



Influência da duração dos intervalos inter-set na performance neuromuscular durante e após a execução de movimentos olímpicos

João Soares Moreira

Mestrado em Ciências da Educação Física e Desporto  
- Especialização em Treino Desportivo

Orientador Institucional  
Prof. Doutor Eduardo André de Azevedo Abade





## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, gostaria de dedicar esta dissertação à minha família, vocês apoiaram-me durante todo este processo. À minha mãe e ao meu irmão, obrigado por sempre me apoiarem e acreditarem em mim ao longo do caminho. Amo-vos!

Gostaria também de agradecer especialmente à minha namorada, Telma, foste muito compreensiva ao longo deste processo. Obrigado por acreditares nas minhas capacidades e por todo o amor e dedicação.

Eu nunca teria sido capaz de concluir este projeto se não fosse pela hospitalidade e amizade do Hugo Horta, da Vera Moreira e do resto da família Crossfit Openbox. Permitiram que eu usasse as suas instalações e recursos, o que tornou a minha vida muito mais fácil.

Tenho também de agradecer aos participantes que ofereceram o seu tempo e esforço, porque sem eles não teria sido possível a realização deste trabalho. Não posso mencionar-vos a todos individualmente, mas espero que saibam o quanto estou grato pela vossa ajuda.

Agradeço ao Professor Dr. Eduardo Abade, meu orientador, pela disponibilidade, ensinamentos e ajuda. Pela partilha do saber e valioso contributo na elaboração desta dissertação, sem a sua ajuda não teria sido possível, muito obrigado!

Por fim, ao meu pai, que sempre me incentivou a dar o melhor de mim e fez de tudo para que eu tivesse sucesso. Este projeto, é em tua memória. Amo-te!

## Resumo

A influência que a manipulação de variáveis pode ter no treino de força, tem sido explorada, de forma crescente na literatura dos últimos anos. No entanto, nos desportos que dependem em grande parte da capacidade de produzir força, como o halterofilismo, existem dados limitados sobre as adaptações neuromusculares e fisiológicas agudas dependentes da manipulação de variáveis como os tempos de repouso.

A presente investigação teve como objetivo estudar a influência da duração dos intervalos inter-set na performance neuromuscular durante e após a execução de movimentos olímpicos.

A pertinência deste estudo enquadra-se essencialmente pela definição de novas orientações metodológicas para o treino e análise da performance de atletas recreacionais/amadores de halterofilismo. Apesar de existir alguma literatura análoga, foram utilizados apenas movimentos como supino, o que em comparação com movimentos olímpicos como o Arranco, têm uma influência mais limitada na qualidade técnica na sua execução.

Oito indivíduos do sexo masculino (idade:  $31 \pm 4,8$  anos, peso corporal:  $77,6 \pm 5,3$  kg, altura:  $174,6 \pm 5,7$  cm, IMC:  $24,46 \pm 1,14$  kg/m<sup>2</sup> e 1RM Snatch:  $90,3 \pm 10,3$  kg [média  $\pm$  DP]) realizaram duas sessões de teste separadas com um mínimo de 72 horas de intervalo entre elas, usando 2 e 6 minutos de descanso respetivamente, enquanto os levantamentos foram filmados e os valores dos testes de salto vertical (CMJ e DJ) registados.

A análise do movimento permitiu avaliar quantitativamente a trajetória e velocidade da barra, e conseqüentemente a eficiência do gesto. Todos os levantamentos foram gravados com a aplicação My Lift (versão 10.0.2) através de um iPhone Xs (iOS 14.0.1) e os saltos verticais (CMJ e DJ) foram realizados num tapete de salto de código aberto Chronojump Boscosystem.

Os resultados deste estudo, sugerem que a influência dos tempos de descanso (curtos, 2min vs longos, 6min), é limitada na performance neuromuscular, mas relevante na técnica de execução do exercício Snatch, mais concretamente no deslocamento horizontal e velocidade vertical da barra. Isto é, o repouso de 6 minutos entre séries parece expor maior variabilidade inter individual na resposta. Tal facto deve ser tido em consideração por parte de praticantes e treinadores, uma vez que perante estímulos semelhantes de treino, diferentes respostas fisiológicas e neuromusculares poderão emergir.

## Abstract

The influence that the manipulation of variables can have on strength training has been increasingly explored in the literature in recent years. However, in sports that depend largely on the ability to produce strength, such as weightlifting, there are limited data on acute neuromuscular and physiological adaptations dependent on the manipulation of variables such as resting times. The present investigation aimed to study the influence of the duration of inter-set intervals on neuromuscular performance during and after the execution of Olympic movements.

The relevance of this study is essentially framed by the definition of new methodological guidelines for training and analysis of the performance of recreational/athlete weightlifting athletes. Although there is some similar literature, only movements such as bench press were used, which in comparison with Olympic movements such as Snatch, have a more limited influence on the technical quality in its execution.

Eight male individuals (age:  $31 \pm 4.8$  years, body weight:  $77.6 \pm 5.3$  kg, height:  $174.6 \pm 5.7$  cm, BMI:  $24.46 \pm 1.14$  kg/m<sup>2</sup> and 1RM Snatch:  $90.3 \pm 10.3$  kg [mean  $\pm$  SD]) performed two separate test sessions with a minimum of 72 hours between them, using 2 and 6 minutes of rest respectively, while the lifts were filmed, and the values of the vertical jump tests (CMJ and DJ) recorded.

The analysis of the movement allowed to quantitatively evaluate the trajectory and speed of the bar, and consequently the efficiency of the gesture. All lifts were recorded with the My Lift application (version 10.0.2) using an iPhone Xs (iOS 14.0.1) and the vertical jumps (CMJ and DJ) were performed on an open source Chronojump Boscosystem jump mat.

The results of this study suggest that the influence of rest times (short, 2min vs long, 6min) is limited in neuromuscular performance, but relevant in the technique of performing the Snatch exercise, specifically in the horizontal displacement and vertical velocity of the barbell. That is, the 6-minute rest between sets seems to exhibit greater inter-individual variability in response. This fact must be considered by practitioners and coaches, since when faced with similar training stimulus, different physiological and neuromuscular responses may emerge.

# Índice

<b><u>Agradecimentos</u></b> .....	3
<b><u>Resumo</u></b> .....	4
<b><u>Abstract</u></b> .....	5
<b><u>Índice de Figuras</u></b> .....	7
<b><u>Índice de Tabelas</u></b> .....	7
<b><u>Lista de símbolos e abreviaturas</u></b> .....	7
<b><u>1</u></b> <b><u>Introdução</u></b> .....	9
<b><u>2</u></b> <b><u>Estado de arte</u></b> .....	11
<b><u>2.1</u></b> <b><u>Treino de força máxima</u></b> .....	11
<b><u>2.1.1</u></b> <b><u>Manipulação de variáveis para o desenvolvimento da força máxima</u></b> .....	12
<b><u>2.1.2</u></b> <b><u>Adaptações neuromusculares agudas e crônicas ao treino de força</u></b> .....	14
<b><u>2.2</u></b> <b><u>Intervalos de descanso entre séries no treino de força</u></b> .....	15
<b><u>2.2.1</u></b> <b><u>Efeitos agudos e crônicos com tempos curtos de descanso</u></b> .....	16
<b><u>2.2.2</u></b> <b><u>Efeitos agudos e crônicos com tempos longos de descanso</u></b> .....	16
<b><u>2.3</u></b> <b><u>Testes de força de impulsão vertical</u></b> .....	17
<b><u>2.4</u></b> <b><u>Halterofilismo na performance desportiva</u></b> .....	18
<b><u>2.4.1</u></b> <b><u>O que são movimentos olímpicos</u></b> .....	18
<b><u>2.4.2</u></b> <b><u>Arranco: Cinética e Cinemática</u></b> .....	19
<b><u>3</u></b> <b><u>Métodos</u></b> .....	22
<b><u>3.1</u></b> <b><u>Desenho do estudo</u></b> .....	22
<b><u>3.2</u></b> <b><u>Amostra</u></b> .....	22
<b><u>3.3</u></b> <b><u>Procedimentos</u></b> .....	23
<b><u>3.4</u></b> <b><u>Análise Estatística</u></b> .....	24
<b><u>4</u></b> <b><u>Resultados</u></b> .....	25
<b><u>5</u></b> <b><u>Discussão de resultados</u></b> .....	28
<b><u>6</u></b> <b><u>Referências (Bibliografia)</u></b> .....	32
<b><u>Anexos</u></b> .....	41

## Índice de Figuras

Figura 1 - As 6 fases do Snatch: (a) posição inicial; (b) 1ª puxada; (c) transição entre a 1ª e a 2ª puxada; (d) 2ª puxada; (e) transição entre a 2ª puxada e a recepção; (f) recepção e recuperação (Gourgoulis, V., 2000) .....	21
Figura 2 - Trajetória característica da barra no Snatch: (A) Deslocamento horizontal da barra em direção ao atleta durante a primeira puxada (B) Deslocamento horizontal da barra para longe do atleta durante a segunda puxada (C) Altura máxima da barra (D) Deslocamento da barra e deslocamento horizontal da barra em direção ao atleta (Korkmaz, S., 2016).....	22
Figura 3 – Representação esquemática do projeto experimental .....	23
Figura 4 – (a) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos na altura do CMJ (cm) (b) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos na potência do CMJ (W) (c) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos na altura do DJ (cm) (d) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos na potência do DJ (W).....	27
Figura 5 – (a) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos no deslocamento vertical da barra durante o arranco (m) (b) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos no deslocamento horizontal da barra durante o arranco (m) (c) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos na velocidade máxima vertical da barra durante o arranco (m/s) (d) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos no índice de força reativa do Drop Jump .....	28

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Caracterização dos sujeitos .....	23
Tabela 2 - Analysis of covariance (ANCOVA) results considering the group factor.....	25

## Lista de símbolos e abreviaturas

1RM – Uma repetição máxima

ATP – adenosina trifosfato

CAE – Ciclo de alongamento-encurtamento

CF® – *Crossfit*®

cm – centímetros

CMJ – *Countermovement-Jump*

CP – fosfocreatina

DJ – *Drop Jump*

DJ40cm – *Drop jump* a 40 centímetros do chão

DP – Desvio Padrão

min - minutos

*ROM – Range of Motion*

RM – Repetições máximas

RSI – Reactive Strength Index

TDF – Taxa de desenvolvimento de força

## Introdução

A investigação sobre os efeitos de diferentes tempos de descanso entre séries tem suscitado a produção de vários estudos que sugerem que intervalos de repouso devem ser estabelecidos de acordo com as características e propósitos dos exercícios que selecionarmos (monoarticulares ou multiarticulares). Desta forma, as adaptações neuromusculares ao treino (ex: força máxima, hipertrofia, etc) serão maximizadas, respeitando sempre a individualidade dos praticantes do treino de força. De facto, a duração dos intervalos de repouso no treino de força são um fator de extrema importância para as adaptações ao treino, quer seja considerado entre repetições, séries ou sessões de treino. É importante desenvolver técnicas que permitam aos treinadores ter mais facilidade em periodizar e alterar várias variáveis em tempo real de acordo com as respostas fisiológicas, psicológicas e neuromusculares dos atletas durante as sessões de treino.

O presente estudo tem como principal objetivo reforçar a informação disponível aos atletas, treinadores e/ou praticantes para que percebam a influência da duração dos intervalos inter-set na performance neuromuscular durante e após a execução de movimentos olímpicos. Assim, pretende-se identificar quais os efeitos de dois tempos de descansos diferentes (curtos vs longos) na performance neuromuscular durante e após a execução do movimento de arranco. Mais especificamente, pretende-se verificar as diferenças na trajetória da barra (o pico do deslocamento vertical e horizontal e o pico da velocidade vertical da barra) nas séries com descanso mais curto (2 minutos) e nas séries com descanso mais longo (6 minutos). Em paralelo, será estudado o impacto destes intervalos na capacidade aguda da impulsão vertical (*countermovement jump*, CMJ e *drop jump*, DJ).

Esta dissertação está dividida em vários capítulos, onde são fundamentadas algumas considerações sobre a temática escolhida, bem como a apresentação dos objetivos e questões orientadoras do estudo. O primeiro capítulo do estado de arte foca-se na força máxima, uma vez que existem fortes correlações com a prática de halterofilismo. Numa primeira fase é explicada a dinâmica deste método de treino, as adaptações que dele decorrem, o impacto que pode ter na execução dos levantamentos olímpicos e também quais as variáveis que podem ser manipuladas durante a sessão de treino.

No segundo, são exploradas questões relacionadas com os efeitos dos intervalos de repouso (curtos vs longos) entre séries no treino de força. Este capítulo divide-se em duas partes: (i) efeitos agudos e crónicos em tempos curtos de descanso e (ii) efeitos neuromusculares agudos e crónicos em tempos longos de repouso.

No terceiro capítulo do estado de arte, é fundamentado a finalidade do uso de testes de impulsão vertical na avaliação do treino e que impacto podem ter na monitorização do treino de força.

O último capítulo do estado de arte é dedicado ao Halterofilismo e à sua interligação com o rendimento desportivo em desportos coletivos e individuais, sendo que está subdividido em duas partes: (i) movimentos olímpicos e quais as suas variantes; (ii) biomecânica do movimento de arranco, passando em revisão todas as fases do movimento fazendo ligação com as três variáveis usadas na análise da trajetória da barra: pico do deslocamento vertical da barra, pico do deslocamento horizontal da barra e pico da velocidade vertical da barra.

No terceiro capítulo da dissertação é apresentada a metodologia do estudo experimental. Discorre-se sobre a seleção da amostra, bem como sobre o desenho no estudo. É neste capítulo, também, que se apresenta os procedimentos das sessões de estudo, onde se explica como foram gravados os levantamentos olímpicos e como foram feitas as recolhas da impulsão vertical dos sujeitos.

No quarto e quinto capítulo, apresentam-se os resultados da impulsão vertical, os valores da trajetória da barra da primeira e última série e as discussões realizadas sobre esses mesmos resultados, respetivamente.

Por fim, nas considerações finais apresentam-se as principais conclusões deste estudo, as implicações práticas e sugestões para futuras investigações.

## Estado de arte

### Treino de força máxima

A força máxima é considerada o valor mais elevado da força, que o sistema neuromuscular é capaz de produzir contra uma resistência inamovível, independentemente do fator tempo (Borges, J. M., 2016). É uma das formas de manifestação da força que influencia outras componentes (i.e. força rápida e força resistente) e, por esse motivo, encontra-se num nível hierárquico superior (Mil-Homens, P., 2015). Treinar com cargas altas e usando poucas repetições, é recomendado para garantir melhorias na força máxima, que é um dos parâmetros importantes para o desempenho de atividades atléticas (Heggelund, J., 2013). Por exemplo, indivíduos com nível mais elevado de força máxima demonstram maior resistência em exercícios com repetições até à falha concêntrica, quando comparados com indivíduos não treinados, pois, manifestam maior fadiga neural (Ahtiainen, J. P., 2009). Assim, a força máxima parece ser um fator importante que influencia o desempenho atlético em vários desportos, especialmente nos que envolvem alta produção de força e potência (Stone, M. H., 2005).

O objetivo principal da metodologia de treino de força máxima é aumentar a capacidade de produção de força do atleta, que acaba por ser um fator determinante no desempenho dos levantamentos olímpicos (Suchomel, T. J., 2017; Morris, S. J., 2020). Ser um atleta forte não significa obrigatoriamente ser um atleta de potência, ou seja, nem todos os indivíduos conseguem executar movimentos explosivos com força e velocidade máxima (Zatsiorsky, V. M., 2006). A capacidade de produzir força durante esforços explosivos, pode ser mais dependente da capacidade de produzir força rapidamente (i.e. taxa de produção de força, TDF) e não tanto da força máxima (Mil-Homens, P., 2015). Devido à curta duração de tempo do movimento de Arranco - cerca de 1,5 a 2 segundos - (Gourgoulis, V., 2000), os valores de força máxima não conseguem ser gerados, por conseguinte, o mais importante é ter capacidade para realizar o movimento no tempo mais curto possível, ou seja, ter uma elevada TDF (Zatsiorsky, V. M., 2006; Teo, S. Y., 2016). No *Snatch* e no *Clean&Jerk*, dois movimentos olímpicos de cariz explosivo, a produção de potência é determinante para o seu sucesso (Kauhanen H. P., 2002). Em contraste com os exercícios típicos de treino de força, a natureza balística destes movimentos é vantajosa, para as adaptações no perfil de força-velocidade, que são benéficas para todos os desportos, daí a sua popularidade como método de treino (Morris, S. J., 2020). Vários estudos concluíram que, existe uma correlação forte entre o desempenho nos exercícios de levantamento olímpico (arranco e arremesso) e a força máxima no agachamento,

evidenciando a importância desses exercícios para a performance em atletas treinados e não treinados (Stone, M. H., 2003; Tibana, R. A., 2018).

### **Manipulação de variáveis para o desenvolvimento da força máxima**

Um programa de treino depende da manipulação de variáveis como volume, intensidade e densidade, que devem ser monitorizadas.(Soares, E. G., 2017; Tan, B., 1999). A manipulação de variáveis no treino de força, deve estar relacionada com o tipo de adaptação e os objetivos que se pretende alcançar, não esquecendo as características do esforço ou da atividade realizada por parte dos atletas. Um programa de treino depende de cinco variáveis (Fleck, S. J., & Kraemer, W., 2014):

#### Intensidade do treino (carga)

A intensidade é caracterizada pela quantidade de carga usada num programa de treino ou num determinado exercício (Kraemer, W. J., 2009). Normalmente, para a determinação da carga a usar no treino, pode-se utilizar uma meta de repetições máximas, RM (ex: 5 RM) ou uma zona de RM (ex: de 10 a 12 RM). Deste modo, a carga é incrementada consoante a força dos indivíduos, para que estes continuem a treinar dentro da meta ou zona de RM prescrita. Outro dos métodos para estipular a carga, é usar uma determinada percentagem de 1RM, exigindo isso que, se determine ou estime a 1 RM (Kraemer, W. J., 2009). Usando o método de número de repetições máximas, está evidenciado que, as cargas de alta intensidade (1 a 6 RM), são as que mais contribuem para desenvolver a força máxima e as mais eficazes no desenvolvimento da TDF (Heggelund, J., 2013). Acredita-se ainda que, atletas de halterofilismo apresentam uma maior percentagem de fibras do tipo II que, são responsáveis pela maior produção de força e velocidade (Mangine, G. T., 2016). Relativamente ao uso da percentagem de 1RM, vários autores (Rhea et al., 2003; Peterson, M. D., 2004), indicam que o nível de treino dos indivíduos, interfere diretamente na percentagem de 1RM para se obter ganhos de força ideais. Para praticantes destreinados, o uso de, aproximadamente, 60% de 1RM, resultará em ganhos de força (Zatsiorsky, V. M., 2006), ao passo que, para praticantes treinados, o uso de uma percentagem entre 80 e 85% é necessária, para essa mesma melhoria de força muscular. Em relação aos movimentos olímpicos, é indicado o uso de cargas iguais ou maiores a 90% da 1RM, para obtenção de melhorias na força máxima. (Kraemer, W. J., 2009).

#### Número de séries

O nível de treino do praticante, poderá determinar a quantidade necessária de séries para que ocorra uma adaptação ideal (Soares, E. G., 2017). Ou seja, o número de séries necessárias, para

aumentar a força máxima, pode ser diferente para praticantes destreinados e treinados (Kraemer, W. J., 2009). Várias séries por exercício, evidenciaram ganhos de força significativos, em relação ao uso de uma única série por exercício (Rhea, M. R., 2002; Rhea, M. R., 2003).

Em suma, o uso de 3 a 4 séries, aparenta ser o número de séries ideal para o aumento da força, estando associado a ganhos 46% maiores, quando comparado com apenas uma única série - válido para praticantes treinados e não-treinados (Krieger, J. W., 2009).

### Seleção e sequência dos exercícios

Os exercícios devem ser priorizados tendo em conta os que correspondem melhor às necessidades individuais. Ou seja, os exercícios que vão de encontro aos objetivos principais do treino, devem ser realizados em primeira estância (Simao, R., 2012).

Os exercícios multiarticulares, são considerados os mais eficientes para aumentar a força máxima e a potência, devido ao grande envolvimento de massa muscular, onde é possível usar cargas mais elevadas, comparando com exercícios que envolvem uma única articulação (Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. 2004). Usá-los no início da sessão, antes de ocorrer fadiga, favorece o uso de carga mais elevada, permitindo maximizar a força máxima (Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. 2004).

Assim, quando se visa aprimorar a força máxima, devem realizar-se exercícios explosivos (i.e. Arranco e Arremesso), no início da sessão, por ordem decrescente de complexidade, antes da realização dos exercícios de força tecnicamente mais simples (i.e. agachamento e supino) (Spreuwenberg, L. P., 2006).

### Duração dos intervalos de repouso

Os períodos de descanso entre as séries de um exercício, entre os exercícios ou entre as sessões de treino, permitem a recuperação, sendo importantes para o sucesso de qualquer programa de treino (Fleck, S. J., & Kraemer, W., 2014). Quando o objetivo é aumentar a força máxima, recomenda-se que sejam utilizados intervalos de descanso de 2 a 3 minutos, entre séries. No caso de exercícios que, simultaneamente, envolvem cargas elevadas e várias articulações, este tempo de repouso, pode ser aumentado (Kraemer, W. J., 2009). O aumento do intervalo entre séries e exercícios, auxilia a manutenção da intensidade e do volume na sessão de treino (Robbins, D. W., 2010). É importante também realçar, que usar um período de descanso fixo

(2 minutos) ou decrescente (2 minutos até aos 30 segundos) entre séries, não mostrou diferenças significativas no aumento da força máxima (de Souza Jr, T. P., 2010).

Pode-se então concluir que, o treino de força máxima é caracterizado por baixo volume de treino (3 - 5 séries de 2 - 4 repetições), grande intensidade (70% - 95% de 1RM) e tempo de descanso longo entre repetições e/ ou séries ( $\pm$  3 minutos ) (Rama, L. 2016). Quando o sujeito se tornar mais desenvolvidoleticamente, poderá precisar de uma variação no treino. Esta alteração, poderá ser feita alterando os exercícios a realizar, o volume e a intensidade, com o objetivo de maximizar o estímulo de treino (Bompa, T. O., 2015).

### **Adaptações neuromusculares agudas e crônicas ao treino de força**

A manipulação das 5 variáveis anteriormente mencionadas, altera as respostas agudas e as adaptações crônicas do sistema neuromuscular dos atletas como resposta ao treino (Soares, E. G., 2017). O nível de adaptação é comprovado pelo tamanho e força muscular, e a magnitude dessas adaptações é diretamente proporcional às exigências colocadas ao atleta em relação ao volume, frequência e intensidade da carga de treino, bem como a capacidade do corpo se adaptar a tais necessidades (Bompa, T., 2015). As adaptações neuromusculares causadas pelo treino de força são, melhorar a força e resistência muscular, mas existem outros benefícios, tais como o aumento da densidade óssea, redução da pressão sanguínea, o aumento do tecido conjuntivo e muscular e a redução da gordura corporal (Kraemer, W. J., 2002).

### **Adaptações neuromusculares em consequência do treino de força máxima**

O uso de cargas máximas no treino, pode resultar na melhoria de fatores como a potência, TDF, capacidade de impulsão vertical, velocidade e mudanças de direção que, por conseguinte, podem contribuir para um melhor desempenho desportivo (Stone, M. H., 2003; Suchomel, T. J., 2017). A melhoria no desempenho da aceleração, do sprint e das mudanças de direção rápidas está relacionado com o nível de força máxima dos atletas (Balsalobre-Fernández, C., 2013; Stone, M. H., 2003; Watts, D., 2015), estando também demonstrado em vários estudos que, os indivíduos treinados saltam mais alto em comparação com indivíduos mais destreinados (Suchomel, T. J., 2017). Resultados de estudos feitos a ciclistas de estrada e a corredores de longas distâncias mostraram uma melhoria na potência aeróbia máxima, sem qualquer declínio nos consumos máximos de oxigénio e sem alteração no peso corporal (Sunde, A., 2010; Storen, O., 2008). Portanto, o treino de força máxima demonstrou melhorar a eficiência nas corridas de longa distância e em provas de ciclismo (Sunde, A., 2010; Storen, O., 2008). O treino de força

máxima é também uma metodologia que pode ajudar na prevenção do risco de lesões, ou seja, atletas mais fortes têm menos probabilidade de se lesionarem (Suchomel, T. J., 2017).

### **Adaptações neuromusculares ao treino de Halterofilismo**

A força máxima, variante anteriormente introduzida, é um dos parâmetros importantes no halterofilismo, pois está demonstrado que, com o seu aumento, há melhoria no desempenho de movimentos desta modalidade (Ebada, K. A. R., 2011). Os exercícios de halterofilismo, podem auxiliar nas adaptações neuromusculares, o que, potencialmente, pode resultar na melhoria do desempenho desportivo (Hedrick, A., 2008). Devido aos movimentos olímpicos terem uma componente técnica muito elevada, é necessário haver um grande controlo motor por parte dos atletas que os realizam, sendo estes capazes de ativar mais fibras de contração rápida (Hedrick, A., 2008). Diversos estudos já demonstraram o efeito positivo do treino de halterofilismo na impulsão vertical (Hoffman, J. R., 2004; Hackett, D., 2016), que poderá ser explicado pela existência da tripla extensão potente (anca, joelho e tornozelo), usada nos movimentos olímpicos, que tem semelhança cinética ao salto vertical (Suchomel, T. J., 2017). Para além do aumento da capacidade de impulsão vertical, neste tipo de treino, a literatura fornece-nos evidência de que os levantamentos olímpicos e os seus derivados, melhoram a TDF, a velocidade e as mudanças de direção (Tricoli, V., 2015; Teo, S. Y., 2016; Suchomel, T. J., 2018). Para atletas que já possuam uma força máxima elevada, os movimentos olímpicos poderão ser fundamentais para aumentar a velocidade dos membros inferiores, desse modo, poderão melhorar as ações balísticas dos atletas (Suchomel, T. J., 2017; McQuilliam, S. J., 2020).

Pode-se afirmar que, usando o treino de força com movimentos olímpicos, trará melhorias na força, potência e também nas adaptações neurais, ou seja, maior ativação neuromuscular voluntária dos músculos agonistas, sinergistas e estabilizadores, que têm uma grande importância na melhoria da força muscular e na velocidade de contração (Channell, B. T., & Barfield, J. P., 2008).

### **Intervalos de descanso entre séries no treino de força**

O intervalo de descanso entre as séries, é uma variável importante, que afeta tanto as respostas agudas como as adaptações crónicas aos programas de força e condicionamento físico. Modificações agudas, resultam numa mudança imediata (curto prazo). Por sua vez, as adaptações crónicas pressupõem uma resposta do corpo a estímulos repetidos ao longo de um programa de treino (longo prazo).

Os intervalos de descanso entre séries, devem ser baseados nas finalidades de cada treino, como força, potência, hipertrofia e/ou resistência muscular (Willardson, J. M., 2006). A duração de repouso entre séries e/ ou exercícios afeta diretamente as respostas metabólicas, hormonais e também a quantidade da concentração de creatina quinase pós treino (Ratamess, N. A., 2012). Sem recuperação suficiente entre repetições, o atleta apresentará falhas na técnica dos movimentos, consequência da fadiga (Morris, S. J., 2020).

Em suma, durante o treino, a duração do período de descanso entre repetições e séries é um fator chave na redução da fadiga, na manutenção da força muscular e na qualidade técnica dos movimentos (Ammar. A, 2019).

### **Efeitos agudos e crônicos com tempos curtos de descanso**

Alguns estudos demonstraram que, intervalos de descanso de 1 minuto entre tentativas repetidas de exercícios com cargas máximas, são suficientes. Devemos ter em atenção que, a diminuição do tempo de repouso pode ser prejudicial, especialmente ao testar exercícios compostos, que exigem altos níveis de coordenação neuromuscular (De Salles, B. F., 2009). Nos treinos com objetivo de aumentar a força máxima, uma estratégia eficaz consiste em prescrever intervalos de descanso mais longos entre os exercícios principais da sessão de treino e intervalos de repouso mais curtos entre os exercícios acessórios (Willardson, J. M. 2005). Isso uma vez que, a combinação de curtos períodos de descanso e exercícios com cargas máximas pode prejudicar a capacidade em atingir um limite de volume de treino, consequência de não ocorrer uma recuperação completa do ATP/ CP entre séries (Fink, J. E., 2017; Grgic, J., 2017).

Resumindo, quando se testa a força máxima em exercícios compostos e multiarticulares como os levantamentos olímpicos, não devemos apressar os tempos de descanso, pois, esses movimentos exigem níveis altos de coordenação neuromuscular (De Salles, B. F., 2009). Ainda assim, indivíduos com níveis baixos de força máxima, podem não necessitar de tanto tempo de repouso, em comparação com sujeitos com níveis maiores de força (Ratamess, N. A., 2012).

### **Efeitos agudos e crônicos com tempos longos de descanso**

Os intervalos de descanso de maior duração, permitem um volume maior de treino, sendo também menos exigentes metabolicamente para os atletas (Grgic, J., 2017). Conclusões de alguns estudos, sugerem que intervalos de descanso mais longos, resultam em aumentos significativos na força, em comparação com intervalos de descanso mais curtos (De Salles, B. F., 2009). Incluir intervalos de descanso mais longos na parte final do treino pode ser vantajoso

para manter o número de as repetições pretendidas, à medida que a fadiga aumenta (Willardson, J. M., 2008).

Um artigo que visa estudar os tempos de descanso em exercícios monoarticulares e multiarticulares, concluiu que, pelo menos 3 minutos de descanso entre séries, foram suficientes para a manutenção da força (Senna, G. W., 2016). A qualidade de cada repetição (i.e, velocidade e potência) é superior com descanso de 3 minutos entre séries (Ratamess, N. A., 2012), dado relevante para programação de movimentos olímpicos. Além disso, evidências indicam também que, intervalos de descanso excessivamente longos (mais do que 4 minutos), não são necessários e podem, porventura, prejudicar o treino (De Salles, B. F., 2009). Para sujeitos não treinados, 5 minutos de descanso entre séries, podem ser necessários, se o objetivo for realizar as repetições com uma execução técnica consistente (De Salles, B. F., 2009). Quando o esforço é máximo, ou próximo do máximo, um intervalo de descanso mais longo poderá ser necessário, para o atleta manter o nível de desempenho nos exercícios (Grgic, J., 2017).

Em termos de respostas agudas, as principais conclusões, são, ao treinar com cargas entre 50% e 90% de 1RM, 3 a 5 minutos de repouso entre séries permite a realização de mais repetições nas séries posteriores. Em relação a adaptações crônicas, o repouso de 3 a 5 minutos entre séries, produziu um aumento na força máxima, devido a maior intensidade e volume de treino (De Salles, B. F., 2009), possibilitando uma maior ativação muscular por série (Schoenfeld, B. J., 2016).

### **Testes de força de impulsão vertical**

O salto vertical é geralmente usado para avaliar a capacidade atlética e monitorizar a eficácia dos programas de treino atlético (Eagles, A. N., 2015), servindo, ainda, para monitorizar a reabilitação após ocorrer algum tipo de lesão (Clanton, T. O., 2012). A impulsão vertical, é um forte preditor da altura de salto e pode ser considerado um teste de força muscular dos membros inferiores (Koziris, P., 2012). O *CMJ* e o *DJ*, medidos através de um tapete de contato, são testes de campo confiáveis e válidos para a estimativa da potência explosiva dos membros inferiores em indivíduos fisicamente ativos (Markovic, G., 2004; Tenelsen, F., 2019). Os testes de impulsão vertical, são também úteis para monitorizar a fadiga neuromuscular em atletas, desde que estes estejam familiarizados com a técnica correta dos movimentos (Gathercole, R., 2015; Pedley, J. S., 2017). Tanto o *CMJ* como o *DJ* podem ser usados como testes de força para a monitorização do treino de Halterofilismo, porque estão fortemente relacionados com os

levantamentos olímpicos em questões de produção de força e potencia muscular (Vizcaya, F. J., 2009; Hoffman, J. R., 2004).

Em suma, os testes de impulsão vertical podem ser utilizados para avaliar a eficácia de vários programas de treino no desenvolvimento de força explosiva, podendo ser importantes também, para a identificação de talentos e previsão do sucesso futuro, em parâmetros atléticos específicos, incluindo no halterofilismo (Klavora, P. 2000).

### **Halterofilismo na performance desportiva**

O treino de Halterofilismo inclui não só os seus movimentos principais (Arranco e Arremesso) mas também as suas derivações, que são normalmente usados em programas de treino, com o objetivo de melhorar a força muscular da parte inferior do corpo (Garhammer, J., 1993). Os movimentos olímpicos e as suas derivações, são únicos/as, visto que, exploram aspetos de força, velocidade e potência, movendo cargas submáximas e/ou máximas, com intenção balística (Suchomel, T. J., 2018). Usar movimentos de levantamento olímpico, demonstrou produzir superiores adaptações de força-potência em comparação com o treino de força tradicional, o treino pliométrico e o treino com kettlebells (Suchomel, T. J., 2018).

Os treinadores, usualmente prescrevem variantes dos levantamentos olímpicos que, incluem a fase de receção. Contudo, embora, esses exercícios, tenham demonstrado produzir benefícios de força-potência, as suas derivantes, que não incluem essa fase (i.e, apenas a fase da puxada), podem fornecer estímulos únicos e beneficiar ainda mais as adaptações dos atletas (Suchomel, T. J., 2018). Apesar do halterofilismo ser um método de treino recomendável para melhorar a capacidade de impulsão vertical, os atletas que não têm experiência com isto tipo de movimentos, deveriam começar o seu desenvolvimento de força muscular com exercícios não balísticos e com pouca complexidade a nível de coordenação muscular e, só depois, progredir para exercícios potentes e balísticos, como o *Snatch* e o *Clean&Jerk* (Soriano, 2019).

Vários preparadores físicos, de diferentes países e desportos, incorporaram o uso de halterofilismo nos seus programas de treino. O *Hang Clean* (82%), o *Power Clean* (76%) e o *Clean High Pull* (63%) são os exercícios de Halterofilismo mais prescritos pelos treinadores (Weldon, A., 2020).

### **O que são movimentos olímpicos**

A competição no Halterofilismo consiste na realização de 3 tentativas de *Clean&Jerk* (Arremesso) e 3 tentativas de *Snatch* (Arranco), contando para a classificação final, a melhor

tentativa em termos de carga máxima de cada um dos movimentos. Em ambas as técnicas dos movimentos, é exigido não apenas força, mas também potência para realizar o movimento com eficiência técnica (Helland, C., 2017). O *Snatch* (Arranco) é realizado movendo a barra do solo para cima da cabeça num só movimento contínuo (Bartonietz, K. E., 1996). O *Clean&Jerk* (Arremesso) é realizado em dois tempos, movendo a barra continuamente do chão para os ombros e depois na segunda parte do movimento movendo a barra dos ombros para cima da cabeça (Pierce, K. 1999).

Para além dos dois movimentos “principais” existem ainda as suas variantes que, podem fornecer ao atleta uma oportunidade para localizar e aperfeiçoar alguns erros técnicos antes de avançar para a realização dos movimentos completos do Halterofilismo (DeWeese, B. H., 2012). Foi sugerido que dividir os movimentos em fases poderá ser mais fácil cognitivamente para os atletas adquirirem uma técnica mais eficiente (Morris, S. J., 2020; Suchomel, T. J., 2014). Através da realização das variantes dos movimentos olímpicos, o atleta terá a oportunidade de acelerar cargas maximais, sem ter que realizar a última fase do movimento (receção da barra), que muitas das vezes pode causar lesões devido, a falta de mobilidade dos atletas e algumas falhas na execução técnica (Suchomel, T. J., 2014; Stone, M. H., 1994).

### **Arranco: Cinética e Cinemática**

O Arranco é um dos movimentos específicos do halterofilismo, muitas vezes usado em programas de força e condicionamento físico e requer domínio técnico considerável. Este movimento olímpico consiste em levantar a barra do chão para cima da cabeça num só movimento contínuo e explosivo, numa trajetória vertical, que geralmente tem um trajeto padrão em forma de S (Figura 2) (Okada, J., 2009). O Arranco está dividido em 6 momentos diferentes, com base em conclusões de estudos anteriormente realizados (Bartonietz, K. E., 1996). As seis posições são as seguintes (Figura 1):

#### Posição Inicial

É a fase inicial do movimento, ou seja, a barra ainda está em contacto com o chão e os atletas devem colocar as ancas mais altas do que os joelhos, a escápula retraída, as costas retas e os ombros devem estar diretamente acima da linha barra e o peso corporal deve estar distribuído no centro do pé (Favre, M. W, 2006). Esta posição varia de atleta para atleta, devido a diferenças de flexibilidade, amplitude de movimento (*Range of Motion, ROM*) e algumas variáveis antropométricas, como a altura, peso corporal ou comprimento dos membros inferiores e superiores (Favre, M. W, 2006).

### 1ª Puxada

Ocorre desde o momento em que a barra sai do chão até que atinge a altura do joelho (Favre, M. W, 2006). O movimento deve começar com a anca a elevar-se ligeiramente com uma pequena extensão dos joelhos, isso faz com que o ângulo criado pelo tronco e o chão mantenham-se constantes ao longo do movimento (DeWeese, B. H., 2012). O movimento controlado do tronco e da anca é muito importante durante esta fase do levantamento (Kipp, K., 2012).

### Transição entre a 1ª e a 2ª puxada (flexão dupla do joelho)

Acontece depois da 1ª puxada até à “Posição de Força”, esta transição faz também a distinção entre a primeira e a segunda puxada (Kipp, K., 2012). A flexão dupla do joelho (*Double knee bend*) ocorre, o que permite ao atleta atingir o ângulo adequado dos joelhos e do tronco antes de iniciar a segunda puxada (DeWeese, B. H., 2012). A “Posição de Força” é caracterizada pela ligeira flexão dos joelhos e pela extensão da anca e das costas ao mesmo tempo (DeWeese, B. H., 2012).

### 2ª puxada

Uma vez que o atleta tenha assumido a “Posição de Força” mencionada acima, as articulações da anca, do joelho e do tornozelo são explosivamente estendidas (tripla extensão), isto faz com que os pés percam contacto com o solo (Gourgoulis, V., 2000). Ao mesmo tempo, o atleta realiza um encolher de ombros, flexiona levemente os pulsos e mantém os cotovelos estendidos e ligeiramente girados para fora (DeWeese, B. H., 2012). Nesta fase, a barra atinge a sua velocidade máxima e é esta aceleração ascendente que permite aos atletas terem tempo e espaço para descer para debaixo dela (Hadi, G., 2012). O sucesso nos levantamentos olímpicos depende em grande parte da biomecânica ideal durante as fases de puxada (Kipp, K., 2017).

### Transição entre a 2ª puxada e a recepção

Durante esta transição, a barra atinge a sua altura máxima, momento em que o atleta se desloca para debaixo dela, já com os pés em total contacto com o chão e com os braços totalmente estendidos. A quantidade de deslocamento horizontal da barra e o movimento e velocidade do atleta durante a queda da barra são considerados fatores de sucesso no arranço (Korkmaz, S., 2016).

## Receção e Recuperação

Este é o momento final do movimento, em que a barra já estará estabilizada na posição acima da cabeça (Gourgoulis, V., 2002). O *Snatch* termina quando o atleta sai da posição de agachamento e atinge a extensão total do corpo, demonstrando estabilidade.

A literatura afirma que o desempenho dos movimentos de halterofilismo depende dos deslocamentos ideais da anca e do tronco (Kipp, K., 2012) e os fatores de sucesso do Arranco, seguindo conclusões de estudos já realizados são os seguintes: o deslocamento vertical e o deslocamento horizontal da barra e por fim, a transição para a posição de receção da barra em agachamento (Nagao, H., 2020).

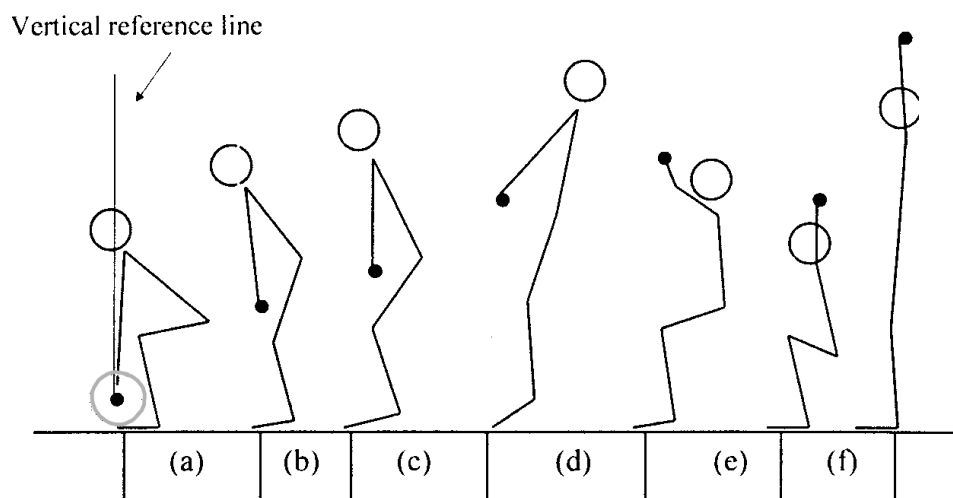


Figura 1 - As 6 fases do Snatch: (a) posição inicial; (b) 1ª puxada; (c) transição entre a 1ª e a 2ª puxada; (d) 2ª puxada; (e) transição entre a 2ª puxada e a receção; (f) receção e recuperação (Gourgoulis, V., 2000)

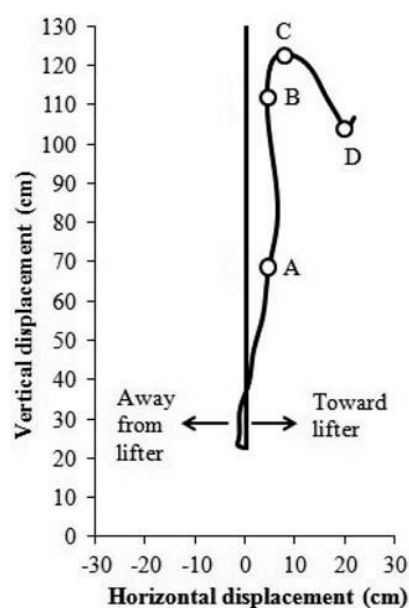


Figura 2 - Trajetória característica da barra no Snatch: (A) Deslocamento horizontal da barra em direção ao atleta durante a primeira puxada (B) Deslocamento horizontal da barra para longe do atleta durante a segunda puxada (C) Altura máxima da barra (D) Deslocamento da barra e deslocamento horizontal da barra em direção ao atleta (Korkmaz, S., 2016)

## Métodos

### Desenho do estudo

Como parte do programa de treino habitual cada participante compareceu a três sessões de estudo com um mínimo de 72 horas de intervalo entre os momentos da recolha. Na primeira sessão foi avaliada a 1RM de Arranco de acordo com as orientações metodológicas sugeridas por Avery Faigenbaum (Faigenbaum, A. D., 2012). Durante a segunda e a terceira sessão, os participantes realizaram 3 séries de 1 repetição de Arranco a 90% de 1RM enquanto a cinemática da barra foi registada através da aplicação *My Lift* (Balsalobre-Fernández, C., 2020) com gravação a partir da câmara de um *Iphone Xs*. 2 protocolos com diferentes tempos de repouso entre séries (2 min vs 6 min) na realização do Arranco foram testados em 2 dias diferentes, ou seja, todos os sujeitos foram submetidos ao mesmo protocolo em cada dia.

### Amostra

Oito indivíduos do sexo masculino (idade:  $31 \pm 4,8$  anos, peso corporal:  $77,6 \pm 5,3$  kg, altura:  $174,6 \pm 5,7$  cm, IMC:  $24,46 \pm 1,14$  kg/m<sup>2</sup> e 1RM de Arranco:  $90,7 \pm 11,1$  kg [média  $\pm$  DP]) ofereceram-se para participar neste estudo (Tabela 1). Todos os indivíduos eram fisicamente ativos e com uma prática mínima de 2 anos em *Crossfit*® e Halterofilismo. Os atletas que participaram neste estudo foram considerados atletas recreacionais, isto porque, nunca progrediram para além da 1ª fase dos *Crossfit*® Games (*The Open*), mas durante pelo menos 2 anos treinaram 3 a 5 dias por semana (Mangine, G. T., 2020). Os indivíduos foram instruídos a evitar qualquer tipo de exercício 24 horas antes de cada sessão.

A participação neste estudo foi voluntária e não acarretou custos. Foi referido aos participantes que podiam desistir a qualquer momento e/ou opor-se ao tratamento dos dados pessoais. Foi também garantido o direito do participante em apresentar uma reclamação junto da Comissão Nacional de Proteção de Dados. Todas as avaliações foram realizadas em ambiente de privacidade. Foi garantida a confidencialidade e anonimato dos dados recolhidos que foram usados exclusivamente para o presente estudo. Também foi mencionado que os dados iam ser armazenados num computador da instituição ISMAI e conservados durante um período máximo de 5 anos. Foi explicado aos sujeitos do direito de serem informados acerca dos resultados da investigação (ver anexo).

	Idade (anos)	Altura (cm)	Peso (kg)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	1RM Arranco (kg)
<b>Média</b>	31,8	175	77,9	24,46	90,7
<b>Desvio Padrão</b>	4,95	5,71	4,94	1,14	11,1

Tabela 1 – Caracterização dos sujeitos

## Procedimentos

Nas sessões de recolha dos dados, os sujeitos fizeram um breve aquecimento baseado em exercícios com o peso corporal (3 minutos de remo, 2 rondas de 5 flexões, 10 afundos alternados e 15 agachamentos). Após este breve aquecimento, os sujeitos realizaram um aquecimento padronizado de Arranco para o incremento de carga até aos 90% da 1RM, a carga escolhida para as séries de levantamento nas duas sessões de teste. Após o aquecimento padrão e depois dos sujeitos chegarem à percentagem de carga definida repousaram cerca de 3 minutos, e 1 minuto antes da realização da 1ª série fizeram *DJ* a 40 cm do chão + *CMJ*. Foram realizadas 2 tentativas de cada salto com registo da melhor. No final da 3ª série, 1 minuto após a sua conclusão, os sujeitos repetiram as 2 tentativas de cada salto (i.e. *DJ40cm* e *CMJ*), com o registo da melhor. Em suma foram feitos dois saltos antes da 1ª série e 2 saltos após a realização da última série, com o intuito de analisar a diferença da fadiga neuromuscular do atleta após a realização das séries com 2 e 6 minutos de descanso entre elas. O *CMJ* e o *DJ* foram as medidas de impulsão vertical e fadiga neuromuscular aguda usadas para avaliação (Gathercole, R., 2015; Pedley, J. S., 2017). Foram utilizadas duas variáveis nestas duas medidas que foram a altura (cm) e a potência do salto (W).

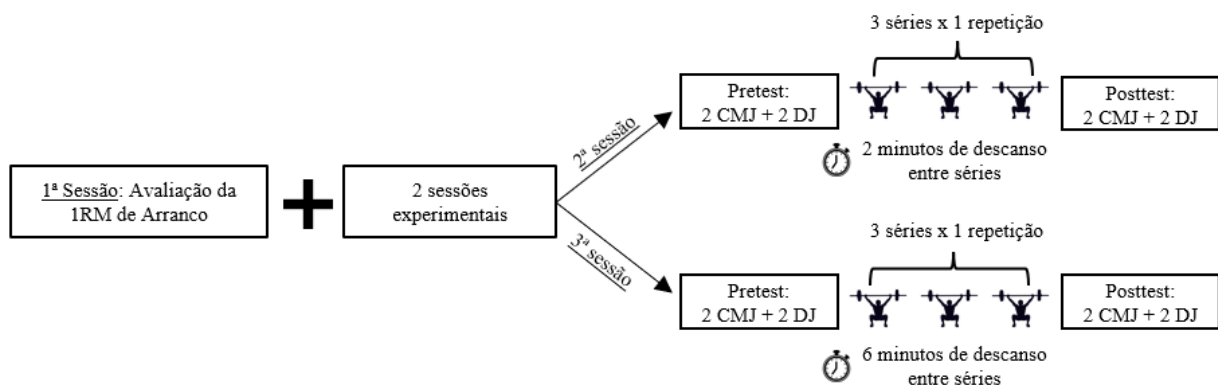


Figura 3 – Representação esquemática do projeto experimental

Em ambas as sessões, a 1ª e a 3ª série dos levantamentos foram gravadas com a aplicação *My Lift* (versão 10.0.2) pelo *iPhone Xs* (iOS 14.0.1). O telemóvel estava inserido num tripé a uma altura de aproximadamente 1,20 metros do chão com a barra centrada horizontalmente na tela

do telemóvel. O tripé foi posicionado a 4 metros do centro longitudinal da barra (Balsalobre-Fernández, C, 2020). A observação das fases dos levantamentos olímpicos com base na tecnologia de vídeo permite a recolha de informação importante, que auxilia o treinador na tomada de decisão relativamente ao ajuste de algumas posições corporais, da trajetória da barra e em relação à velocidade de execução do movimento (Mil-Homens, P., 2015).

Os saltos verticais (*CMJ* e *DJ40cm*) foram realizados num tapete de salto (*Chronojump Boscosystem*) validado para medir a performance de saltos verticais de atletas (Pueo, B., 2018; Pueo, B., 2020) e para analisar quantitativamente a fadiga dos sujeitos após a realização das séries (Gathercole, R., 2015; Pedley, J. S., 2017). Os sujeitos receberam instruções prévias de modo a executarem corretamente os saltos verticais. Em ambos os testes não foi permitido balancear os braços, tendo sido dado o feedback aos sujeitos para colocarem as suas mãos na anca. Na realização do *CMJ*, os sujeitos foram instruídos para começar numa posição vertical, agacharem-se rapidamente e, em seguida, saltarem o mais alto possível mantendo as pernas totalmente estendidas em toda a fase de voo. Durante a realização do *CMJ*, o deslocamento angular do joelho foi padronizado para que os sujeitos fossem obrigados a dobrar os joelhos aproximadamente a 90 graus.

Na realização do *DJ*, os participantes receberam a informação que não podiam saltar da caixa para o chão, simplesmente podiam “cair” da caixa para o tapete de salto, e a partir do momento em que os dois pés tocavam no solo deveriam saltar o mais rápido e mais alto possível. Neste teste, foi usada uma altura de 40 cm para a queda antes da aterragem no tapete, visto que, num artigo publicado por Arabatzi em 2012, o grupo de treino de Halterofilismo aumentou significativamente a altura do *Drop Jump* a partir de 40 cm do chão, por isso, esta foi a altura escolhida para o salto (Arabatzi, F., 2012).

### **Análise Estatística**

A estatística descritiva para as variáveis de desempenho está apresentada em tabela (média  $\pm$  desvio padrão) e gráficos boxplot, em função do grupo de intervenção: 2min group, 6min group. Após a realização de testes de normalidade aos dados, foi aplicada uma análise de covariância (ANCOVA) utilizando o efeito do grupo como fator de comparação (2min group e 6min group), o pós-teste este como variável dependente e o pré-teste como co variável. O valor de significância utilizado foi  $p < 0.05$  e os cálculos realizados no software Jamovi Project (Computer Software Version 1.2, 2020).

## Resultados

Confrontando os resultados da sessão com 2 minutos entre séries vs a sessão de 6 minutos de repouso, é válido afirmar que, não existem diferenças significativas nas variáveis analisadas acerca do desempenho neuromuscular. No entanto há tendências importantes e relevantes a respeito da cinética e da cinemática da barra, que requerem mais detalhe na interpretação e que podem encaminhar para implicações práticas importantes.

A tabela 2 apresenta os valores descritivos dos efeitos dos períodos de descanso nos descolamentos e velocidade verticais da barra e também na altura e potência nos saltos verticais (*CMJ* e *DJ40cm*). Os efeitos na altura, na potência do salto vertical e trajetória da barra foram muito semelhantes nos 2 e 6 minutos de descanso entre séries, não havendo grandes diferenças estatísticas nos resultados. Em relação ao pico da velocidade vertical da barra e ao altura vertical que a barra atingiu concluímos que nas séries de descanso curto (2min) e nas séries com descanso longo (6min), houve uma redução na velocidade e na altura que a barra atingiu. A trajetória horizontal da barra foi das poucas variáveis do estudo, com diferenças nos resultados obtidos em ambas as sessões, havendo grande variabilidade inter individual nos resultados.

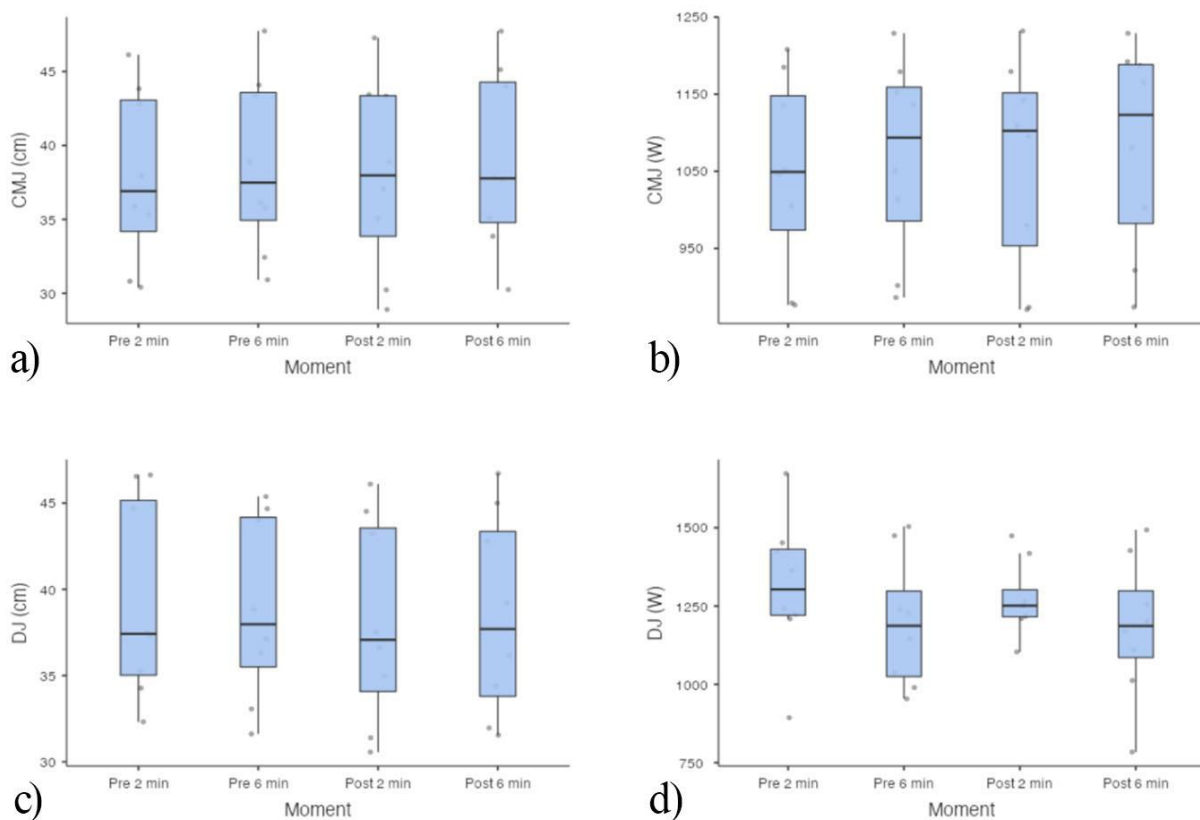
Variables	2min group		6min group		Group factor		
	Pre	Post	Pre	Post	F	p	$\eta^2p$
CMJ, cm	37.9±5.9	38.0±6.5	38.7±6.0	39,0±6.1	0.031	.863	.002
DJ, cm	39.3±5.8	38.1±5.9	38.9±5.3	38.5±5.9	0.879	.366	.063
CMJ (W)	1048.5±126.4	1060.4±137	1068.6±127.6	1081.6±134.9	0.001	.997	.001
DJ (W)	1310.4±227.8	1273.7±118.6	1196.6±208.5	1182±225.3	0.210	.654	.016
DJ RSI	0.83±0.12	0.8±0.1	0.75±0.14	0.74±0.16	0.010	.923	.001
Peak_Vertical_Displacement	1.11±0.07	1.1±0.06	1.12±0.06	1.10±0.08	0.083	.777	.006
Peak_Horizontal_Displacement	- 0.05±0.04	- 0.07±0.04	- 0.05±0.04	- 0.07±0.06	0.007	.936	.001
Peak_Vertical_Velocity	2.60±0.35	2.44±0.23	2.88±0.56	2.63±0.73	0.004	.950	.001

Tabela 2 - Analysis of covariance (ANCOVA) results considering the group factor.

Os resultados presentes na tabela 2 e na figura 4c acerca da altura do DJ pré (pré 2 min: 39,3 cm; pré 6 min: 38,9 cm) e pós (pós 2 min: 38,1 cm; pós 6 min: 38,5 cm) as séries realizadas, mostra que em ambos os tempos de descanso (curto e longo) houve um pequeno decréscimo nos resultados mas essa redução na altura do salto não é estatisticamente significativa. Os dois diagramas “*box plot*” acerca do *CMJ* e *DJ* (Figura 4a, Figura 4b), mostram que para além de não haver grandes diferenças nos resultados na altura dos saltos verticais, também faz-nos

perceber que não houve grande variabilidade de resultados (observado no tamanho das barras verticais) antes e após realizar as séries de arranque tanto na sessão de descanso mais curto como na sessão em que os sujeitos descansaram 6 minutos entre séries.

Em relação à potência do *CMJ* em ambas as sessões de teste verificamos que tanto na primeira (pré: 1048,5 W; pós: 1060,4 W) como na segunda sessão (pré: 1068,6 W; pós: 1081,6 W) de teste houve um aumento na potência do salto, mesmo que tenha sido um aumento diminuto. Relativamente aos resultados da potência do *DJ* é possível afirmar através dos resultados apresentados na tabela 2 que houve um decréscimo da primeira sessão (pré: 1310,4 W; pós: 1273,7 W) em que o descanso foi de apenas 2 minutos em relação com a segunda sessão (pré: 1196,6 W; pós: 1182 W), onde o descanso foi de 6 minutos entre séries. Observando os resultados através da figura 4d conseguimos garantir que na sessão de descanso longo (2ª sessão) existiu uma maior variabilidade na potência dos saltos após os atletas realizarem as três séries de Arranco. A figura 5d mostra o *RSI* dos atletas na execução do *DJ* comparando a variabilidade dos resultados da potência com a variabilidade de resultados do *DJ RSI* na segunda sessão de treino, pois, a média dos valores não sofre grandes alterações mas volubilidade de resultados é maior na terceira série em relação aos resultados antes da realização da primeira série.



*Figura 4 – (a) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos na altura do CMJ (cm) (b) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos na potência do CMJ (W) (c) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos na altura do DJ (cm) (d) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos na potência do DJ (W)*

Através da figura 5a conclui-se que, o pico da trajetória vertical da barra após realizarem as séries de arranque apresentam maior variabilidade do que antes da realização das mesmas, especialmente quando os sujeitos descansavam 6 minutos entre cada série, ou seja, existem mais resultados diferenciados, mas a média relativamente aos resultados antes de realizarem as séries é muito semelhante.

Na posição vertical máxima, a altura média da barra na sessão de descanso mais curto foi de 63,57% da altura dos sujeitos na primeira série e 62,89% na última série. Já na sessão de teste nas séries de descanso mais longo, a altura média da barra foi 64,09% e 62,77% na primeira e última série respetivamente. Para o pico da posição vertical máxima que a barra atingiu, é plausível afirmar que, em ambas as sessões aconteceu um decréscimo da altura média, mas essa diferença não é estatisticamente significativa.

A literatura estabelece que o movimento horizontal da barra em direção ao atleta é considerado um deslocamento horizontal positivo e o movimento da barra afastado do sujeito representa um deslocamento horizontal negativo (Korkmaz, S., 2016). Através desta afirmação mencionada previamente, é possível reconhecer através dos valores médios da tabela 2 que, tanto no descanso curto como no descanso longo existiu um aumento da distância da barra em relação ao atleta, apesar de não ser estatisticamente significativo. Os resultados não são muito díspares entre a 1ª série (pré 2 min: -0,046; pré 6 min: -0,051) e a 3ª série (pós 2 min: 0,068; pós 6 min: -0,069) em ambas as sessões, mas, através da figura 5b é correto afirmar que, os valores da trajetória horizontal da barra na última série da 2ª sessão de treino (6 min) tiveram mais variabilidade inter individual, acabando por existir mais valores negativos.

Quanto mais rápido for o movimento, ou seja, quanto mais rápida for a trajetória da barra durante todo o movimento, mais eficiente será o levantamento. Pode verificar-se através da tabela 2 e da figura 5c que na sessão em que os atletas descansaram 2 minutos entre cada série a média da velocidade vertical da barra de todos os sujeitos na 1ª série foi 2,60 m/s e na 3ª série foi 2,44 m/s, ou seja, houve um decréscimo de 6,15% da velocidade vertical da barra da 1ª série em relação com a 3ª série. Na sessão de descanso mais longo (6 min), a média da velocidade vertical da barra de todos os sujeitos foi de 2,88 m/s na 1ª série e 2,63 m/s na última série, neste caso, os resultados mostram um decréscimo de 8,68% na média da velocidade vertical da barra,

o que significa, que foi ligeiramente superior à 1ª sessão de estudo mas sem grandes diferenças significativas.

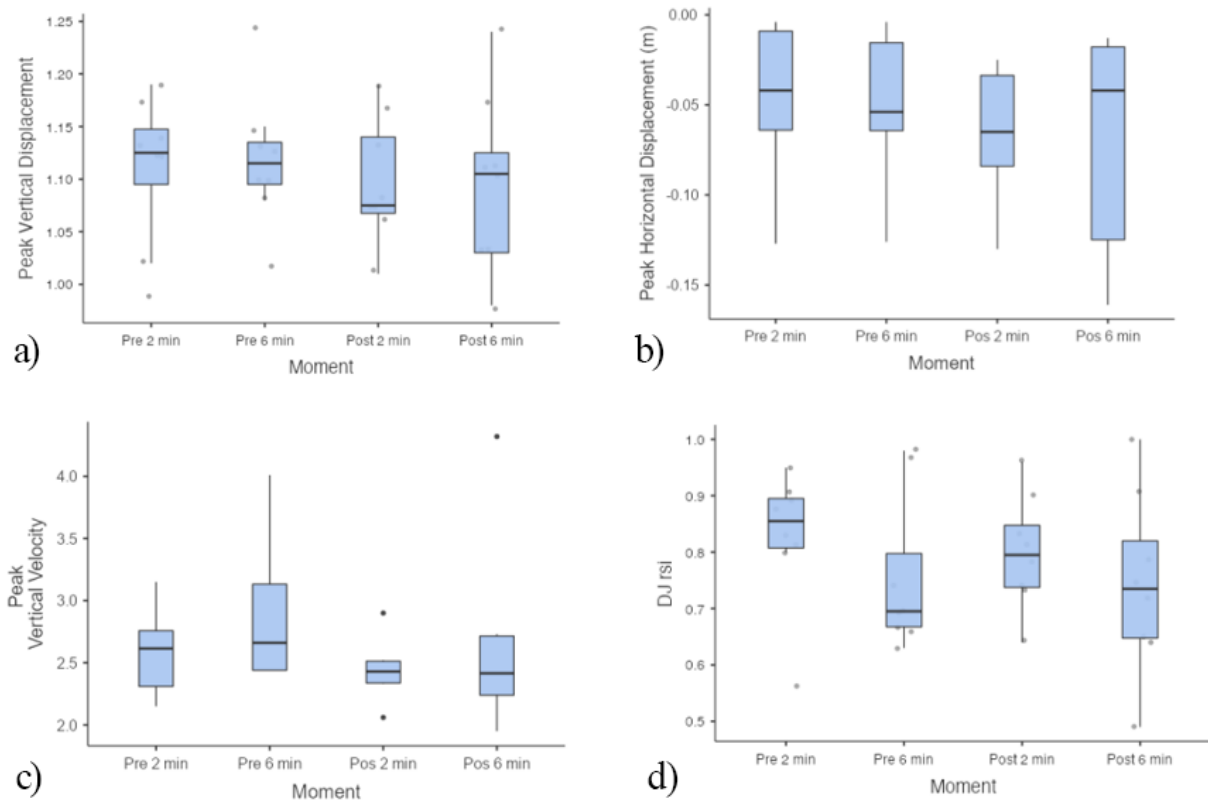


Figura 5 – (a) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos no deslocamento vertical da barra durante o arranço (m) (b) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos no deslocamento horizontal da barra durante o arranço (m) (c) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos na velocidade máxima vertical da barra durante o arranço (m/s) (d) efeitos dos períodos de descanso de 2 e 6 minutos no índice de força reativa do Drop Jump

## Discussão de resultados

O objetivo da presente investigação foi comparar os efeitos de diferentes tempos de descanso (2min vs 6 min) entre séries na realização do exercício de arranço na impulsão vertical, cinética e cinemática da barra.

Não foram encontradas diferenças significativas na trajetória (vertical e horizontal), velocidade da barra e impulsão vertical (Tabela 2). No entanto, foi observado um ligeiro aumento do deslocamento horizontal da barra nas séries com descanso de 6 minutos. Um dos aspetos de maior relevo foi a existência de uma grande variabilidade inter individual nos resultados, o que mostra que nem todos os atletas têm a mesma resposta ao mesmo estímulo de treino. Isto significa que apesar da tendência, os treinadores devem considerar sempre as respostas individuais dos seus atletas.

Os valores obtidos no *CMJ* pré e pós a realização das séries demonstra que repousar 2 ou 6 minutos entre séries quando se efetua uma repetição a 90% da 1RM de Arranco não irá ter uma diferença significativa na capacidade de impulsão vertical. Apesar de ter ocorrido um ligeiro aumento na sessão com o descanso longo (6 min) na altura e potência do *CMJ*, não foi estatisticamente significativo. O *RSI* foi uma das variáveis usadas através do *DJ*, para a avaliação da fadiga neuromuscular entre séries (Pedley, J. S., 2017). Vários estudos afirmaram que o desempenho do *DJ* é mais suscetível à fadiga após realização de uma maratona (Nicol, C., 1991) e/ou após um jogo de futebol (Oliver, J., 2008). Em ambos os casos, confirmou-se que houve um decréscimo na função do ciclo de alongamento e encurtamento (*CAE*) e por consequência, os valores da altura do salto diminuíram (Pedley, J. S., 2017). Durante a realização de um Snatch bem sucedido existe a evidência de que o *CAE* é preponderante no desenvolvimento de força necessária para a execução do movimento (Garhammer, J., 1992). O decréscimo dos valores do *DJ* após a realização das 3 séries nas duas sessões de teste, aliado a alguma literatura científica (Ugrinowitsch, C., 1998) mostra que, em termos de respostas agudas, o treino de força com cargas elevadas ( $\geq 90\%$  1RM), fará com que o sistema neuromuscular fique com um elevado grau de fadiga e a velocidade de execução diminua, alterando o padrão coordenativo do movimento e diminuindo a eficiência na utilização do *CAE*. Já em relação às adaptações crônicas, a execução de um programa de treino com movimentos olímpicos trará melhorias na impulsão vertical e no *CAE* dos atletas (Arabatzis, F., 2012).

Os resultados apresentados em conclusões de alguns estudos anteriormente realizados mostram que, obter o deslocamento ideal da barra trará mais eficiência à técnica do Arranco (Kipp, K., 2012; Nagao, H., 2020; Korkmaz, S., 2016). É durante a 2ª puxada, que a barra deve atingir a sua altura máxima, o que permite aos atletas ter tempo e espaço para se colocarem por baixo dela e com isso, terem mais estabilidade na posição de receção da barra (Hadi, G., 2012). Os resultados acerca da altura média que a barra atingiu na sessão de descanso curto (2min) foi de 63,57% da altura dos sujeitos na primeira série e 62,89% na última série, enquanto, na sessão de teste de descanso longo entre séries (6min), a altura média da barra foi 64,09% e 62,77% na primeira e última série, respetivamente. Estes valores estão ligeiramente abaixo da percentagem “ideal” (70%) da altura do sujeito (Ho, L. K., 2014; Campos, J., 2006) que, aumenta as chances de os sujeitos terem êxito no levantamento. No entanto, através de estudos já realizados, foi concluído que a altura máxima que a barra atinge não pode ser considerada um fator para o sucesso do *Snatch* (Nagao, H., 2019). Durante esta mesma fase do movimento (2ª puxada), é também onde o deslocamento horizontal da barra pode ser negativo caso esta se afaste do corpo

do sujeito, ou positivo caso a barra fique mais próxima do atleta (Korkmaz, S., 2016). Manter a trajetória da barra o mais próximo possível de uma linha de referência vertical traçada a partir da posição inicial da barra é, conseqüentemente, uma característica chave no desempenho de um arranco bem-sucedido (Ho, L. K., 2014). A trajetória horizontal da barra foi das poucas variáveis do estudo, com diferenças consideráveis nos resultados obtidos em ambas as sessões. A diferença nos resultados, não parece estar relacionada com performance neuromuscular dos sujeitos mas, sim na técnica do movimento. Quando existe um acréscimo na trajetória horizontal da barra é porque a distância da barra aumentou em relação ao atleta, isso está evidenciado na literatura como ineficiência do movimento em termos cinéticos e cinemáticos (Ammar, A., 2019; Ammar, A., 2020).

Quando o atleta começa a realizar os movimentos de levantamento de peso e os derivados associados, ele deve ser instruído a realizá-los com a velocidade máxima (Morris, S. J., 2020). A barra deve manter uma velocidade constante durante todo movimento e no fim da 2ª puxada quando a barra tem um contacto suave na anca, deverá acontecer uma aceleração da barra devido à tripla extensão (tornozelos, joelhos e anca) do atleta. A velocidade que a barra atinge irá determinar o tempo que, o atleta tem para se colocar debaixo dela, de modo, a receber a barra com os braços totalmente estendidos (Hadi, G., 2012). Após a consulta de literatura (Hadi, G., 2012) acerca da velocidade e aceleração vertical da barra durante os movimentos olímpicos, a compreensão dos resultados obtidos desta variável tornam-se mais claros. Verifica-se que após a realização das séries no descanso de 6 minutos, a velocidade diminuiu em relação ao descanso de 2 minutos entre séries. O decréscimo na velocidade, poderá ser resultado da fadiga. Como consequência, a barra, poderá ter um deslocamento vertical menos otimizado, exigindo que o atleta seja mais rápido na transição entre a 2ª puxada e a receção. Ou seja, o levantamento poderá não ser tão eficiente, tendo o atleta mais dificuldade em assumir uma posição correta na receção da barra.

Embora o presente estudo não tenha incluído a avaliação de variáveis de percepção subjetiva do esforço, fadiga, desconforto ou stress, é importante salientar que, os participantes afirmaram que, após as séries com descanso longo (6 minutos), sentiram uma diminuição indesejada da temperatura corporal. Por conseguinte, afirmaram sentir uma diminuição na manutenção da força, na amplitude de movimento e na velocidade e deslocamento vertical (ideal) da barra, durante o exercício. Após o feedback dos participantes, ainda que não registado formalmente no presente estudo, é possível corroborar uma das conclusões do investigador De Salles et. al (2016), que afirma: “Quando o objetivo for testar a força máxima, intervalos de descanso de 1

minuto podem ser suficientes entre as tentativas, no entanto, do ponto de vista psicológico e fisiológico, a inclusão de intervalos de descanso mais longos pode ser mais seguro e confiável.” Caso os atletas tenham tempo limitado de treino, a literatura afirma que, o uso de intervalos de recuperação mais curtos será mais eficiente, visto que pode permitir mais aderência ao treino de força, por indivíduos com tempo limitado (Grgic, J., 2017), ou seja, a relação custo-benefício, poderá ser tida em consideração, se o tempo de treino for um fator essencial (Schoenfeld, B. J., 2016).

As inovações tecnológicas e a aplicação do conhecimento científico trarão uma melhoria no desenvolvimento do Halterofilismo, tanto a nível de desporto como a nível de programação de treino de força e condição física com objetivo de melhorar a performance numa variedade de desportos individuais ou coletivos. Concluindo, através dos resultados obtidos nas sessões de teste realizadas, fica perceptível que, descansar 2 ou 6 minutos entre séries, não tem uma influência elevada na performance neuromuscular mas parece influenciar a técnica de execução do Arranco, mais concretamente a deslocação horizontal e a velocidade vertical da barra. Será importante monitorizar o treino, de modo, a potenciar os levantamentos olímpicos dos atletas a nível de força, potência e técnica. Muitas das vezes, os atletas seguem planos de treino que não estão enquadrados com alguns dos princípios do treino de força como, o princípio da especificidade e da individualidade, por isso, correm o risco de não obterem resultados esperados e na pior das hipóteses, contrair algum tipo de lesão.

### **Limitações e sugestões para futuras intervenções**

Esta recolha foi realizada numa *box* de *Crossfit*, onde teríamos todas as condições desde espaço a equipamento necessário para realizar a recolha de dados. As condições foram favoráveis apesar das recolhas não terem sido todas feitas no mesmo dia, visto que nem todos os sujeitos tinham o mesmo horário de trabalho. A situação pandémica em que nos encontramos fez com que tivesse perdido alguns sujeitos para a recolha porque acabaram por ficar infetados com *covid-19* e conseqüentemente tiveram que ficar isolados em casa.

Seria interessante estudar quais seriam os efeitos, se fosse feito algum tipo de reaquecimento entre as séries com o tempo do descanso mais longo (6 minutos). Uma rotina possível, seria utilizar uma recuperação ativa durante os 6 minutos de descanso, usando uma percentagem mais baixa do que a usada nas séries de treino.

## Referências (Bibliografia)

- Ahtiainen, J. P., & Häkkinen, K. (2009). Strength athletes are capable to produce greater muscle activation and neural fatigue during high-intensity resistance exercise than nonathletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1129-1134.
- Ammar, A., Riemann, B. L., Trabelsi, K., Blaumann, M., Abdelkarim, O., Chtourou, H., ... & Hökelmann, A. (2019). Comparison of 2-and 3-minute inter-repetition rest periods on maximal jerk technique and power maintenance. *Research quarterly for exercise and sport*, 90(3), 287-296.
- Ammar, A., Riemann, B. L., Abdelkarim, O., Driss, T., & Hökelmann, A. (2020). Effect of 2- vs. 3-minute interrepetition rest period on maximal clean technique and performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(9), 2548-2556.
- Arabatzi, F., & Kellis, E. (2012). Olympic weightlifting training causes different knee muscle–coactivation adaptations compared with traditional weight training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2192-2201.
- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., del Campo-Vecino, J., & Alonso-Curiel, D. (2013). The effects of a maximal power training cycle on the strength, maximum power, vertical jump height and acceleration of high-level 400-meter hurdles. *Journal of human kinetics*, 36(1), 119-126.
- Balsalobre-Fernández, C., Geiser, G., Krzyszkowski, J., & Kipp, K. (2020). Validity and reliability of a computer-vision-based smartphone app for measuring barbell trajectory during the snatch. *Journal of Sports Sciences*, 38(6), 710-716.
- Bartonietz, K. E. (1996). Biomechanics of the snatch: Toward a higher training efficiency. *Strength & Conditioning Journal*, 18(3), 24-31.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization training for sports*, 3e. Human kinetics.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization-: theory and methodology of training*. Human kinetics.
- Borges, J. M., Minderico, C., Vilas-Boas, J., Pereira, J. G., Horta, L., Coelho, O., & Lima, T. (2016). Teoria e Metodologia do Treino Desportivo-Modalidades Individuais. *Lisboa: Instituto do Desporto de Portugal (2º Grau, cap 2)*. Retirado: Outubro, 16, 2019.

- Buitrago, M., Jianping, M. (2020). *Chinese weightlifting book – A visual guide to technique*
- Campos, J., Poletaev, P., Cuesta, A., Pablos, C., & Carratalá, V. (2006). Kinematical analysis of the snatch in elite male junior weightlifters of different weight categories. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 843-850.
- Channell, B. T., & Barfield, J. P. (2008). Effect of Olympic and traditional resistance training on vertical jump improvement in high school boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1522-1527.
- De Salles, B. F., Simao, R., Miranda, F., da Silva Novaes, J., Lemos, A., & Willardson, J. M. (2009). Rest interval between sets in strength training. *Sports medicine*, 39(9), 765-777.
- de Souza Jr, T. P., Fleck, S. J., Simão, R., Dubas, J. P., Pereira, B., de Brito Pacheco, E. M., ... & de Oliveira, P. R. (2010). Comparison between constant and decreasing rest intervals: influence on maximal strength and hypertrophy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1843-1850.
- DeWeese, B. H., Serrano, A. J., Scruggs, S. K., & Sams, M. L. (2012). The clean pull and snatch pull: proper technique for weightlifting movement derivatives. *Strength & Conditioning Journal*, 34(6), 82-86.
- Eagles, A. N., Sayers, M. G. L., Bousson, M., & Lovell, D. I. (2015). Current methodologies and implications of phase identification of the vertical jump: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(9), 1311-1323.
- Ebada, K. A. R. (2011). The effect of a training program on the development of the maximal strength for weightlifting beginner's performance. *methods*, 14, 42.
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Herman, R., Naclerio, F., Ratamess, N. A., Kang, J., & Myer, G. D. (2012). Reliability of the one repetition-maximum power clean test in adolescent athletes. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*, 26(2), 432.
- Favre, M. W. (2006). The first pull. *Weightlifting USA*, 25(1), 51-53.
- Fink, J. E., Schoenfeld, B. J., Kikuchi, N., & Nakazato, K. (2017). Acute and long-term responses to different rest intervals in low-load resistance training. *International journal of sports medicine*, 38(02), 118-124.

- Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2014). *Designing resistance training programs, 4E*. Human Kinetics.
- Garhammer, J., & Gregor, R. (1992). Propulsion forces as a function of intensity for weightlifting and vertical jumping. *Journal of Applied Sport Science Research, 6*(3), 129-34.
- Garhammer, J. (1993). A review of the power output studies of Olympic and powerlifting: Methodology, performance prediction and evaluation tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 7*, 76–89.
- Gathercole, R., Sporer, B., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. (2015). Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International journal of sports physiology and performance, 10*(1), 84-92.
- Gourgoulis, V., Aggelousis, N., Mavromatis, G., & Garas, A. (2000). Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters. *Journal of sports sciences, 18*(8), 643-652.
- Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Antoniou, P., Christoforidis, C., Mavromatis, G., & Garas, A. (2002). Comparative 3-dimensional kinematic analysis of the snatch technique in elite male and female Greek weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 16*(3), 359-366.
- Grgic, J., Lazinica, B., Mikulic, P., Krieger, J. W., & Schoenfeld, B. J. (2017). The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. *European journal of sport science, 17*(8), 983-993.
- Hackett, D., Davies, T., Soomro, N., & Halaki, M. (2016). Olympic weightlifting training improves vertical jump height in sportspeople: a systematic review with meta-analysis. *British journal of sports medicine, 50*(14), 865-872.
- Hadi, G., Akkus, H., & Harbili, E. (2012). Three-dimensional kinematic analysis of the snatch technique for lifting different barbell weights. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 26*(6), 1568-1576.
- Hedrick, A., & Wada, H. (2008). Weightlifting movements: do the benefits outweigh the risks?. *Strength & Conditioning Journal, 30*(6), 26-35.
- Heggelund, J., Fimland, M. S., Helgerud, J., & Hoff, J. (2013). Maximal strength training improves work economy, rate of force development and maximal strength more than conventional strength training. *European journal of applied physiology, 113*(6), 1565-1573.

- Helland, C., Hole, E., Iversen, E., Olsson, M. C., Seynnes, O. R., Solberg, P. A., & Paulsen, G. (2017). Training strategies to improve muscle power: is Olympic-style weightlifting relevant?. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49, 736-745
- Ho, L. K., Lorenzen, C., Wilson, C. J., Saunders, J. E., & Williams, M. D. (2014). Reviewing current knowledge in snatch performance and technique: the need for future directions in applied research. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 574-586.
- Hoffman, J. R., Cooper, J., Wendell, M., & Kang, J. (2004). Comparison of Olympic vs. traditional power lifting training programs in football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(1), 129-135.
- Hori, N., Newton, R. U., Nosaka, K., & Stone, M. H. (2005). Weightlifting exercises enhance athletic performance that requires high-load speed strength. *Strength and Conditioning Journal*, 24(4), 50.
- Kauhanen, H., Komi, P. V., & Häkkinen, K. (2002). Standardization and validation of the body weight adjustment regression equations in Olympic weightlifting. *Journal of strength and conditioning research*, 16(1), 58-74.
- Kipp, K., Redden, J., Sabick, M. B., & Harris, C. (2012). Weightlifting performance is related to kinematic and kinetic patterns of the hip and knee joints. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7), 1838-1844.
- Kipp, K., & Meinerz, C. (2017). A biomechanical comparison of successful and unsuccessful power clean attempts. *Sports biomechanics*, 16(2), 272-282.
- Klavora, P. (2000). Vertical-jump tests: A critical review. *Strength and Conditioning Journal*, 22(5), 70-75.
- Korkmaz, S., & Harbili, E. (2016). Biomechanical analysis of the snatch technique in junior elite female weightlifters. *Journal of sports sciences*, 34(11), 1088-1093.
- Koziris, P. (2012). Vertical jump performance: Get the impulse to test. *Strength & Conditioning Journal*, 34(5), 99-100.
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. (2002). Resistance training for health and performance. *Current sports medicine reports*, 1(3), 165-171.

- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine & science in sports & exercise*, 36(4), 674-688.
- Kraemer, W. J., & Fleck, S. J. (2009). *Otimizando o treinamento de força: programas de periodização não linear*. Manole.
- Krieger, J. W. (2009). Single versus multiple sets of resistance exercise: a meta-regression. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1890-1901.
- Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Wang, R., Gonzalez, A. M., Townsend, J. R., Wells, A. J., ... & Stout, J. R. (2016). Resistance training intensity and volume affect changes in rate of force development in resistance-trained men. *European journal of applied physiology*, 116(11), 2367-2374.
- Mangine, G. T., Stratton, M. T., Almeda, C. G., Roberts, M. D., Esmat, T. A., VanDusseldorp, T. A., & Feito, Y. (2020). Physiological differences between advanced CrossFit athletes, recreational CrossFit participants, and physically-active adults. *PLoS One*, 15(4), e0223548.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
- McQuilliam, S. J., Clark, D. R., Erskine, R. M., & Brownlee, T. E. (2020). Free-weight resistance training in youth athletes: A narrative review. *Sports Medicine*, 50(9), 1567-1580.
- Mil-Homens, P., Correia, P., & Mendonça, G. (2015). Treino de Força: Princípios Biológicos e Métodos de Treino (Volume 1). *Cruz Quebrada: Edições FMH*.
- Morris, S. J., Oliver, J. L., Pedley, J. S., Haff, G. G., & Lloyd, R. S. (2020). Taking a long-term approach to the development of weightlifting ability in young athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 42(6), 71-90.
- Nagao, H., Kubo, Y., Tsuno, T., Kurosaka, S., & Muto, M. (2019). A Biomechanical comparison of successful and unsuccessful snatch attempts among elite male weightlifters. *Sports*, 7(6), 151.
- Nagao, H., Huang, Z., & Kubo, Y. (2020). Biomechanical comparison of successful snatch and unsuccessful frontward barbell drop in world-class male weightlifters. *Sports Biomechanics*, 1-16.

- Nicol, C., Komi, P. V., & Marconnet, P. (1991). Fatigue effects of marathon running on neuromuscular performance: I. Changes in muscle force and stiffness characteristics. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 1(1), 10-17.
- Okada, J., Iijima, K., Fukunaga, T., Kikuchi, T., & Kato, K. (2009). Kinematic analysis of the snatch technique used by Japanese and international female weightlifters at the 2006 junior world championship. *International Journal of Sport and Health Science*, 0903260014-0903260014.
- Oliver, J., Armstrong, N., & Williams, C. (2008). Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise. *Journal of sports sciences*, 26(2), 141-148.
- Pedley, J. S., Lloyd, R. S., Read, P., Moore, I. S., & Oliver, J. L. (2017). Drop jump: A technical model for scientific application. *Strength & conditioning journal*, 39(5), 36-44.
- Peterson, M. D., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2004). Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 377-382.
- Pierce, K. (1999). Clean & Jerk. *Strength & Conditioning Journal*, 21(3), 46.
- Pueo, B., Jimeney-Olmedo, J. M., Lipińska, P., Buško, K., & Penichet-Tomas, A. (2018). Concurrent validity and reliability of proprietary and open-source jump mat systems for the assessment of vertical jumps in sport sciences. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 20(3).
- Pueo, B., Penichet-Tomas, A., & Jimenez-Olmedo, J. M. (2020). Reliability and validity of the Chronojump open-source jump mat system. *Biology of Sport*, 37(3), 255.
- Rama, L. (2016). Teoria e Metodologia do Treino – Modalidades Individuais. *Manual de Curso de Treinadores de Desporto*, 1.
- Ratamess, N. A., Chiarello, C. M., Sacco, A. J., Hoffman, J. R., Faigenbaum, A. D., Ross, R. E., & Kang, J. (2012). The effects of rest interval length on acute bench press performance: The influence of gender and muscle strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7), 1817-1826.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Burkett, L. N. (2002). Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. *Research quarterly for exercise and sport*, 73(4), 485-488.

- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N., & Ball, S. D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(3), 456-464.
- Robbins, D. W., Young, W. B., Behm, D. G., Payne, W. R., & Klimstra, M. D. (2010). Physical performance and electromyographic responses to an acute bout of paired set strength training versus traditional strength training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1237-1245.
- Schoenfeld, B. J., Pope, Z. K., Benik, F. M., Hester, G. M., Sellers, J., Nooner, J. L., ... & Krieger, J. W. (2016). Longer interset rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. *Journal of strength and conditioning research*, 30(7), 1805-1812.
- Senna, G. W., Willardson, J. M., Scudese, E., Simão, R., Queiroz, C., Avelar, R., & Dantas, E. H. M. (2016). Effect of different interset rest intervals on performance of single and multijoint exercises with near-maximal loads. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(3), 710-716.
- Simao, R., De Salles, B. F., Figueiredo, T., Dias, I., & Willardson, J. M. (2012). Exercise order in resistance training. *Sports medicine*, 42(3), 251-265.
- Soares, E. G., Lopes, C. R., & Marchetti, P. H. (2017). Efeitos agudos e adaptações neuromusculares decorrente da manipulação de volume e densidade no treinamento de força. *Revista CPAQV—Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida* | Vol, 9(2), 2.
- Spreuwenberg, L. P., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Volek, J. S., Hatfield, D. L., Silvestre, R., ... & Fleck, S. J. (2006). Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(1), 141-144.
- Stone, M. H., Fry, A. C., Ritchie, M., Stoessel-Ross, L., & Marsit, J. L. (1994). Injury potential and safety aspects of weightlifting movements. *Strength & Conditioning Journal*, 16(3), 15-21.
- Stone, M. H., O'Bryant, H. S., McCoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M. A. R. K., & Schilling, B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 140-147.
- Stone, M. H., Sanborn, K. I. M., O'bryant, H. S., Hartman, M., Stone, M. E., Proulx, C., ... & Hruby, J. (2003). Maximum strength-power-performance relationships in collegiate throwers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 739-745.

- Stone, M. H., Sands, W. A., Pierce, K. C., Carlock, J. O. N., Cardinale, M., & Newton, R. U. (2005). Relationship of maximum strength to weightlifting performance. *Medicine & science in sports & exercise*, 37(6), 1037-43.
- Støren, O., Helgerud, J. A. N., Stoa, E. M., & Hoff, J. A. N. (2008). Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(6), 1087.
- Suchomel, T. J., DeWeese, B. H., Beckham, G. K., Serrano, A. J., & French, S. M. (2014). The hang high pull: A progressive exercise into weightlifting derivatives. *Strength & Conditioning Journal*, 36(6), 79-83.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*, 46(10), 1419-1449.
- Suchomel, T. J., Comfort, P., & Lake, J. P. (2017). Enhancing the force-velocity profile of athletes using weightlifting derivatives. *Strength & Conditioning Journal*, 39(1), 10-20.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports medicine*, 48(4), 765-785.
- Sunde, A., Støren, Ø., Bjerkaas, M., Larsen, M. H., Hoff, J., & Helgerud, J. (2010). Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2157-2165.
- Tan, B. (1999). Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 289-304.
- Tenelsen, F., Brueckner, D., Muehlbauer, T., & Hagen, M. (2019). Validity and reliability of an electronic contact mat for drop jump assessment in physically active adults. *Sports*, 7(5), 114.
- Teo, S. Y., Newton, M. J., Newton, R. U., Dempsey, A. R., & Fairchild, T. J. (2016). Comparing the effectiveness of a short-term vertical jump vs. weightlifting program on athletic power development. *Journal of strength and conditioning research*, 30(10), 2741-2748.
- Tibana, R. A., de Farias, D. L., Nascimento, D. C., Da Silva-Rigoletto, M. E., & Prestes, J. (2018). Relação da força muscular com o desempenho no levantamento olímpico em praticantes de CrossFit®. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 11(2), 84-88.

Tricoli, V., Lamas, L., Carnevale, R., & Ugrinowitsch, C. (2005). Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 433-437.

Ugrinowitsch, C., & Barbanti, V. J. (1998). O ciclo de alongamento e encurtamento e a “performance” no salto vertical. *Revista Paulista de Educação Física*, 12(1), 85-94.

Vizcaya, F. J., Viana, O., del Olmo, M. F., & Acero, R. M. (2009). Could the deep squat jump predict weightlifting performance?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 729-734.

Watts, D. (2015). A brief review on the role of maximal strength in change of direction speed. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 23(2), 100-8.

Weldon, A., Duncan, M. J., Turner, A., LaPlaca, D., Sampaio, J., & Christie, C. J. (2020). Practices of Strength and Conditioning Coaches: A Snapshot From Different Sports, Countries, and Expertise Levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*.

Willardson, J. M. (2005). *The effect of rest interval length on bench press performance with heavy versus light loads*. Arizona State University.

Willardson, J. M. (2006). A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 978-984.

Willardson, J. M., & Burkett, L. N. (2008). The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 146-152.

Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training*. Human Kinetics.

## Anexos

### CONSENTIMENTO INFORMADO, LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO EM INVESTIGAÇÃO

*Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.*

**Título do estudo:** Influência da duração dos intervalos inter-set na performance neuromuscular durante e após a execução de movimentos olímpicos

**Descrição resumida do estudo:** A presente investigação tem como objetivo entender a diferença de tempos de descanso mais curtos ou mais longos na manutenção da força e na qualidade técnica dos movimentos olímpicos entre séries. Serão realizadas duas sessões de teste separadamente, sendo que numa sessão de teste, o descanso será de 2 minutos entre séries e na segunda sessão de teste o tempo de descanso será de 6 minutos entre levantamentos.

Nas duas sessões, os sujeitos irão fazer um breve aquecimento de peso corporal (3 minutos de remo e 2 rondas de 5 flexões, 10 afundos alternados e 15 agachamentos) e após este breve aquecimento realizarão um aquecimento padronizado de Arranco para o incremento de carga até aos 90%1RM. Em todas as sessões, serão gravados com a aplicação My Lift (versão 10.0.2) pelo iPhone Xs (iOS 14.0.1), a 1ª e a 3ª série dos levantamentos, para determinar qual a trajetória e velocidade da barra durante todo o movimento. Após os sujeitos chegarem à percentagem de carga pedida (90%1RM), 1 minuto antes da realização da 1ª série vão realizar 2 tentativas de Drop Jump a 40 cm do chão + 2 tentativas de Countermovement-Jump, com registo da melhor. No final da 3ª série, 1 minuto após a sua conclusão, os sujeitos repetirão o mesmo processo, ou seja, realizarão 2 tentativas de cada salto, com o registo da melhor.

**Condições e financiamento:** A participação neste estudo não acarreta custos, é voluntária e pode desistir a qualquer momento.

**Confidencialidade e anonimato:** Todas as avaliações serão realizadas em ambiente de privacidade. Será garantida a confidencialidade e anonimato dos dados recolhidos, que serão usados apenas para o presente estudo.

**Investigador Responsável:** João Soares Moreira

**Profissão:** Estudante

**Local de trabalho:** Instituto Universitário da Maia – ISMAI

**Telefone:** 915854790

**E-mail:** joamoreira221997@gmail.com

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

### **Agradecemos a sua participação!**

*Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela pessoa que acima assina. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e*

*nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo investigador e segundo o regulamento geral de proteção de dados e pela Lei nº59/2019.*

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**ESTE DOCUMENTO É COMPOSTO DE 1 PÁGINA E FEITO EM DUPLICADO UMA VIA PARA O INVESTIGADOR E OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE**