transição excêntrica - concêntrica	Tempo em que a velocidade do ponto L5-S1 era zero
Deslocamento vertical L5-S1	Deslocamento da ação concêntrica

Legenda: desl_ação concêntrica= deslocamento final – inicial da ação concêntrica; tempo ação concêntrica= tempo final – inicial da ação concêntrica; desl_ação excêntrica= deslocamento final – inicial da ação concêntrica; tempo ação excêntrica= tempo final – inicial da ação excêntrica;

Fonte: Elaboração própria

2.7 Análise estatística

Primeiramente foi realizada uma caracterização da amostra por meio da média, desvio padrão e coeficiente de variação das medidas antropométricas, idade e tempo de prática. Em seguida, uma análise descritiva das variáveis cinéticas impulso e pico de força, e das variáveis cinemáticas velocidade da ação excêntrica e tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica.

Na sequência foi verificada a normalidade dos dados pelo teste Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. Com a distribuição normal dos dados, a análise estatística inferencial relacionada à primeira hipótese foi o teste t pareado para comparar o desempenho médio das voluntárias nos exercícios Bote CON e Bote CAE. Além disso, foi utilizado o “d” de Cohen para determinar o tamanho de efeito. Em relação as hipóteses 2 e 3, foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson (r) para mensurar o nível de relação entre as variáveis independentes, velocidade da ação excêntrica e tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica, e o deslocamento vertical do ponto L5-S1 no Bote CAE. Em todas as análises o nível de significância adotado foi de 5% e o software utilizado será o *Statistical Package of the Social Sciences* (SPSS) versão 20.00 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

3 RESULTADOS

A amostra foi composta por 16 escaladoras, 11 avançadas e 5 escaladoras de elite, classificadas de acordo com a escala proposta pelo *International Rock Climbing Association* (IRCRA) registrada por Draper *et al.* (2016). Das 16 escaladoras recrutadas, apenas uma não conseguiu realizar os dois exercícios e, portanto, a amostra final foi composta por 15 escaladoras. Nenhuma voluntária se lesionou durante o estudo. A idade, estatura, envergadura, massa corporal e percentual de gordura corporal podem ser vistos na Tabela 2, assim como o tempo de prática de escalada e escala IRCRA.

Tabela 3 – Composição corporal e perfil esportivo da amostra

	MED	DP	MIN	MAX
Idade (anos)	33,4	4,2	27,0	42,0
Estatura (cm)	161,0	5,2	152,0	172,0
Envergadura (cm)	164,9	5,6	157,5	173,5
Massa corporal (kg)	52,3	5,4	45,5	61,3
Percentual gordura (%)	15,5	3,1	9,6	21,3
Tempo de escalada (anos)	10,0	6,7	4,0	27,0
Escala IRCRA	19,6	1,3	17,0	22,0

Legenda: MIN = menor valor; MAX = maior valor; MED = valor médio; DP = desvio padrão; IRCRA = *International Rock Climbing Research Association*

Fonte: Elaboração própria

Considerando o deslocamento vertical do marcador colocado entre L5-S1 não houve diferença significativa entre Bote CAE e Bote CON ($p=0,443$; $d=0,09$).

Tabela 4 – Deslocamento vertical (m) nos exercícios Bote CAE e Bote CON

Deslocamento (m)	MED	DP	MIN	MAX
BOTE CAE	0,38	0,11	0,19	0,55
BOTE CON	0,39	0,09	0,23	0,54

Legenda: MIN= menor valor; MAX= maior valor; MED = valor médio; DP = desvio padrão

Fonte: Elaboração própria

A maior parte das voluntárias, 12 participantes, alcançou a mesma agarra tanto para o Bote CON como para o Bote CAE. Os resultados individuais do desempenho em relação a agarra alcançada das escadoras podem ser consultados na tabela 4.

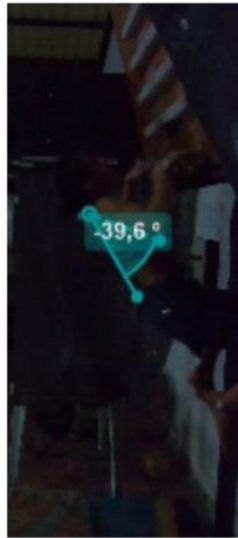
Tabela 5 – Alcance máximo individual

Voluntária	Bote CAE	Bote CON	Comparação
1	Agarra 3	Agarra 3	=
2	Agarra 2	Agarra 2	=
3	Agarra 1	Agarra 1	=
4	Agarra 2	Agarra 2	=
5	Agarra 2	Agarra 2	=
6	Agarra 2	Agarra 2	=
7	Agarra 2	Agarra 2	=
8	Agarra 2	Agarra 1	↑
9	Agarra 1	Agarra 1	=
10	Agarra 2	Agarra 2	=
11	Agarra 3	Agarra 4	↓
12	Agarra 1	Agarra 1	=
13	Agarra 2	Agarra 3	↓
14	Agarra 3	Agarra 3	=
15	Agarra 3	Agarra 3	=

Fonte: Elaboração própria

Uma análise do plano sagital das escadoras que tiveram desempenho diferente entre Bote CAE e Bote CON encontrou uma estratégia semelhante utilizada entre elas. As figuras abaixo mostram o momento em que as participantes saem da agarra de partida em busca da agarra mais alta, do lado esquerdo o Bote CAE e do lado direito o Bote CON. Nesse momento o ângulo entre os pontos cotovelo, ombro e ponto L5-S1 auxilia a visualização do movimento de extensão/adução de ombros realizado para a escadora progredir verticalmente. As voluntárias 11 (figura 7) e 13 (figura 8) fizeram uma maior extensão e adução de ombros durante o Bote CON deixando o ponto L5-S1 mais alto no momento de sair da agarra de partida comparado ao Bote CAE. A voluntária 8 também utilizou a mesma estratégia, mas para o Bote CAE, como pode ser visto na figura 9. A projeção do rosto das escadoras nas agarras do CB auxilia a visualização desse ponto mais alto.

Figura 7 – Voluntária 11: Bote CAE e Bote CON



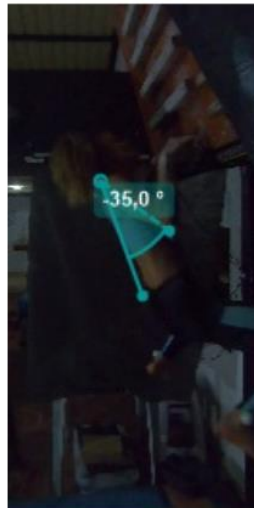
Bote CAE



Bote CON

Fonte: elaboração própria

Figura 8 – Voluntária 13: Bote CAE e Bote CON



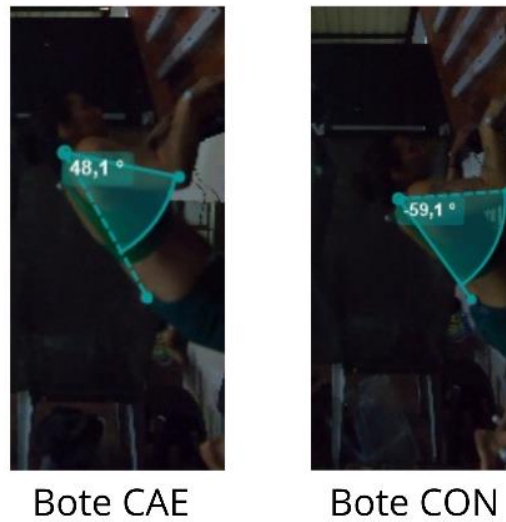
Bote CAE



Bote CON

Fonte: elaboração própria

Figura 9 – Voluntária 8: Bote CAE e Bote CON



Fonte: elaboração própria

Em relação as variáveis dinâmicas, mensuradas pelas células de carga, tanto o impulso médio ($p=0,001$, $d=3,0$) quanto o pico de força médio ($p=0,03$; $d=0,44$) foram maiores no Bote CAE comparados ao Bote CON.

Tabela 6 – Variáveis dinâmicas: impulso e pico de força no Bote CAE e Bote CON

		MED	DP	MIN	MAX
IMPULSO (N)	BOTE CAE	679,30*	156,53	407,32	972,09
	BOTE CON	320,40	62,89	237,77	438,34
PICO DE FORÇA (N)	BOTE CAE	685,59*	72,01	579,64	837,45
	BOTE CON	651,13	83,87	517,83	810,83

Legenda: MIN = menor valor; MAX = maior valor; MED = valor médio; DP = desvio padrão

Fonte: Elaboração própria

No entanto, para a variável velocidade média durante a ação concêntrica, os valores do exercício Bote CON foram superiores ao do Bote CAE ($p=0,017$; $d=0,42$). Enquanto para a velocidade máxima no movimento total, não houve diferença significativa ($p=0,533$; $d=0,10$).

Tabela 7 – Variáveis cinemáticas: velocidade média da ação concêntrica e velocidade máxima do movimento

		MED	DP	MIN	MAX
VELOCIDADE MÉDIA (m/s)	BOTE CAE	0,55	0,13	0,32	0,79
	BOTE CON	0,60	0,11	0,39	0,78
VELOCIDADE MÁXIMA (m/s)	BOTE CAE	1,66	0,41	1,04	2,22
	BOTE CON	1,70	0,38	1,19	2,33

Legenda: MIN = menor valor; MAX = maior valor; MED = valor médio; DP = desvio padrão

Fonte: Elaboração própria

Outras duas variáveis avaliadas apenas no Bote CAE foram a velocidade da ação excêntrica e o tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica.

Tabela 8 – Velocidade da ação excêntrica e tempo de transição

	MED	DP	MIN	MAX
VELOCIDADE AÇÃO EXC (m/s)	0,54	0,13	0,37	0,89
TEMPO DE TRANSIÇÃO EXC-CONC (ms)	240,53	64,14	137,6	367,1

Legenda: EXC = excêntrica; MED = valor médio; DP = desvio padrão; MIN = valor mínimo; MAX = valor máximo

Fonte: Elaboração própria

O coeficiente de correlação de Pearson entre a velocidade da ação excêntrica e o deslocamento no Bote CAE foi de 0,702 ($p=0,002$) mostrando uma correlação alta e significativa. O coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,493, indicando que a velocidade da ação excêntrica explicou 49,3% do deslocamento no Bote CAE. Já o tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica não mostrou correlação com o deslocamento, o índice foi de 0,176 ($p=0,522$).

4 DISCUSSÃO

4.1 Comparação do desempenho do Bote CON e Bote CAE de escaladoras por meio do deslocamento vertical no CB instrumentalizado

Os resultados do presente estudo não confirmaram a primeira hipótese de que o desempenho medido pelo deslocamento vertical do ponto L5-S1 seria maior para o Bote CAE comparado ao Bote CON, tendo em vista que as médias de desempenho foram semelhantes ($d_{\text{Bote CAE}} = 38 \text{ cm}$ e $d_{\text{Bote CON}} = 39 \text{ cm}$). Essa hipótese baseou-se no entendimento que a realização da ação muscular ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) na execução do Bote CAE permitiria alcançar maiores níveis de produção de força e com isso uma condição favorável para realizar um maior deslocamento vertical quando comparado ao Bote CON. Nesse sentido, os resultados de estudos prévios mostraram que a produção de força comparada entre a ação muscular concêntrica e o CAE, foi maior para as ações que utilizaram o CAE (BOSCO *et al.*, 1981; WILSON *et al.*, 1991; KOMI, 2000). Importante reportar que, apesar de não serem verificadas diferenças no desempenho, no que diz respeito às variáveis dinâmicas, tanto o impulso ($p=0,001$, $d=3,0$) quanto o pico de força ($p=0,03$; $d=0,44$) foram maiores no Bote CAE comparados ao Bote CON. Entretanto, essa maior força gerada no Bote CAE não impactou também na altura da agarra alcançada.

Em relação aos resultados encontrados referentes às variáveis dinâmicas, *i.e.* impulso e pico de força, sinalizam que possivelmente os mecanismos envolvidos com o CAE tenham sido acionados. Esta ponderação é baseada no conhecimento prévio de que o CAE potencializa a produção de força durante a ação concêntrica em comparação com a ação concêntrica realizada isoladamente (BOSCO *et al.*, 1981; WILSON *et al.*, 1991). Entre os possíveis mecanismos associados ao aumento da força muscular com o CAE estariam o reflexo miotático, armazenamento e utilização de energia elástica e a pré-ativação (KOMI, 2000; TURNEY; JEFFREYS, 2010; BOBBERT; CASIUS, 2005). Embora, exista a expectativa de participação desses mecanismos, no presente estudo, não é possível argumentar sobre a importância relativa destes mecanismos para a maior produção de força verificada. Contudo, há a possibilidade de especular que estes mecanismos possam ter atuado de forma integrada para otimizar o impacto na produção de força. Para exemplificar esta

argumentação assumisse o seguinte raciocínio: partindo da aceitação que, durante a ação excêntrica realizada no Bote CAE, os fusos musculares serão estimulados de forma adequada, espera-se então uma resposta de contração reflexa da musculatura envolvida. Essa resposta reflexa por sua vez irá, na dependência da duração da ação excêntrica, provocar um aumento da resistência da UMT à deformação durante a ação excêntrica, o que poderá resultar em condição mais favorável para que uma maior quantidade de energia elástica possa ser armazenada. Contudo, para esta condição proporcionar um efeito positivo, a mesma deveria ser considerada na perspectiva de uma possível relação ótima entre os mecanismos, ou seja, uma resposta reflexa “menor” poderá não resultar em uma resistência adequada à deformação durante a ação excêntrica, gerando uma condição menos favorável ao armazenamento de energia elástica. Como desfecho final, esta condição propiciaria uma maior produção de força.

Contudo, apesar dos resultados relativos ao impulso e pico de força indicarem que durante o Bote CAE mecanismos potencializadores da produção de força se fizeram presentes, esta condição incrementada favorável não foi capaz de provocar uma alteração significativa no desempenho medido pelo deslocamento vertical do ponto L5-S1 entre o Bote CAE e o Bote CON. Este resultado foi reforçado pelo resultado verificado também na comparação da variável “alcance máximo individual”. Importante ponderar que tanto o Bote CAE quanto o Bote CON são tarefas motoras em que o aspecto da execução técnica também representa um fator capaz de influenciar o desempenho. Subsídios para esta ponderação foram apresentados pelos resultados do estudo de Asawaka e Asamoto (2019). Estes autores realizaram análises cinemáticas 2D para avaliar as diferenças em uma tarefa denominada de “contramovimento” entre escaladores de diferentes níveis, experientes e iniciantes. Estes autores mensuraram os ângulos articulares dos ombros, cotovelos, quadris, joelhos e tronco. As variáveis cinemáticas coletadas foram os deslocamentos vertical e horizontal do CG, a velocidade do movimento e o tempo total de movimento, calculado a partir da terceira vértebra lombar na projeção do CG no plano frontal. Foram encontradas diferenças no deslocamento horizontal do CG e nos ângulos articulares. Apesar do estudo de Asawaka e Asamoto (2019) não ter investigado uma tarefa similar ao Bote CAE e Bote CON, os resultados sinalizam que a competência técnica pode ser um fator a ser considerado para interpretar o desempenho, uma vez

que diferenças na posição e deslocamento angulares das articulações envolvidas (Figuras 7 e 9) induzem a ideia de que os segmentos corporais foram posicionados de maneira distinta.

Partindo da argumentação anterior, duas reflexões sobre a similaridade do desempenho medido pelo deslocamento vertical do ponto L5-S1 entre o Bote CAE e o Bote CON podem ser apresentadas. A primeira estaria relacionada com as características da amostra, tempo de escalada ($10,0 \pm 6,7$ anos), e sua classificação na escala da *International Rock Climbing Research Association* (IRCRA; $19,6 \pm 1,3$). Essas informações permitem pensar que as participantes do estudo são escaladoras experientes e de nível avançado. Desta forma, é possível que tenham adotado estratégias distintas em relação à execução técnica do Bote CAE e o Bote CON, como visto nas figuras 7, 8 e 9, uma vez que o objetivo estabelecido foi o melhor desempenho. Estes ajustes nas técnicas podem ter conduzido para um desempenho similar em relação ao alcance máximo individual e também do deslocamento vertical do ponto L5-S1. As análises cinemáticas realizadas no presente estudo não permitem uma reconstituição 3D para que dados referentes à execução das técnicas possam ser comparados. Neste sentido, estudos futuros são necessários para que esta questão possa ser mais bem compreendida e o raciocínio apresentado seja verificado experimentalmente.

Uma segunda reflexão sobre a não diferença em relação ao desempenho relativo ao deslocamento vertical do ponto L5-S1 e ao alcance máximo individual pode estar relacionado com o nível de utilização do CAE. Estudos prévios têm reportado o uso do índice de utilização excêntrica, que consiste na razão entre o desempenho no salto com contramovimento (SCM) e no salto agachado (SA) (McGUIGAN *et al.*, 2006; IMPELLIZZERI *et al.*, 2008), para obter informações sobre a capacidade do indivíduo em utilizar o efeito potencializador do CAE. McGuigan *et al.* (2006) reportaram que a literatura tem recomendado que a razão entre os desempenhos do SCM e SA deveria exceder o valor de 1 para indicar atletas bem treinados. Partindo deste contexto em que para determinadas modalidades esportivas espera-se um melhor desempenho no SCM e que isso sinalizaria um estado “adequado” de treinamento pensando na utilização do CAE, uma ponderação similar poderia ser considerada para a modalidade escalada. Para contextualizar esta argumentação é necessário primeiramente partir da aceitação de que os mecanismos envolvidos no CAE poderão

de fato estar presentes nas ações da escalada. Esta perspectiva é sustentada pela maior resposta das variáveis dinâmicas no presente estudo. Desta forma, entender que, apesar das diferenças existentes entre ações envolvendo o salto (“membros inferiores”) e Bote CAE / Bote CON (“membros superiores”), é possível levantar a hipótese de que, usufruir mais ou menos do CAE depende também do estado de treinamento dos indivíduos. Não parece razoável fazer uma transposição da expectativa da razão superior a 1 recomendada para os saltos (SCM/SJ). Contudo, pensar que caminhar nesta direção, mesmo ainda não tendo dados disponíveis para sustentar alguma recomendação de valor, pode representar uma perspectiva futura de desenvolvimento. Partindo dessa premissa e dos dados verificados no presente estudo, em que 12 das 15 escaladoras não apresentaram diferença em relação ao alcance máximo individual, é possível especular que a amostra de escaladoras apesar de experiente e de nível avançado ainda podem estar usufruindo pouco do CAE. Estudos futuros podem ser direcionados para verificar se esta hipótese é sustentável e também para investigar se os programas de treinamento de escaladores exploram o treinamento pliométrico nas rotinas da preparação física.

Apesar do desempenho medido pelo deslocamento vertical do ponto L5-S1 entre o Bote CAE e o Bote CON não ter sido diferente e o “alcance máximo individual” nos Botes CAE e CON ter sido o mesmo para 80% das escaladoras (n=12), estas variáveis não necessariamente representam o mesmo fenômeno. Enquanto a expectativa em relação ao deslocamento vertical era de se obter um dado mais preciso devido ao seu registro contínuo durante o movimento, o alcance máximo individual foi registrado com intervalos de 15cm, o que limitava o registro de uma informação mais precisa, pois o alcance ficava restrito ao intervalo estabelecido. Diferenças entre as escaladoras no desempenho medido pelo deslocamento vertical poderiam representar uma maior facilidade ou dificuldade para alcançar uma determinada agarra. Esta ponderação pode ser reforçada com os dados da correlação de $r = 0,745$ ($p=0,001$) obtida entre a altura máxima individual e o deslocamento vertical para o Bote CAE e $r = 0,641$ ($p=0,003$) para o Bote CON no presente estudo.

4.2 Correlação entre a velocidade da ação muscular excêntrica, o tempo de transição da ação excêntrica-concêntrica e o deslocamento vertical do ponto L5-S1

Os dados da análise de correlação confirmaram a hipótese formulada referente a relação entre a velocidade de ação excêntrica e o deslocamento vertical (hipótese 2) ($r= 0,702$; $p=0,002$), mas rejeitaram a hipótese da relação entre o tempo de transição da ação excêntrica-concêntrica e o deslocamento vertical no Bote CAE (hipótese 3) ($r= 0,176$; $p=0,522$).

A formulação da hipótese 2 foi baseada em uma linha de raciocínio que envolve a relação entre velocidade da ação excêntrica e os mecanismos básicos associados com o CAE, entre eles o reflexo miotático e armazenamento/utilização da energia elástica. Flanagan e Comyns (2008) relatam que o fuso muscular é um mecanorreceptor sensível a mudanças rápidas no comprimento da unidade músculo-tendão (UMT) com o objetivo de proteger sua integridade. Retomando um raciocínio anterior, a resposta reflexa estimulada pela ação excêntrica poderá apresentar diferentes magnitudes na dependência da velocidade excêntrica realizada. Assim, a velocidade da ação excêntrica terá um impacto direto na resposta reflexa, que por sua vez aumentaria a resistência da UMT durante o alongamento na ação excêntrica. Esta condição pode representar uma circunstância favorável para que uma maior quantidade de energia elástica possa ser armazenada e, conseqüentemente, uma capacidade aumentada para produzir força. Os dados referentes ao impulso e pico de força registrados no presente estudo para o Bote CAE comparado com o Bote CON reforçam este raciocínio, assim como a expectativa de uma relação positiva e significativa entre a velocidade da ação excêntrica e o deslocamento vertical do ponto L5-S1. Contudo, como já discutido no item 4.1, apesar dos mecanismos relacionados ao CAE estarem presentes e influenciarem a produção de força, estes efeitos positivos não foram suficientes para impactar no deslocamento vertical do ponto L5-S1. É necessário também pontuar que a velocidade da ação excêntrica representa apenas um dos aspectos capazes de influenciar na utilização ótima dos mecanismos relacionados ao CAE, sendo que este fator apresenta uma variância comum de 49,3%. Assim, outros fatores seriam também responsáveis pela explicação da variância (> 50%). Entre esses fatores o tempo de transição entre as ações excêntrica-

concêntrica tem sido reportado (WILSON *et al.*, 1991; FLANAGAN; COMYNS, 2008; MARTINS-COSTA *et al.*, 2012).

Flanagan e Comyns (2008) relatam que uma transição curta entre as ações excêntrica-concêntrica seria necessária para que a energia elástica seja utilizada de maneira ótima. Considerando que uma maior disponibilidade e utilização de energia elástica durante o CAE poderia resultar em maior potencial de produzir força e que esta produção de força por sua vez teria um impacto positivo no deslocamento vertical do ponto L5-S1, formulou-se a hipótese 3 desse estudo. Assim, investigar o nível de relação entre o tempo de transição entre as ações excêntrica-concêntrica e o deslocamento vertical do ponto L5-S1 poderia reforçar o entendimento e a importância do tempo de transição para ações envolvendo o CAE no contexto da escalada. Interessantemente, os resultados do presente estudo encontraram uma correlação pequena e não significativa entre o tempo de transição e o deslocamento vertical. Contudo, como mencionado anteriormente, diferentes aspectos podem influenciar na utilização dos mecanismos associados ao CAE, com isso é possível que a utilização adequada do CAE seja o resultado da interação ótima destes diferentes aspectos, velocidade da ação excêntrica e tempo de transição entre ações excêntrica-concêntrica. A média do tempo de transição entre as ações musculares verificada foi de 240,53 (\pm 64,14) ms, resultando em um coeficiente de variação (CV) de 26,7%. Este CV alto pode indicar que algumas escaladoras apresentaram um tempo de transição longo (>250ms, SCHMIDTBLEICHER, 1992) e que isso pode ter minimizado a utilização adequada da energia elástica durante o Bote CAE. Apesar disso, os dados do presente estudo mostraram que no Bote CAE o impulso produzido e o pico de força foram superiores comparado ao Bote CON. Reforçando a perspectiva de maior complexidade dos processos que podem influenciar a utilização dos mecanismos associados ao CAE.

O tempo de transição das ações excêntrica-concêntrica durante o Bote CAE na escalada pode ser influenciado pela relação entre a massa corporal, que necessita ser desacelerada durante a ação excêntrica, e a capacidade de produção de força máxima, que permitirá realizar esta desaceleração. Este é um aspecto que deve ser observado, pois a realização das ações musculares envolvendo o CAE na escalada diz respeito à participação dos membros superiores e tronco, como segmentos

corporais responsáveis para desacelerar e acelerar a massa corporal. Diferentemente, da condição envolvendo os saltos verticais (SCM e SA), em que a massa corporal é deslocada pela participação dos membros inferiores e tronco, na escalada a razão entre a força máxima produzida e a massa corporal a ser desacelerada será menor (força relativa) comparativamente com a condição do salto vertical. Considerando que esta razão seria menor na escalada é possível pensar que, o tempo de transição poderia realmente apresentar valores maiores do que aqueles esperados para um aproveitamento ótimo do CAE (<250ms, SCHMIDTBLEICHER, 1992).

O presente estudo possui algumas limitações como a ausência de uma análise cinemática 3D para verificar com acurácia os ajustes técnicos realizados pelas atletas e a trajetória do centro de gravidade durante o movimento. Além disso, uma melhor caracterização da amostra não só em relação à frequência de treinos, como também um registro da composição dos treinos para entender os estímulos trabalhados pelas voluntárias durante a rotina de treinamento. Estudos futuros deverão ser realizados para verificar o impacto da força relativa e o desempenho de escaladores em determinadas tarefas específicas (e.g. Bote CAE), assim como no desempenho final em condições de competição.

5 CONCLUSÃO

Não houve diferença significativa em relação ao desempenho medido pelo deslocamento vertical do ponto L5-S1 nos exercícios Bote CAE e Bote CON em escaladoras. Apesar disso, as variáveis dinâmicas, impulso e pico de força, foram superiores no Bote CAE comparado ao Bote CON, indicando um nível de utilização do CAE no exercício com contramovimento, mas que não foi suficiente para diferenciar o desempenho entre os exercícios. A variável velocidade da ação excêntrica mostrou uma correlação positiva e significativa com o deslocamento vertical, indicando uma possível potencialização da força muscular no Bote CAE. No entanto, não houve uma correlação significativa entre o tempo de transição das ações excêntrica-concêntrica com o desempenho. Esses achados em conjunto sinalizam que a utilização ótima do CAE parece depender de uma interação adequada entre diferentes aspectos envolvidos.

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**, v. 18, p. 649-662, 2018.
- ASAKAWA, D., SAKAMOTO, M. Characteristics of counter-movements in sport climbing: a comparison between experienced climbers and beginners. **The Journal of Physical Therapy Science**, v. 31, p. 349–353, 2019.
- BARKER, L. A., HARRY, J. R., MERCER, J. A. Relationships between countermovement jump ground reaction forces and jump height, reactive strength index, and jump time. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, p. 248-254, 2018.
- BOBBERT, M. F., GERRITSEN, K. G. M., LITJENS, M. C. A., VAN SOEST, A. J. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 28, p. 1402–1412, 1996.
- BOBBERT, M. F., CASIUS, L. J. R. Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? **Official Journal of the American College of Sports Medicine**, v. 37, p. 440-446, 2005.
- BOSCO, C., KOMI, P., AKIRA, I. Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. **Acta Physiologica**, v. 111, p. 135-140, 1981.
- 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.
- CAVAGNA, G. A., SAIBENE, F. P., MARGARIA, R. Effect of negative work on the amount of positive work performed by an isolated muscle. **Journal of Applied Physiology**, v. 20, p. 157-158, 1965.
- COMYNS, T. M., HARRISON, A. J., HENNESSY, L. K. An investigation into the recovery process of a maximum stretch-shortening cycle fatigue protocol on drop and rebound jumps. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, p. 2177-2184, 2011.
- CORMIE, P., McGUIGAN, M. R., NEWTON, R. U. Changes in the eccentric phase contribute to improved stretch-shorten cycle performance after training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, p. 1731–1744, 2010.
- DHAHBI, W., CHAOUACHI, A., DHAHBI, A. B., COCHRANE, J. CHEZE, 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**, v. 12, p. 190-197, 2016.
- DRAPER, N., GILES, D., SCHÖFFL, V., FUSS, F. K., WATTS, P., WOLF, P., ESPANA-ROMERO, V., GONZALEZ, G. B., FRYER, S., FANCHINI, M.,

VIGOUROUX, L., SEIFERT, L., DONATH, L., SPOERRI, M., BONETTI, K., PHILLIPS, K., STÖCKER, U., BOURASSA-MOREAU, F., GARRIDO, I., ABREU, E., BALÁŠ, J. Comparative grading scales, statistical analyses, climber descriptors and ability grouping: International Rock Climbing Research Association Position Statement. **Sports Technology**, v. 8, p. 88-94, 2016.

FLANAGAN, E. P., COMYNS, T. M. The Use of Contact Time and the Reactive Strength Index to Optimize Fast Stretch-Shortening Cycle Training. **Strength and Conditioning Journal**, v. 30, p. 32–38, 2008.

FUKUTANI, A., ISAKA, T., HERZOG, W. Evidence for muscle cell-based mechanisms of enhanced performance in stretch-shortening cycle in skeletal muscle. **Frontiers in Physiology**, v. 11, p. 1-11, 2021.

FUSS, F. K., NIEGL, G. Biomechanics of the two-handed dyno technique for sport climbing. **Sports Engineering**, v. 13, p. 19-30, 2010.

GARCIA-MASSO, X., COLADO, J. C., GONZÁLEZ, L. M. Myoelectric activation and kinetics of different plyometric push-up exercises. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, p. 2040-2047, 2011.

GILES, D., BARNES, K., TAYLOR, N., CHIDLEY, C., CHIDLEY, J., MITCHELL, J., TORR, O., GIBSON-SMITH, E., ESPANA-ROMERO, V. Anthropometry and performance characteristics of recreational advanced to elite female rock climbers. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, p. 48-56, 2020.

HARRISON, A. J.; BYRNE, P.; SUNDAR, S. The effects of added mass on the biomechanics and performance of countermovement jumps. **Journal of Sports Sciences**, 2019.

IMPELLIZZERI, F.M., RAMPININI E., CASTAGNA C., MARTINO F., FIORINI S., WISLOFF U. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v.42, p.42-46, 2008.

KOBAYASHI, Y., KUBO, J., MATSUBAYASHI, T., MATSUO, A., KOBAYASHI, K., ISHII, N. Relationship between bilateral differences in single-leg jumps and asymmetry in isokinetic knee strength. **Journal of Applied Biomechanic**, v. 29, p. 61-67, 2013.

KOMI, P. V. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. **Journal of Biomechanics**, v. 33, p. 1197-1206, 2000.

KOMI, P. V., GOLLHOFER, A. Stretch reflexes can have an important role in force enhancement during SSC exercise. **Journal of Applied Biomechanic**, v. 13, p. 451-460, 1997.

KOMI, P. V. Relevance of in vivo force measurements to human biomechanics. **Journal of Biomechanics**, v. 23, p. 23-34, 1990.

KYRÖLÄINEN, H., KOMI, P. V. Stretch reflex responses following mechanical stimulation in power- and endurance-trained athletes. **International Journal of Sports Medicine**, v. 15, p. 290-294, 1994.

LEVERNIER, G.; LAFFAYE, G. Four weeks of finger grip training increases the rate of force development and the maximal force in elite and top world-ranking climbers. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, p. 2471-2480, 2017.

LINTHORNE, N. P. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. **American Journal of Physics**, v. 69, p. 1198-1204, 2001.

MARTINS-COSTA, H.C., DINIZ, R. C. R., MACHADO, S.C., LIMA, F.V., CHAGAS, M.H. Impacto de diferentes velocidades de movimento no tempo de transição entre ações musculares excêntricas e concêntricas no exercício supino. **Motricidade**, v. 8, p. 365-377, 2012.

MCGUIGAN, M.R., DOYLE, T.L.A., NEWTON M., EDWARDS, D.J., NIMPHIUS, S., NEWTON, R.U. Eccentric utilization ratio: Effect of sport and phase of training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 20, p. 992–995, 2006.

MILLER, A. E. J., MACDOUGALL, J. D., TARNOPOLSKY, M. A., SALE, D. G. Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. **European Journal of Applied Physiology**, v. 66, p. 254-262, 1993.

PETRIDIS, L., UTCZAS, K., TROZNAI, Z., KALABISKA, I., PALINKAS, G., SZABO, T. Vertical jump performance in hungarian male elite junior soccer players. **Research Quartely for Exercise and Sport**, v. 90, p. 251-257, 2019.

RAMIREZ-CAMPILLO, R., ANDRADE, D. C., NIKOLAIDIS, P. T., MORAN, J., CLEMENTE, F. M., CHAABENE, H., COMFORT, P. Effects of plyometric jump training on vertical jump height of volleyball players: a systemathic review with meta-analysis of randomized-controlled trial. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 19, p. 489-499, 2020.

SATLER, T., HADZIC, V., DERSIVESIC, E., MARKOVIC, G. Vertical jump performance of professional male and female volleyball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, p. 1486-1493, 2015.

SCHMIDTBLEICHER, D. Training for power events. In KOMI, P.V. Strength and power in sport. **Londres: Blackwell Scientifics Publications**, p.381-395, 1992

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

STASZKIEWICZ, R., ROKOWSKI, R., MICHAILOV, M., RĘGWELSKI, T., SZYGUŁA, Z. Biomechanical profile of the muscles of the upper limbs in sport climbers. **Polish Journal of Sport and Tourism**, v. 24, p. 10-15, 2018.

SUCHOMEL, T. J., NIMPHIUS, S., STONE, M. H. The importance of muscular strength in athletic performance. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 46, p. 1419-1449, 2016.

SZMUCHROWSKI, L. A., CLAUDINO, J. G. O., S.L. ALBUQUERQUE NETO, S. L., MENZEL, H. J. K., COUTO, B. P. Determination of the minimum number of vertical jumps to monitor the responses to plyometric training. **Motricidade**, v. 8, p. 383-392, 2012.

TAYLOR, D. C., DALTON, J. D., SEABER, A. V., GARRETT, W. E. Viscoelastic properties of muscle-tendon units. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 18, p. 300-309, 1990.

THOMAS, C., KYRIAKIDOU, I.; DOS SANTOS, T., JONES, P. A. Differences in vertical jump force-time characteristics between stronger and weaker adolescent basketball players. **Sports (Basel)**, v. 63, p. 1-10, 2017.

TURNER, A. N., JEFFREYS, I. The stretch-shortening cycle: proposed mechanisms and methods for enhancement. **Strength and Conditioning Journal**, v. 32, p. 87-99, 2010.

VIGOUROUX, L., DEVISE, M., CARTIER, T., AUBERT, C., BERTON, E. Performing pull-ups with small climbing holds influences grip and biomechanical arm action. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, p. 886-894, 2018.

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.

WILSON, G. J., ELLIOTT, B. C., WOOD, G. A. The effect on performance of imposing a delay during a stretch-shorten cycle movement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 23, p. 364-370, 1991.

WINTER, E. M., ABT, G., BROOKES, F. B. C., CHALLIS, J. H., FOWLER, N. E., KNUDSON, D. V., KNUTTGEN, H.G., KRAEMER, W. J., LANE, A. M., MECHELEN, W. V., MORTON, R. H., NEWTON, R. U., WILLIAMS, C., YEADON, M. R. Misuse of “Power” and other mechanical terms in sport and exercise science research. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, p. 292–300, 2016.

WISLØFF, U., CASTAGNA, C., HELGERUD, J., JONES, R., HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, p. 285-288, 2004.

ZIV, G., LIDOR, R. Vertical jump in female and male basketball players: a review of observational and experimental studies. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, p. 332-339, 2010.

ANEXO A – TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Terminologia obrigatória em atendimento a resolução 466/12 - CNS-MS)

Venho por meio deste convidar você a participar como voluntária do estudo “DESEMPENHO DE ESCALADORAS NO *CAMPUS BOARD* INSTRUMENTALIZADO: COMPARAÇÃO ENTRE AÇÃO CONCÊNTRICA E CICLO DE ALONGAMENTO-ENCURTAMENTO” sob a orientação do Professor Dr. André Gustavo Pereira de Andrade, coorientação do Professor Dr. Mauro Heleno Chagas e Laura Valverde (Mestranda).

OBJETIVO DO ESTUDO

Comparar o desempenho de escaladoras em dois tipos de exercício no *Campus Board* instrumentalizado e verificar o nível de relação entre velocidade da ação excêntrica e o desempenho e o nível de relação entre o tempo de transição entre ação excêntrica e concêntrica e o desempenho.

VOLUNTÁRIOS

Para participar deste estudo você ser do sexo feminino, ter no mínimo 3 anos de experiência em escalada e pelo menos 1 ano de treinamento no *Campus Board*. Além de ausência de lesões musculoesqueléticas nos últimos seis meses.

ENCONTROS

Todos os encontros serão realizados em sala reservada na academia de escalada Cipó Training. Localizada no bairro Centro em Serra do Cipó, localidade de Santana do Riacho. Você participará de dois encontros, sendo o primeiro para realização da familiarização com os botes, e após uma semana, será realizada a coleta.

PROCEDIMENTOS

No primeiro encontro, você será orientada e receberá todas as informações dos procedimentos da pesquisa, além de conhecer todos os instrumentos da coleta, e quaisquer outras dúvidas serão sanadas e respondidas. Caso concorde em se voluntariar, será encaminhada para familiarização dos botes com contramovimento (Bote CAE) e sem contramovimento (Bote CON). Nesse primeiro encontro fará também uma avaliação antropométrica composta pelas medidas de perimetria e dobras cutâneas.

No segundo encontro, irá realizar um aquecimento e na sequência será feita a determinação da altura máxima individual alcançada no *Campus Board*. Durante o intervalo de cinco minutos serão colocados em você marcadores que permitam a identificação dos pontos articulares e do centro de gravidade. Após esses cinco minutos serão realizadas 5 tentativas válidas o primeiro exercício e depois de 10

minutos o exercício não realizado anteriormente também será feito em 5 tentativas, sempre com intervalo de 1 minuto entre as tentativas. Todas as tentativas serão filmadas por duas câmeras GoPro para análise cinemática posterior. O tempo total de cada sessão de coleta será de 60 minutos, e o intervalo entre elas de 48 a 72h. Todas as sessões serão conduzidas pela mestrandia Laura Valverde, responsável pela familiarização, avaliação física, aquecimento, determinação de altura máxima e testes. Sendo as informações e dados coletados armazenados e processados pela mesma.

RISCOS E BENEFÍCIOS

Os testes de bote são utilizados em pesquisas envolvendo a avaliação da força muscular de membros superiores, sendo que os riscos associados à sua prática são similares àqueles de atividade cotidianas e do treinamento no próprio CB. A possibilidade da ocorrência de riscos como constrangimento, cansaço ou desconforto durante a prática são desconhecidos. Adicionalmente, não foram encontrados relatos de algum tipo de lesão ou prejuízo durante a realização dos mesmos. De toda forma, para minimizar os riscos de desconforto ou lesão você realizará um protocolo de aquecimento tanto na familiarização quanto no dia do teste. Abaixo do *Campus Board* terá quantidade de colchões suficiente para amortecer quaisquer tipos de queda.

Não é esperado exposição a condições que gerem dano psicológico ou constrangimento, no entanto, caso você se sinta de alguma forma lesada, ameaçada ou constrangida, no caso por exemplo da utilização dos marcadores, você tem liberdade para abandonar a pesquisa, sem qualquer justificativa ou ônus. Poderá também buscar por indenização em caso de danos provenientes da pesquisa. Ainda, todas as suas informações pessoais serão mantidas em sigilo, impossibilitando a sua identificação por terceiros. A filmagem assim como os outros dados será confidencial acessada apenas pelos pesquisadores. Se necessário serão ressarcidos seus custos de deslocamento e transporte.

Os possíveis benefícios que poderá esperar com a participação, mesmo que não diretamente, são: informações sobre o desempenho nos botes, e isso poderá auxiliar os treinadores no direcionamento dos treinamentos.

Sempre que desejar, será fornecido esclarecimento sobre qualquer etapa do estudo.

1. Este termo de consentimento será emitido em duas vias, uma que ficará com você, a outra com os pesquisadores.
2. A qualquer momento, você poderá interromper a participação na pesquisa e, também, poderá retirar seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.
3. Em caso de dúvida sobre questão ética, ou qualquer denúncia, você poderá comunicar ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CEP-UFMG), contatos seguem abaixo, de forma anônima, sem sofrer qualquer prejuízo.
4. As informações conseguidas através da participação não permitirão sua identificação, exceto aos responsáveis pelo estudo, e a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

5. Quaisquer informações de ordem pessoal jamais serão compartilhadas, arquivadas ou utilizadas para outro fim do que o necessário à realização dos procedimentos.
6. Finalmente, você, tendo compreendido perfeitamente tudo o que lhe foi informado a respeito da participação no mencionado estudo, e estando consciente dos seus direitos, das suas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a participação implica, concorda em participar e **DÁ SEU CONSENTIMENTO, AFIRMANDO QUE PARA ISSO NÃO FOI FORÇADO OU OBRIGADO A AUTORIZAR.**

Endereço dos responsáveis pela pesquisa:

Pesquisador responsável: Prof. Dr. André Gustavo Pereira Andrade

Coorientador: Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Laura Valverde (aluna de Mestrado)

Instituição: UFMG / Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional / BIOLAB - CENESP

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627

Bairro: Pampulha. CEP. 31270-901 Cidade: Belo Horizonte / MG.

Telefones p/contato: (37) 99175 - 8528 (Contato: Laura Valverde)

ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais:

Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Campus Pampulha

Av. Antônio Carlos, 6627. Belo Horizonte / MG. CEP: 31270-901

Telefone: (31) 3409-4592

Email: coep@prpq.ufmg.br

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2022.

Assinatura (Rubricar as demais folhas)	Prof. Dr. André Gustavo Pereira Andrade (Rubricar as demais folhas)

ANEXO B – Carta de Anuência
Carta de Anuência

Eu, Gustavo Mendes Fontes, na qualidade de responsável pela Academia Cipó Training, situada na Rua Sucupira, número 50, Centro, Serra do Cipó, autorizo a realização da pesquisa intitulada “DESEMPENHO DE ESCALADORAS NO *CAMPUS BOARD* INSTRUMENTALIZADO: COMPARAÇÃO ENTRE AÇÃO CONCÊNTRICA E CICLO DE ALONGAMENTO-ENCURTAMENTO” a ser conduzida sob a responsabilidade da pesquisadora LAURA VALVERDE; e declaro que esta instituição apresenta as condições necessárias à realização da referida pesquisa. Este termo é válido apenas no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética avaliador do estudo.

Serra do Cipó, 04 de abril de 2022.

Gustavo Mendes Fontes, proprietário da academia Cipó Training

ANEXO C – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Desempenho de escaladoras no Campus Board
instrumentalizado: comparação entre ação concêntrica e ciclo
de alongamento-encurtamento

Pesquisador: André Gustavo Pereira de Andrade

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55819821.1.0000.5149

Instituição Proponente: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia
Ocupacional

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.397.364

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa revelante para o corpo de conhecimento. Modificações solicitadas no parecer anterior foram adequadamente realizadas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados.

Recomendações:

Somos a Favor, S.M.J., de aprovação do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e

ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Auto r	Situaçã o
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1722150.pdf	20/04/2022 21:28:21		Aceito
Outros	Carta_resposta.docx	20/04/2022 21:27:30	André Gustavo Pereira de Andrade	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	20/04/2022 09:15:18	André Gustavo Pereira de Andrade	Aceito
Parecer Anterior	Parecer_consultado.pdf	14/02/2022 13:53:44	André Gustavo Pereira de Andrade	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	22/03/2022 21:29:23	André Gustavo Pereira de Andrade	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoLAURAdefinitivo.docx	22/03/2022 12:01:48	André Gustavo Pereira de Andrade	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 09
de Maio de 2022

Assinado por:
**Críssia Carem Paiva
Fontainha
(Coordenador(a))**