

UNIVERSIDADE SALGADO DE OLIVEIRA

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física – PPGCAF

TAIANDA MACHADO DE AMORIM

**IMPACTOS DO AQUECIMENTO TRADICIONAL E DA
POTENCIALIZAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO NO DESEMPENHO DO
AGACHAMENTO LIVRE: RESPOSTA AO LACTATO SANGUÍNEO,
PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO E TEMPO SOB TENSÃO**

Niterói

2024

TAIANDA MACHADO DE AMORIM

IMPACTOS DO AQUECIMENTO TRADICIONAL E DA
POTENCIALIZAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO NO DESEMPENHO DO
AGACHAMENTO LIVRE: RESPOSTA AO LACTATO SANGUÍNEO,
PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO E TEMPO SOB TENSÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física, da Universidade Salgado de Oliveira, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Atividade Física. Área de Concentração: Aspectos Biodinâmicos e Socioculturais das Atividades Físicas. Linha de Pesquisa: Aspectos fisiológicos e Neuropsicológicos da prescrição do exercício físico na saúde desempenho humanos. Projeto de Pesquisa (do Orientador): Silvio Marques.

Orientador (a): Prof. Dr. Silvio Marques

Niterói
2024

CIP - Catalogação na Publicação

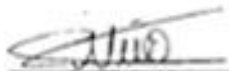
A524 Amorim, Taianda Machado de.
 Impactos do aquecimento tradicional e da potencialização pós ativação no desempenho do agachamento livre: resposta ao lactato sanguíneo, percepção subjetiva de esforço e tempo sob tensão. / Taianda Machado de Amorim. -- Niterói, RJ, 2024.
 xiii, 14-70p. il.; graf., tabs.
 Numeração da publicação: [i] – xiii, 14-70p].
 Referência(s): P. 62-70.
 Orientador: PhD. Silvio Rodrigues Marques.
 Dissertação (Mestrado em Ciências da Atividade Física) – Universidade Salgado de Oliveira, 2024.
 1. Atividade física - Treinamento. 2. Treinamento de força – Mobilidade - Aquecimento. 3. Resistência muscular. I. TÍTULO.
 CDD 613.711

Elaborado pela Biblioteca Universo Niterói, com os dados fornecidos pelo (a) autor (a), sob a responsabilidade de Sirléia Rodrigues de Mattos - CRB-7/5230.

TAIANDA MACHADO DE AMORIM

**“COMPARAÇÃO ENTRE AQUECIMENTO TRADICIONAL PELO
MÉTODO POTENCIALIZAÇÃO PÓS-ATIVAÇÃO NA RESISTÊNCIA
MUSCULAR: IMPACTO NO DESEMPENHO DO AGACHAMENTO LIVRE,
RESPOSTA AO LACTATO SANGUÍNEO, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE
ESFORÇO E TEMPO SOB TENSÃO.”**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências da Atividade Física, aprovada no dia 22 de agosto de 2024 pela banca examinadora, composta pelos professores:


Signer ID: 2E7YOH8513.

Prof. Dr. Silvio Rodrigues Marques Neto

Professor do PPG em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira
(UNIVERSO)



Prof. Dr. Estêvão Rios Monteiro

Professor da Universidade Augusto Motta (UNISUAM)

Documento assinado digitalmente
 THIAGO TEIXEIRA GUIMARÃES
Data: 25/08/2024 10:16:35-0300
Verifique em: <https://validar.br.gov.br>

Prof. Dr. Thiago Teixeira Guimarães

Professor do PPG em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira
(UNIVERSO)

DEDICATÓRIA

.

In memoriam a minha amada Tia Maria da Glória, que foi um ícone na parte acadêmica por mais de 30 anos, onde sua missão era de levar conhecimento a todos de uma maneira gentil e leve. Ela foi a minha grande incentivadora e inspiração.

AGRADECIMENTO

A Deus por suas bênçãos infinitas na minha vida e na vida da minha família.

Aos meus pais, Sergio Romero e a minha mãe Lucimar Machado pela vida, dedicação, exemplo de vida e todo apoio dado durante os meus estudos e sonhos durante a minha vida e durante a dedicação a esse trabalho.

A minha querida família, meu esposo Lucas Assis, pelo seu carinho, cuidado, companheirismo, amizade, por sua compreensão e incentivo em todas as fases do Mestrado. A minha filha Laila Amorim, pelo amor e carinho.

A minha querida irmã, Luanda Amorim, que mesmo de longe me apoia e vibra com cada conquista minha.

Ao meu orientador Silvio Marques pela orientação, pelo incentivo e pela oportunidade de aprendizado, suas contribuições potencializaram o meu trabalho e me fizeram enxergar um universo de conhecimento muito mais amplo.

A Universidade Salgado de Oliveira pela oportunidade como bolsista.

A todos os meus amigos e alunos que me incentivaram durante esse processo de construção.

RESUMO

Introdução: O treinamento de força, essencial para a saúde e desempenho físico, utiliza exercícios como o agachamento livre para desenvolver a força dos membros inferiores. Este estudo investiga os efeitos de diferentes tipos de aquecimento no desempenho do agachamento. **Objetivo:** avaliar os impactos no desempenho do agachamento livre em relação ao aquecimento de média e alta intensidade no que diz respeito a repetições máximas, nível de lactato sanguíneo, percepção subjetiva de esforço (OMNI-RES), avaliação da dor (EVA) e tempo sob tensão. **Métodos:** Participaram 8 homens experientes em CrossFit.® Foram testados dois protocolos de aquecimento: resistência muscular localizada com aquecimento tradicional (T+ RML) e resistência muscular localizada com potencialização pós-ativação (PPA + RML), para o grupo controle foi realizado um grupo com mobilidade + resistência muscular localizada. Após cada aquecimento, os participantes realizaram agachamentos até a falha com 75% de 1RM, e foram medidos lactato, percepção de esforço (OMNI-RES), dor (EVA) e tempo sob tensão. **Resultados:** O grupo controle (CON) aumentou significativamente o número de repetições e o tempo sob tensão em relação aos dois grupos. O protocolo PPA + RML mostrou aumentos significativos no número de repetições, níveis de lactato, dor (EVA) e tempo sob tensão em relação ao grupo T + RML. Não houve diferenças significativas na percepção subjetiva de esforço (OMNI-RES) entre os grupos. **Conclusão:** Diferentes métodos de aquecimento impactam distintamente o desempenho no agachamento livre. A expansão dessa área de estudo oferece uma oportunidade valiosa para aprimorar a prática profissional, fornecendo uma base científica sólida para a implementação de aquecimentos personalizados. Isso não apenas maximizará a eficácia do treinamento de força, mas também contribuirá para a saúde e bem-estar geral dos praticantes, promovendo um desempenho atlético superior e uma melhor qualidade de vida

Palavras-chave: treinamento de força, mobilidade, aquecimento específico, resistência muscular localizada.

ABSTRACT

Introduction: Strength training, essential for health and physical performance, uses exercises such as the free squat to develop lower limb strength. This study investigates the effects of different types of warm-ups on squat performance. **Objective:** to evaluate the impacts on free squat performance in relation to medium and high intensity warm-ups regarding maximum repetitions, blood lactate level, subjective perception of exertion (OMNI-RES), pain assessment (VAS) and time under tension. **Methods:** Eight experienced men in CrossFit® participated. Two warm-up protocols were tested: localized muscular endurance with traditional warm-up (T + RML) and localized muscular endurance with post-activation potentiation (PPA + RML). For the control group, a group with mobility + localized muscular endurance was created. After each warm-up, participants performed squats to failure with 75% of 1RM, and lactate, perception of exertion (OMNI-RES), pain (VAS) and time under tension were measured. **Results:** The control group (CON) significantly increased the number of repetitions and time under tension compared to both groups. The PPA + RML protocol showed significant increases in the number of repetitions, lactate levels, pain (VAS) and time under tension compared to the T + RML group. There were no significant differences in the subjective perception of effort (OMNI RES) between the groups. **Conclusion:** Different warm-up methods have distinct impacts on free squat performance. Expanding this area of study offers a valuable opportunity to enhance professional practice by providing a solid scientific basis for the implementation of personalized warm-ups. This will not only maximize the effectiveness of strength training, but also contribute to the overall health and well-being of practitioners, promoting superior athletic performance and a better quality of life

Keywords: strength training, mobility, specific warm-up, localized muscular endurance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho do estudo.....	39
Figura 2 – Tríplice lateral.....	40
Figura 3 – Tríplice frontal.....	40
Figura 4 – Mobilidade de tornozelo	40
Figura 5 – Agachamento em suspensão de quadril.....	40
Figura 6 – Escala de OMNI-RES.....	45
Figura 7 – Escala Visual Analógica (EVA).....	46

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 – Gráfico de Repetições.....	48
Gráfico 2 – Gráfico de Lactato.....	49
Gráfico 3 – Gráfico de OMNI-RES.....	50
Gráfico 4 – Gráfico de EVA.....	51
Gráfico 5 – Gráfico de tempo sob tensão.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características morfofuncionais dos participantes do estudo.....	39
Tabela 2 – Alterações do número de repetições, lactato sanguíneo, percepção de esforço (OMINI-RES), percepção de dor (EVA) e tempo sob tensão entre as sessões de treinamento de resistência.....	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Treinamento de Força.....	18
1.2 Agachamento	20
1.3 Resistência muscular localizada (RML).....	21
1.4 Aquecimento	23
1.5 Lactato sanguíneo e RML.....	26
1.6 Escala de OMINI-RES e EVA na RML	29
1.7 Relação da velocidade de execução do movimento e RML	31
2 HIPÓTESE	33
3 JUSTIFICATIVA	34
4 OBJETIVO GERAL.....	36
4.1 Objetivos específicos	36
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
2.1 Amostra	37
2.2 Aspectos éticos	38
2.3 Desenho do Estudo	38
2.4 Procedimentos de Treinamento e Aquecimento	40
2.4.1 – Teste de 1 Repetição Máxima (1RM) a Avaliação Cardiorrespiratória.....	40
2.4.2 - Treinamento de Resistência Muscular Localizada e Mobilidade (CON)	41
2.4.3 – Dia 3: Treinamento de Resistência Muscular Localizada com Aquecimento Tradicional (T + RML)	42
2.4.4 – Dia 4: Treinamento de Resistência Muscular Localizada com Aquecimento Baseado no Método Potencialização Pós-ativação (RML + PPA).....	43
2.5 Coleta de Lactato.....	44
2.6 Escala de OMINI-RES.....	44
2.7 Escala Visual Analógica (EVA).....	45
2.8 Velocidade de Execução do Movimento	46
3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	47
4 RESULTADOS	48
5 DISCUSSÃO	54
5.1 Número de Repetições.....	54
5.2 Lactato Sanguíneo	56

5.3 Percepção Subjetiva de Esforço (OMNI-RES)	57
5.4 Avaliação da Dor (EVA)	58
5.5 Tempo Sob Tensão	59
6 CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) também conhecido como treinamento de resistência ou musculação, pode ser caracterizado como uma modalidade de treinamento físico focada no desenvolvimento de adaptações centrais (neurais) e periféricas (músculo esquelético). Envolve a aplicação de cargas progressivas sobre o sistema músculo esquelético e, neste sentido, resultam em adaptações que estão relacionadas ao aumento da força neuromuscular, hipertrofia muscular e melhor a da composição corporal (Fleck e Kraemer, 2017). Além disso, o treinamento de força tem sido associado a benefícios que se estendem ao aumento da densidade mineral óssea, aumento da taxa metabólica e melhor do perfil psicológico (Araújo *et. al.* 2017).

Dentro do TF existe uma grande variedade de exercícios e métodos que podem contribuir para ganhos de força, hipertrofia, potência, aceleração do metabolismo e que auxiliam no desenvolvimento físico (Luiz Junior *et al.* 2014). Sendo assim, o desenvolvimento desse tipo de treinamento ocorre por variados tipos de exercícios, e um dos exercícios mais comuns e completos dentro do treinamento de força é o agachamento.

Segundo Luiz Junior *et al.* (2014), o exercício de agachamento vem crescendo em grande grau de popularidade entre os praticantes recreacionais e atletas de diversas modalidades esportivas. Mais especificamente, em academias de ginástica, o objetivo do agachamento pode ter variadas motivações, como com fim de performance, estético, terapêutico, entretanto sempre visando a hipertrofia muscular, ainda que em diferentes níveis. Dessa forma, se torna necessário a contribuição de variados fatores, como velocidade, amplitude, nível de fadiga, métodos de aquecimento que podem afetar tanto a execução desse exercício como a performance dele, tanto em nível de força, quanto de hipertrofia muscular.

Como alguns detalhes podem fazer grande diferença nos resultados de atletas, o intuito dos treinadores e atletas é utilizar estratégias de treino avançadas para melhorar ainda mais o desempenho físico (ou seja, componentes de aptidão física, desempenho específico do desporto) e, assim, atenuar as lacunas aparentemente pequenas. (Behrens *et. al.* 2020).

Muitas variáveis podem contribuir para um melhor desenvolvimento, tanto no agachamento, quanto na maioria dos exercícios de força, sendo um deles, o aquecimento. Ele pode ser compreendido por todas as medidas que dão base para preparação de atividade física, Apesar de o aquecimento ser considerado essencial na prática dos esportes, pouco se conhece sobre seu efeito no treinamento de força (Gomes *et al.*, 2014).

Sobre o desenvolvimento e desempenho atlético, Babault e Blazevich (2019)

comentam sobre as melhorias agudas de desempenho e como vem sendo analisadas sobre possibilidade de serem alcançadas através de estratégias que induzam uma potenciação pós-ativação (PAP) nos músculos em atividade. Explicam que o termo “PAP” tem sido usado mais recentemente para descrever um aumento voluntário de força ou potência após um aquecimento baseado em exercícios de alta intensidade, sem confirmação por estímulos de contração muscular de que o PAP foi evocado e, portanto, que outros fatores que afetam a função muscular (por exemplo, temperatura muscular, nível de ativação/aprendizagem) não sustentam o aprimoramento.

Na literatura científica, as estratégias de aquecimento para o TF mais utilizadas são: exercícios aeróbicos; alongamento estático (AE) e alongamento dinâmico (AD); aquecimento específico; e exercícios de mobilidade articular (Gomes *et al.*, 2014, Souza *et al.*, 2013). Segundo Gomes (2014) alguns métodos são utilizados para aquecimento no TF e vem sendo estudados de forma que possam garantir uma melhor performance e evitar lesões musculoesqueléticas, ainda assim, existem poucos estudos na literatura que comprovam a eficácia da mobilidade, aquecimento específico e aeróbico como exercícios preparatórios para o TF.

Exercícios aeróbicos e cargas submáxima e máximas também vem sendo utilizadas como estratégias como exercícios preparatórios para o TF. Isso porque o exercício com cargas submáximas ativa o sistema nervoso central criando um ambiente favorável para a realização de atividades explosivas com cargas menores, como é o caso do LPO (levantamento de peso olímpico) (Simão, 2003).

A importância do aquecimento na preparação para o exercício é fundamental para garantir um desempenho ótimo e prevenir lesões durante a atividade física. O aquecimento pode ser considerado uma ponte entre o estado de repouso e o estado de esforço máximo, preparando o corpo de forma gradual e eficiente para as demandas do exercício (Bishop, 2003). O aquecimento promove um aumento gradual da temperatura corporal, o que resulta em uma série de adaptações fisiológicas benéficas. O aumento da temperatura corporal relaxa os músculos, melhora a elasticidade dos tecidos conjuntivos e aumenta a eficiência das reações metabólicas, preparando-os para atividades mais intensas (Smith, 1994). O aquecimento prepara o sistema nervoso central e periférico para a atividade física, aumentando a excitabilidade neuromuscular e a eficiência da condução dos impulsos nervosos. Isso melhora a coordenação neuromuscular, a precisão dos movimentos e a resposta rápida aos estímulos externos, contribuindo para um desempenho mais eficaz durante o exercício. Além dos benefícios fisiológicos, o aquecimento também desempenha um papel

importante na preparação psicológica para o exercício. O aquecimento permite que os indivíduos se concentrem e se concentrem mentalmente na tarefa iminente, reduzindo a ansiedade e aumentando a confiança na capacidade de desempenho. Isso pode melhorar o estado de alerta, a motivação e a disposição para enfrentar o desafio do exercício (Fradkin *et al.* 2010). O aquecimento adequado é essencial para otimizar a resistência muscular localizada (RML) porque prepara o corpo para o esforço físico, impactando positivamente a performance e a prevenção de lesões. Ao aumentar a circulação sanguínea, o aquecimento melhora a entrega de oxigênio e nutrientes aos músculos, fundamentais para a sustentação do esforço e remoção de metabólitos que causam fadiga (Bosco *et al.*, 2004). Além disso, o aquecimento eleva a temperatura muscular, aprimorando a flexibilidade e amplitude de movimento, crucial para exercícios de grande amplitude como o agachamento (Bosco *et al.*, 2004).

Um aquecimento bem estruturado não apenas prepara os músculos, mas também ativa o sistema nervoso central, melhorando a coordenação e a resposta muscular. Isso resulta em movimentos mais eficientes e econômicos, essenciais para manter a RML durante atividades prolongadas (Fleck & Kraemer, 2017). A preparação neuromuscular proporcionada pelo aquecimento garante que os músculos estejam prontos para responder rapidamente a estímulos, reduzindo o risco de lesões e melhorando a eficácia do treinamento.

O aumento da temperatura muscular durante o aquecimento é particularmente importante para exercícios que envolvem grandes amplitudes de movimento, como o agachamento. Músculos aquecidos são mais flexíveis e menos propensos a lesões, o que é vital para a execução segura e eficaz de exercícios complexos. Além disso, o aquecimento pode incluir movimentos dinâmicos que mimetizam o exercício principal, preparando os músculos e articulações para os movimentos específicos que serão realizados durante o treino.

Pesquisas indicam que diferentes tipos de aquecimento podem ter efeitos variados na performance. Por exemplo, aquecimentos gerais que envolvem exercícios aeróbicos leves podem aumentar a temperatura corporal e melhorar a circulação, enquanto aquecimentos específicos, que imitam os movimentos do exercício principal, podem preparar os músculos e o sistema nervoso de forma mais eficaz para o esforço subsequente (Cesar *et al.*, 2013).

Estudos também mostram que a combinação de aquecimentos gerais e específicos pode ser a estratégia mais eficaz. Um aquecimento geral seguido por um aquecimento específico pode maximizar a preparação muscular e neuromuscular, resultando em uma melhor performance e menor risco de lesões. Este tipo de aquecimento combinado pode aumentar a eficácia da sessão de treinamento, permitindo que os músculos operem de forma mais eficiente e resistente à fadiga.

A prática de um bom aquecimento é, portanto, essencial não apenas para otimizar a performance durante o exercício, mas também para garantir a segurança e a longevidade da prática esportiva. A integração de aquecimentos eficazes em programas de treinamento deve ser uma prioridade para atletas e treinadores que buscam maximizar os benefícios do treinamento de resistência muscular localizada. A preparação neuromuscular proporcionada pelo aquecimento resulta em movimentos mais eficientes e econômicos, essenciais para a manutenção da RML durante atividades prolongadas (Fleck & Kraemer, 2017). Aquecimentos específicos, como o uso de cargas leves com alto volume de repetições, podem ajudar a preparar os músculos para esforços prolongados, reduzindo a fadiga precoce e melhorando a capacidade de resistência muscular (Cesar *et al.*, 2013). Conjero e Hualde (2021) afirmam que o volume de carga desempenha um papel importante na melhoria do desempenho após uma atividade de condicionamento e em sua revisão sistemática também mostra que quando o volume total é baixo, a intensidade parece ser decisiva.

Além de cargas submáximas, exercícios de mobilidade vêm sendo inseridos para preparar o atleta antes do TF. De acordo com Schneider *et al.* (1995), podemos classificar como mobilidade exercícios com peso corporal com o intuito de melhorar a qualidade de movimento dentro de uma certa amplitude que cada articulação permite, por consequência, isso pode gerar performance para o indivíduo, como também evitar algumas lesões, quando essa mobilidade apresentar alguma disfunção.

O aquecimento específico funda-se em preparar o corpo para a atividade posterior, utilizando movimentos parecidos com a modalidade pretendida, mas com uma redução na intensidade do trabalho (Simão, 2003). O aquecimento específico consiste em um trabalho muscular localizado afetando de uma forma benéfica os mecanismos neurotransmissores, fazendo com que estes sofram um ensaio antecipando os movimentos a serem executados posteriormente, possibilitando uma intimidade prévia com estes movimentos

Morin *et al.* (2010) também comenta sobre o treinamento específico e com sua teoria vetorial, sobre semelhanças biomecânicas entre o condicionamento e o efetivo atividade (competição, treino ou teste) comenta que o TE desempenha um papel crucial na potenciação.

Embora diferentes protocolos possam ser usados para alcançar a potenciação pós-ativação, parece que intensidades mais altas induzem melhoria de desempenho. Alguns resultados indicam que o efeito de potencialização existe desde que sejam fornecidas intensidade mínima e intervalos de descanso suficientes. (Conjero e Hualde, 2021).

Como mencionado, várias podem ser as formas de aquecimento dentro do TF, diante disso torna-se importante analisar se existe uma forma de aquecimento que proporcione

melhor desenvolvimento de força para o praticante no exercício de agachamento livre, a fim de instruir, de forma mais eficiente, treinadores na prescrição de treinamento para seus atletas/alunos.

1.1 Treinamento de Força

O TF, muito além da estética, tem a capacidade de melhorar aptidões físicas que estão relacionadas à saúde no que diz respeito ao condicionamento físico e consequentemente, na longevidade, isso porque é uma atividade que tem a capacidade de provocar adaptações benéficas ao organismo humano. Talvez o benefício mais evidenciado no treinamento de força seja o aumento da própria força muscular, o que pode ser decisivo para melhorar o desempenho tanto de atletas como de pessoas nas atividades cotidianas, como, por exemplo, subir escadas, carregar sacolas etc (Salles, 2020).

Não somente homens, mas mulheres e crianças também, apresentam aumento de força em função do treinamento. O que possibilita qualquer pessoa, independente de sua idade, de melhorar seu condicionamento físico, ou seja, é uma atividade para todos e pode ser adaptada de várias maneiras para que seu resultado seja eficiente e progressivo (Salles, 2020).

Essas adaptações acontecem em função do treinamento promover a capacidade de recrutar a maior quantidade possível de unidades motoras, fundamentalmente fibras do tipo II, com uma maior frequência de recrutamento, ou seja, a quantidade de vezes, o que reduz a co-contracção. Esse processo induz a capacidade no ganho de força de seus praticantes. (Salles, 2020).

Entretanto é necessário entender que existem algumas variáveis que precisam ser consideradas e avaliadas para que se tenha uma melhora no ganho de força. Segundo Conceição *et. al.* (2015) abordam que as variáveis de treinamento tradicionalmente manipuladas para prescrever e controlar programas de treinamento resistido são tipicamente repetições, séries, tempo de intervalo e intensidade. Porém, de todas as variáveis, a intensidade do exercício é amplamente reconhecida como a variável mais importante no treinamento de resistência e normalmente é relatada como uma porcentagem dos indivíduos uma repetição máxima, %1RM, a carga máxima que pode ser levantada em um único levantamento. Algumas evidências crescentes mostram que o treinamento até a falha não necessariamente melhora os ganhos de força muscular e pode até ser contraproducente, uma

vez que induz fadiga excessiva, tensão mecânica e metabólica e, possivelmente, transição indesejável para fibras mais lentas.

Segundo Silva (2019), seu estudo mostrou que o treinamento de força quando realizado até a falha muscular pode promover uma maior fadiga, e isso pode levar a um maior recrutamento de unidades motoras, no qual tem sido associado ao aumento da amplitude do sinal da eletromiografia de superfície. Sendo assim, a ativação muscular, ganhos de força e hipertrofia muscular podem ser maximizados em indivíduos treinados, sem a necessidade de realizar repetições até a falha muscular, desde que o exercício atinja um nível de fadiga substancial.

A fadiga muscular é um processo resultante de eventos fisiológicos que impedem a manutenção da ação muscular em uma determinada atividade. Alguns estudos sugerem que esse processo é uma forma de o organismo proteger-se para que nenhuma lesão maior ocorra, principalmente no caso de uma fadiga aguda. (Blanco *et. al.* 2016).

Dessa forma, podemos dizer que a fadiga é um fator que pode ser evitado no momento correto para um desenvolvimento maior ou pode ser inserido dentro de treinamentos de resistência. Por essa razão, vários autores têm enfatizado a importância da velocidade na prescrição e controle do treinamento resistido, embora até recentemente não fosse possível medir com precisão a velocidade em exercícios típicos de treinamento de força. (Blanco *et. al.* 2016).

Além disso, Blanco *et. al.* (2016) relatam que a perda de velocidade e o estresse metabólico diferem consideravelmente dependendo do número real de repetições realizadas em um exercício definido em relação ao número máximo que pode ser concluído. Embora alguns estudos sugiram que realizar repetições até a falha podem ser necessários para maximizar a massa e a força muscular, outros parecem indicar que ganhos de força semelhantes, se não maiores, e melhorias no desempenho atlético podem ser obtidos sem atingir a falha muscular.

De acordo com os autores anteriormente citados, tem sido levantada a hipótese de que o TF que provoca altos níveis de fadiga, como ocorre em rotinas típicas de musculação, pode induzir maiores adaptações de força devido a uma maior ativação de unidades motoras e secreção de hormônios promotores de crescimento. Isso ocorre porque durante o TF a fadiga muscular aumenta com o acúmulo de repetições e, se o exercício não for interrompido, eventualmente ocorre a falha da tarefa. Contudo, antes da falha da tarefa, outros sinais de fadiga muscular são detectáveis, como aplicação de força máxima reduzida, velocidade de encurtamento mais lenta e produção de potência diminuída. Essas são variáveis que precisam

ser analisadas para que se tenha uma prescrição baseada em evidências pertinentes à performance.

1.2 Agachamento

Dentro do TF existem alguns exercícios que são mais populares e prescritos como base de muitos treinamentos de performance atlética (Salles, 2020). O exercício de agachamento vem ganhando popularidade entre as diversas manifestações do treinamento físico. Principalmente ao fato de ser um movimento multiarticular que envolve os principais músculos da coxa e do tronco, desenvolvendo os grupamentos mais fortes do corpo e favorecendo aumentos na força e potência

Além disso, é um exercício extremamente funcional e se aproxima de diversos movimentos utilizados diariamente ou em performances atléticas. Não somente isso, é um exercício muito utilizado no desempenho esportivo, como forma de reabilitação e melhora da estética corporal. (Escamilla, 2001).

Esse é um exercício que pode ser amplamente utilizado em diferentes áreas e com diferentes objetivos, diferentes formas de execução e diferentes técnicas com pequenas ou grandes variações de execução (Escamilla, 2001).

Alguns esportes utilizam o agachamento na preparação física dos atletas, como no vôlei, handebol, futebol, atletismo, rugby, tênis, entre outros. Isso porque o exercício de agachamento pode ajudar na melhora da impulsão, potência e força isométrica na posição agachada, como acontece na marcação de muitos desses esportes. (Marchetti *et. al.* 2013).

Todas estas variações estão inclusas em três grupos principais: agachamento completo ou profundo (mais do que 120° de flexão), agachamento convencional (60 a 120°), e agachamento parcial ou semi-agachamento (0 a 60°). Ainda, para cada tipo de população ou indivíduo existem preferências entre as formas de realizar o movimento. (Marchetti *et. al.* 2013).

Segundo Mina *et. al.*(2016) o exercício de agachamento livre é comumente utilizado como um exercício de treinamento fundamental em muitos esportes para o desenvolvimento de força e potência dos membros inferiores. Por essa razão é um dos exercícios mais estudados e selecionados para que sejam investigadas variáveis metabólicas em diferentes situações de treinamento.

1.3 Resistência muscular localizada (RML)

A resistência muscular localizada (RML) é a capacidade de realizar repetidamente um movimento com eficiência por um período prolongado, resistindo ao cansaço e mantendo a qualidade do trabalho. O treinamento contra-resistência, que utiliza diversos modos de sobrecarga como pesos e máquinas, é essencial para desenvolver força, potência e RML. A resistência pode ser classificada em geral e localizada, dependendo da quantidade de musculatura envolvida. É a habilidade de resistir à fadiga durante esforços prolongados (Liberalli *et. al.* 2008).

A resistência muscular localizada (RML) é crucial tanto para atividades diárias quanto para a performance atlética, pois permite que os músculos sustentem esforços prolongados com eficiência. Para atletas, a RML é fundamental para manter a intensidade e a técnica ao longo de competições, o que pode ser decisivo para o sucesso (Bosco *et al.*, 2004). Para a população em geral, a RML facilita a realização de tarefas diárias, como carregar compras e subir escadas, sem fadiga excessiva. A importância da RML também está na melhora da eficiência metabólica e na capacidade aeróbia, proporcionando adaptações neuromusculares que resultam em um desempenho mais econômico e reduzindo o risco de lesões (Araújo *et al.*, 2017). Ao melhorar a resistência dos músculos, a RML contribui significativamente para a saúde e o bem-estar, ajudando a prevenir lesões musculoesqueléticas e a melhorar a composição corporal, aumentando a massa muscular magra e reduzindo a gordura corporal. Esse tipo de treinamento também aumenta a taxa metabólica de repouso, ajudando no controle do peso e na manutenção de um balanço energético positivo.

A prática da RML é fundamental para qualquer programa de exercício físico, pois não só melhora a performance atlética, mas também promove a saúde geral. Desenvolver a RML através de treinamentos específicos pode resultar em benefícios significativos, como a capacidade de resistir à fadiga e manter a força durante esforços prolongados, o que é essencial tanto para atividades cotidianas quanto para atividades físicas de alta intensidade. Além disso, a RML está associada a melhorias na circulação sanguínea, na capacidade aeróbia e nas adaptações neuromusculares, o que contribui para um desempenho mais eficiente e econômico, reduzindo o risco de lesões e melhorando a qualidade de vida.

Treinamentos focados em RML devem ser incorporados em programas de exercícios físicos para maximizar os benefícios e garantir uma abordagem equilibrada e eficiente para a aptidão física e a saúde geral. Desenvolver a RML é crucial para aumentar a resistência muscular e a eficiência metabólica, contribuindo para a manutenção da saúde e prevenção de

lesões. O treinamento de RML também melhora a composição corporal e o perfil metabólico, resultando em benefícios significativos para a saúde geral (Cesar *et al.*, 2013). Além disso, a RML ajuda na prevenção de lesões musculoesqueléticas, pois músculos com alta resistência são menos propensos à fadiga rápida, reduzindo o risco de lesões por uso excessivo ou movimentos inadequados (Fleck & Kraemer, 2017).

Apesar dos benefícios reconhecidos da RML e do aquecimento, há necessidade de mais pesquisas para entender plenamente os mecanismos subjacentes e otimizar as estratégias de treinamento. Estudos adicionais são necessários para fornecer evidências robustas sobre as melhores práticas de aquecimento para maximizar a RML, incluindo a investigação de diferentes tipos de aquecimento (geral vs. específico) e suas interações com variáveis individuais (Bosco *et al.*, 2004). Pesquisas futuras devem considerar a eficácia do treinamento de RML e aquecimento em diferentes populações, como atletas, idosos e indivíduos com condições crônicas, ajudando a desenvolver programas de treinamento mais inclusivos e eficazes (Araújo *et al.*, 2017).

O aquecimento adequado desempenha um papel crucial na resistência muscular localizada (RML). Ele prepara o corpo para o esforço físico, impactando positivamente o desempenho e a prevenção de lesões. Aumentando a circulação sanguínea, o aquecimento melhora a entrega de oxigênio e nutrientes aos músculos, essenciais para a sustentação do esforço e a remoção de metabólitos que causam fadiga (Bosco *et al.*, 2004). Um bom aquecimento também eleva a temperatura muscular, aprimorando a flexibilidade e a amplitude de movimento, fatores cruciais para exercícios que envolvem grandes amplitudes, como o agachamento (Bosco *et al.*, 2004).

Estudos como o de Andrade (*et al.*, 2021) investigaram os efeitos do alongamento estático e do aquecimento específico no desempenho de repetições e na percepção subjetiva de esforço (PSE) em mulheres. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas no desempenho do número de repetições ou na PSE entre os diferentes protocolos de aquecimento, sugerindo que tanto o alongamento estático quanto o aquecimento específico podem ser usados sem comprometer o desempenho (Andrade *et al.*, 2021).

No entanto, é importante considerar que diferentes tipos de aquecimento podem ter impactos variados na RML. Enquanto aquecimentos gerais podem aumentar a temperatura corporal e melhorar a circulação, aquecimentos específicos que mimetizam os movimentos do exercício principal podem preparar os músculos e o sistema nervoso de forma mais eficaz para o esforço subsequente (Cesar *et al.*, 2013).

Pesquisas indicam que a combinação de aquecimentos gerais e específicos pode ser a estratégia mais eficaz. Um aquecimento geral seguido por um aquecimento específico maximiza a preparação muscular e neuromuscular, resultando em melhor performance e menor risco de lesões. Este tipo de aquecimento combinado pode aumentar a eficácia da sessão de treinamento, permitindo que os músculos operem de forma mais eficiente e resistente à fadiga (Gomes *et al.*, 2014).

Além disso, o impacto do aquecimento na RML pode variar dependendo da intensidade e duração do aquecimento. Estudos mostram que aquecimentos mais intensos e prolongados podem melhorar significativamente a capacidade de resistência muscular, enquanto aquecimentos inadequados ou insuficientes podem não fornecer os mesmos benefícios (Bosco *et al.*, 2004). A investigação sobre como diferentes intensidades, durações e frequências de aquecimento influenciam a RML pode fornecer insights valiosos para a otimização dos programas de treinamento. Estudos que exploram essas variáveis podem ajudar a criar recomendações mais precisas e eficazes (Fleck & Kraemer, 2017). A utilização de tecnologias avançadas para monitorar a resposta fisiológica e neuromuscular ao aquecimento e ao treinamento de RML pode proporcionar uma compreensão mais detalhada e personalizada das necessidades de cada indivíduo (Bosco *et al.*, 2004).

Em conclusão, a resistência muscular localizada é um componente essencial da aptidão física e da performance atlética. Desenvolver a RML traz múltiplos benefícios, incluindo melhorias na eficiência metabólica, capacidade aeróbia, resistência à fadiga e adaptação neuromuscular. O aquecimento desempenha um papel crucial na preparação dos músculos para esforços prolongados, aumentando a circulação sanguínea, melhorando a flexibilidade e preparando o sistema neuromuscular. Apesar dos avanços no entendimento dos benefícios da RML e do aquecimento, ainda há uma necessidade significativa de mais pesquisas. Estudos adicionais ajudarão a fornecer evidências robustas e diretrizes práticas que beneficiarão atletas, treinadores e profissionais de saúde, permitindo a otimização das práticas de aquecimento e treinamento, contribuindo para melhores resultados em termos de performance atlética, prevenção de lesões e promoção da saúde geral.

1.4 Aquecimento

De acordo com Abad *et al.* (2011), uma rotina de aquecimento consiste em exercícios preparatórios antes de qualquer atividade física e visa reduzir o risco de lesões e melhorar o desempenho. Além disso, é essencial que no aquecimento sejam incluídas atividades gerais e

específicas. O aquecimento geral deve consistir em uma atividade aeróbica de intensidade baixa a moderada (por exemplo, corrida ou ciclismo) destinada a elevar a temperatura muscular. Exercícios de alongamento também podem ser realizados como parte de uma rotina típica de aquecimento. Por fim, recomenda-se a realização de um aquecimento específico (SWU) incluindo exercícios que mimetizem a atividade principal em intensidades progressivamente maiores na tentativa de aumentar a ativação neuromuscular.

Chen *et. al.* (2017), afirmam que o aquecimento regular antes de exercícios intensos ou competições geralmente é composto de corrida e possivelmente com algum exercício de alongamento. No entanto, assim como os efeitos variados do alongamento no desempenho esportivo subsequente, os potenciais efeitos protetores da adição de um protocolo de alongamento para aquecimento no músculo, induzido pelo exercício excêntrico subsequente, não possuem danos consistentes.

Pullinger *et. al.* (2018) comentam que o aquecimento é essencial para alcançar o desempenho ideal, isso porque ele pode afetar vários mecanismos que são predominantemente relacionados à temperatura, como diminuição da rigidez, aumento da taxa de condução nervosa e aumento da provisão de energia anaeróbica. Além disso, o aumento de temperatura muscular pode melhorar o desempenho motor, e isso pode impactar diretamente na velocidade de condução nervosa e maior atividade enzimática.

Existem muitas evidências que comprovam um melhor desempenho sobre certas atividades em virtude de um tipo de aquecimento. Fradkin *et. al.* (2010) afirmam que a melhoria de desempenho é o conceito de medir a saída de um processo ou procedimento específico e, em seguida, modificá-lo para aumentar a eficácia do processo inicial ou procedimento. Esse desempenho pode estar relacionado tanto à competição quanto a um desempenho de treinamento.

Adicionalmente é importante avaliar a atividade na qual será praticada após o aquecimento, pois algumas dessas atividades requerem flexibilidade e mobilidade, outras utilizam força, potência, coordenação. Sendo assim, alguns autores à seguir, comentam a importância da realização de aquecimentos prévios que aumente a flexibilidade dos músculos e tendões, estimule o fluxo sanguíneo para a periferia, aumente a temperatura muscular e melhore o movimento livre e coordenado. Portanto, não realizar todos os 4 componentes de aquecimento recomendados pode não atender às demandas mínimas exigidas para o aquecimento muscular, conseqüentemente, não atender às necessidades da atividade subsequente.

Sotiropoulos *et. al.* (2010) relacionam o aquecimento com exercícios com cargas

submáximas e relatam que este ativa o sistema nervoso central criando um ambiente favorável para a realização de atividades explosivas com cargas menores. A maioria dos pesquisadores afirmam a eficácia de um aquecimento utilizando cargas pesadas (80-95% da 1 repetição máxima (RM) ou 3-5 RM), enquanto dados limitados estão disponíveis sobre a eficácia de cargas médias e leves para aumento do desempenho, por exemplo, o salto vertical.

Entretanto, Smilios *et. al.* (2005) verificaram que o agachamento com cargas de 30 e 60% de 1RM aumentou a altura do salto com contramovimento enquanto o exercício de meio agachamento teve efeito positivo apenas quando a carga de 60% foi aplicada.

Sobre pesquisas relacionadas ao desempenho de atletas e não atletas sobre o aquecimento, Ribeiro *et. al.* (2020) comentam que com o passar dos anos, os benefícios do aquecimento foram tomados como garantidos, tornando-se prática comum, às vezes sem evidências científicas suficientes para apoiá-lo. Demonstrou-se que o aquecimento melhora os esportes individuais (por exemplo, ciclismo, corrida, natação) e coletivos (futebol, rugby), ainda assim há resultados contraditórios que destacam que projetos específicos de aquecimento (tipo, intensidade, volume) deve ser melhor compreendido.

Ribeiro *et. al.* (2020) ainda comentam que o número de repetições realizadas até a fadiga nos exercícios de supino e extensão de pernas, parece ser amplamente influenciado pela intensidade específica do aquecimento. Suas pesquisas demonstraram que quando um aquecimento específico foi realizado em cargas próximas ao máximo (90% da carga dinâmica máxima [1RM]), os resultados demonstraram que a capacidade de produzir força dinâmica aumentou significativamente. Ou seja, parece que existe uma tendência de utilização de cargas externas elevadas antes dos exercícios de potência, utilizando os mecanismos subjacentes resultantes da potenciação pós-ativação, mas ainda é necessário investigar variáveis de intensidade antes das sessões de treino de resistência.

O que se tem observado é que exercícios específicos e exercícios aeróbicos de baixa intensidade e curta duração têm sido tradicionalmente recomendados antes do teste de 1RM (ou seja, correr ou pedalar por 5 min, por exemplo). No entanto, há pouca evidência científica apoiando tal sugestão. Já no exercício aeróbico de intensidade moderada (ou seja, 60-70% VO₂max) tem sido observado um aumento na taxa de elevação da temperatura corporal; sugerindo que a eficácia de exercícios específicos pode ser aumentada. Por outro lado, é preciso analisar que atividades de intensidade moderada também pode levar a um maior nível de fadiga prejudicando o desempenho. Assim, é de suma importância o controle de todas as variáveis para que elas não influenciem negativamente no exercício pós aquecimento (Gomes *et. al.*, 2014).

Sobre aquecimentos que envolvem flexibilidade e mobilidade, Morton *et. al.* (2011) afirmam que alcançar e manter a amplitude de movimento (ADM) adequada nos complexos músculo-articulares é importante para atletas e não atletas de todas as idades. As implicações de saúde e desempenho da flexibilidade inadequada são bem conhecidas. No entanto, pesquisas recentes questionaram as crenças frequentemente promovidas por líderes de exercícios (por exemplo, que o alongamento estático pré-exercício melhora o desempenho de força e reduz o risco de lesões), entretanto ainda faltam evidências que corroborem com esses achados.

Embora a prática de alguns dos componentes de aquecimento recomendados seja amplamente realizada, o valor do aquecimento tornou-se uma questão de pesquisa digna, pois não se sabe se o aquecimento é benéfico, prejudicial ou não melhora no desempenho de um indivíduo.

Finalmente, embora muitos estudos tenham investigado as respostas fisiológicas ou psicológicas ao aquecimento, relativamente poucos estudos relataram mudanças no desempenho real de treinamento ou competição após o aquecimento.

1.5 Lactato sanguíneo e RML

A resistência muscular localizada (RML) é essencial para a capacidade dos músculos de sustentar esforços repetitivos por períodos prolongados. Durante exercícios intensos, o acúmulo de lactato sanguíneo é um indicativo de esforço anaeróbico e fadiga muscular (Andrade *et al.*, 2021). A produção de lactato ocorre quando a demanda energética dos músculos excede a capacidade de fornecimento de oxigênio, forçando o corpo a recorrer ao metabolismo anaeróbico. Isso é particularmente relevante em exercícios de alta intensidade, onde o lactato se acumula rapidamente, limitando a capacidade de manter o esforço (Bosco *et al.*, 2004).

A produção de lactato durante exercícios intensos é um mecanismo de defesa do organismo para gerar energia rapidamente na ausência de oxigênio suficiente. Quando a intensidade do exercício aumenta, o corpo inicialmente usa o metabolismo aeróbico para suprir as necessidades energéticas dos músculos. No entanto, à medida que a intensidade continua a subir, o oxigênio disponível não é suficiente para manter esse processo, e o metabolismo anaeróbico entra em ação, resultando na produção de lactato (Fleck & Kraemer, 2017).

O acúmulo de lactato é um sinal de que os músculos estão operando em alta intensidade e começa a interferir na contração muscular eficiente, causando a sensação de queimação e levando à fadiga muscular. Esta condição é uma limitação natural do corpo que impede a continuidade do esforço em alta intensidade por longos períodos. Portanto, melhorar a RML significa aumentar a capacidade dos músculos de tolerar e reciclar o lactato, prolongando o tempo até que a fadiga muscular impeça o desempenho (Bosco *et al.*, 2004).

O treinamento de resistência muscular localizada (RML) pode melhorar significativamente a eficiência metabólica dos músculos, retardando o ponto de acúmulo rápido de lactato. Isso ocorre porque músculos mais resistentes utilizam oxigênio de maneira mais eficaz, o que diminui a produção de lactato durante exercícios intensos e prolonga a capacidade de manter a intensidade do exercício (Cesar *et al.*, 2013).

Esse processo é crucial, pois o acúmulo rápido de lactato está associado à fadiga muscular e à redução do desempenho. Estudos indicam que, com o aumento da resistência muscular, os níveis de lactato diminuem para a mesma carga de trabalho. Isso demonstra que o treinamento contínuo e direcionado para a RML é essencial para otimizar a eficiência dos músculos e prolongar a capacidade de desempenho em atividades intensas (Bosco *et al.*, 2004).

A melhoria na eficiência metabólica dos músculos, promovida pelo treinamento de RML, envolve várias adaptações fisiológicas. Entre elas, está o aumento da densidade mitocondrial, o que permite uma maior capacidade de oxidação do lactato e a utilização mais eficaz dos substratos energéticos. Além disso, o treinamento de RML aumenta a capilarização dos músculos, melhorando a entrega de oxigênio e nutrientes essenciais durante o exercício. Essas adaptações não só retardam o acúmulo de lactato, mas também melhoram a remoção de metabólitos que contribuem para a fadiga muscular, prolongando assim a capacidade de manutenção da intensidade do exercício (Cesar *et al.*, 2013; Bosco *et al.*, 2004).

Além dos benefícios metabólicos, o treinamento de RML também promove adaptações neuromusculares, que incluem melhorias na coordenação e no recrutamento de unidades motoras. Isso resulta em uma execução mais eficiente dos movimentos e uma melhor distribuição da carga de trabalho entre os músculos envolvidos, reduzindo o estresse em áreas específicas e minimizando o risco de lesões (Fleck & Kraemer, 2017).

O impacto positivo do treinamento de RML sobre a eficiência metabólica e a redução do acúmulo de lactato é particularmente importante para atletas que participam de eventos de longa duração ou que exigem esforços repetitivos. No entanto, esses benefícios também se

estendem à população geral, melhorando a capacidade funcional e a resistência durante atividades diárias e recreativas (Bosco *et al.*, 2004).

A potencialização pós-ativação (PPA) é uma estratégia que pode influenciar significativamente os níveis de lactato e a resistência muscular localizada (RML). A PPA envolve a realização de exercícios de alta intensidade antes do exercício principal, com o objetivo de aumentar a força e a potência muscular (Gallo *et al.*, 2017). Este método funciona pela pré-ativação dos músculos, o que melhora temporariamente a sua capacidade de gerar força e potência.

No entanto, essa prática pode aumentar os níveis de lactato devido à maior demanda anaeróbica. O aumento da produção de lactato ocorre porque a PPA utiliza intensamente as vias metabólicas anaeróbicas, que produzem lactato como subproduto. Esse acúmulo pode levar à fadiga precoce se não for cuidadosamente gerenciado (Gomes *et al.*, 2014).

Quando utilizada adequadamente, a PPA pode melhorar a resistência muscular. Isso é possível porque a pré-ativação dos músculos pode aumentar a eficiência do recrutamento de unidades motoras e melhorar a coordenação neuromuscular, resultando em uma melhor performance durante o exercício subsequente. Para evitar fadiga precoce, é crucial ajustar a intensidade e a duração dos exercícios de PPA, garantindo que os músculos possam sustentar o esforço por mais tempo sem acumular lactato excessivo (Gallo *et al.*, 2017).

A aplicação da PPA deve ser estrategicamente planejada dentro de um programa de treinamento. Estudos indicam que a PPA pode ser especialmente benéfica em contextos onde a força explosiva e a potência são essenciais, como em levantamentos de peso e esportes de alta intensidade. No entanto, deve-se considerar o estado de treinamento do indivíduo e a especificidade do esporte ou atividade para maximizar os benefícios e minimizar os riscos de fadiga (Fleck & Kraemer, 2017).

Além disso, a PPA pode ser integrada com outras estratégias de treinamento para otimizar a RML. Por exemplo, combinar PPA com aquecimentos específicos pode preparar ainda mais os músculos para o esforço, melhorando a circulação sanguínea e a entrega de oxigênio, o que pode ajudar a gerenciar a produção de lactato e prolongar a resistência muscular (Bosco *et al.*, 2004).

O aquecimento adequado desempenha um papel vital na preparação dos músculos para o exercício, impactando a produção de lactato e a capacidade de resistência. Aquecimentos gerais aumentam a temperatura corporal e melhoram a circulação, enquanto aquecimentos específicos preparam os músculos e o sistema nervoso para o esforço subsequente, otimizando a eficiência muscular (Bosco *et al.*, 2004). A combinação de aquecimentos gerais e

específicos pode ser a estratégia mais eficaz para maximizar a RML e minimizar a produção de lactato durante o exercício (Cesar *et al.*, 2013).

Pesquisas, como a de Andrade *et. al.* (2021), mostram que diferentes protocolos de aquecimento não alteram significativamente o número de repetições ou a percepção subjetiva de esforço, mas a escolha do aquecimento pode influenciar a resistência muscular e os níveis de lactato. Estes achados destacam a necessidade de mais estudos para entender melhor essas interações e otimizar as estratégias de aquecimento.

Este trabalho considerou a necessidade de avaliar os níveis de lactato para analisar os resultados no exercício de agachamento com diferentes protocolos de aquecimento. Os dados coletados permitiram uma compreensão mais profunda de como o aquecimento pode influenciar a RML e a produção de lactato, proporcionando insights valiosos para a otimização dos programas de treinamento. Mais pesquisas são necessárias para fornecer evidências robustas e diretrizes práticas que possam beneficiar atletas e profissionais de saúde na maximização da performance

1.6 Escala de OMNI-RES e EVA na RML

As escalas OMNI-RES e EVA são amplamente reconhecidas como ferramentas indispensáveis para a avaliação da percepção subjetiva de esforço (PSE) em treinamentos de força, especialmente no contexto da resistência muscular localizada (RML). Essas escalas têm como objetivo mensurar, de maneira subjetiva, a intensidade percebida pelo praticante durante a realização de exercícios, contribuindo significativamente para ajustes no treinamento e para a prevenção de sobrecargas indesejadas. A PSE é considerada uma medida eficiente da carga interna de trabalho durante o exercício e pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo o tipo de aquecimento realizado previamente, conforme indicado por Foster *et al.* (1998).

A escala OMNI-RES, específica para o treinamento resistido, apresenta valores que variam de 0 a 10, onde 0 representa "sem esforço" e 10 "esforço máximo". A escala é visual e numérica, permitindo que os praticantes avaliem subjetivamente a intensidade do esforço de forma prática. Estudos como o de Bosco *et al.* (2004) destacam que a OMNI-RES é eficaz para monitorar a intensidade do treino, otimizando a carga de trabalho e promovendo melhorias na eficiência metabólica dos músculos. Uma RML bem desenvolvida, além de retardar o acúmulo de lactato, pode ser percebida como uma redução da PSE durante atividades prolongadas, reforçando a importância de um treinamento progressivo e específico para a RML.

A escala visual analógica (EVA) é outra ferramenta relevante, amplamente utilizada para mensurar a intensidade de esforço ou dor percebida. Representada por uma linha contínua de 10 cm, seus extremos indicam "nenhum esforço ou dor" e "o pior esforço ou dor possível". A marcação é feita pelo praticante em um ponto da linha, e a distância entre o início da linha e o ponto marcado é convertida em um valor numérico. Cesar *et al.* (2013) argumentam que a EVA é particularmente útil para avaliar a dor e o esforço durante exercícios intensos, ajudando a ajustar cargas de forma segura e eficaz.

Ambas as escalas desempenham papéis importantes em diferentes contextos de treinamento. Estudos como os de Gallo *et al.* (2017) destacam que a percepção de esforço medida por essas escalas pode ser significativamente influenciada por estratégias como a potencialização pós-ativação (PPA). A PPA, que envolve exercícios de alta intensidade realizados antes do exercício principal, pode aumentar temporariamente a força e a potência muscular, mas também pode elevar os níveis de lactato, contribuindo para um aumento na PSE. Quando adequadamente planejada, a PPA pode melhorar a resistência muscular e ajustar a intensidade do esforço para evitar fadiga precoce, conforme apontado por Gomes *et al.* (2014).

Além disso, as escalas OMNI-RES e EVA são úteis para analisar como diferentes tipos de aquecimento afetam a percepção de esforço e a RML. Aquecimentos que aumentam a temperatura muscular e a circulação sanguínea, como os relatados por Bosco *et al.* (2004), podem reduzir a percepção de esforço durante o exercício principal. Por outro lado, aquecimentos muito intensos ou inadequados podem aumentar a PSE, prejudicando o desempenho e elevando os riscos de fadiga precoce. Andrade *et al.* (2021) investigaram a influência de diferentes protocolos de aquecimento, como alongamento estático e aquecimento específico, e concluíram que ambos são eficazes para preparar o corpo para o esforço físico sem comprometer o desempenho.

A interpretação dos valores dessas escalas é fundamental para uma análise precisa. Na escala OMNI-RES, valores baixos (0-3) indicam esforço leve, valores moderados (4-6) sugerem intensidade ideal para treinos de RML, e valores altos (7-10) apontam esforço próximo ao máximo, adequado para treinos de força máxima. Na escala EVA, valores entre 0-3 cm indicam esforço leve ou moderado, 4-6 cm refletem intensidade moderada a alta, enquanto valores acima de 7 cm sinalizam esforço extremo ou níveis elevados de dor, que exigem atenção para evitar sobrecarga.

Ao combinar medidas subjetivas, como OMNI-RES e EVA, com dados objetivos, como os níveis de lactato sanguíneo e o tempo sob tensão, é possível obter uma compreensão

abrangente das respostas fisiológicas e perceptuais ao treinamento. Essa integração é essencial para ajustar programas de exercício de forma segura e eficaz, beneficiando tanto atletas quanto a população em geral. Assim, as escalas OMNI-RES e EVA representam ferramentas valiosas para o monitoramento e a otimização do treinamento, promovendo maior eficiência e segurança, conforme evidenciado nos estudos de Bosco *et al.* (2004) e Cesar *et al.* (2013).

1.7 Relação do tempo sob tensão e RML

A resistência muscular localizada (RML) está diretamente relacionada ao tempo sob tensão (TST) durante o treinamento de força. O TST refere-se ao período em que os músculos permanecem ativos enquanto executam um movimento, incluindo as fases concêntrica, excêntrica e isométrica do exercício (Schoenfeld *et al.*, 2014). Manipular o TST é uma estratégia fundamental para melhorar a RML, pois períodos maiores de tensão muscular influenciam diretamente a fadiga, a produção de força e a hipertrofia muscular (Gentil, 2014).

O aumento do TST durante o treinamento promove maior estresse metabólico e microdanos nas fibras musculares, o que estimula adaptações positivas nos músculos, como a melhoria da resistência e o crescimento muscular. Por exemplo, quando o TST é prolongado, os músculos são forçados a sustentar cargas por mais tempo, resultando em maior capacidade de resistência muscular localizada e adaptação metabólica (Schoenfeld *et al.*, 2014). Além disso, treinos com maior TST podem contribuir para o desenvolvimento do controle motor e da estabilidade muscular, uma vez que o tempo adicional sob carga oferece maior consciência e precisão nos movimentos, elementos cruciais para prevenir lesões e melhorar a eficiência geral do treinamento.

Por outro lado, um TST mais curto pode ser útil em treinos que visam desenvolver potência e eficiência neuromuscular. Movimentos realizados com menor tempo sob tensão e maior velocidade permitem o recrutamento de fibras musculares de contração rápida, essenciais para gerar força explosiva (Pereira & Gomes, 2007). Embora isso possa ser benéfico para atividades que demandam ações rápidas e de alta intensidade, os benefícios específicos da RML são mais evidentes com o aumento do TST, que prolonga o esforço muscular e melhora a resistência.

A relação entre TST e RML pode ser explorada em programas de treinamento periodizados. Por exemplo, durante uma fase de hipertrofia ou resistência muscular, é recomendável usar um TST mais longo para aumentar o estresse metabólico e as adaptações musculares. Já em uma fase de potência, o TST pode ser reduzido para priorizar a explosão

muscular (Gentil, 2014). Essa abordagem permite atender a diferentes objetivos de treinamento e promove uma adaptação equilibrada, preparando o atleta para variados desafios físicos.

Compreender a importância do TST na RML é essencial para otimizar programas de treinamento de força. Ao manipular o TST de forma estratégica, é possível alcançar diferentes objetivos, como aumento da resistência ou da potência muscular, ao mesmo tempo em que se reduz o risco de lesões. Essa prática proporciona uma progressão mais eficiente e segura, maximizando os resultados do treinamento e permitindo que ele seja adaptado às necessidades específicas de cada indivíduo.

Além disso, a técnica de potencialização pós-ativação (PPA), que envolve a realização de exercícios de alta intensidade antes do movimento principal, pode influenciar o TST. Estudos como os de Gallo *et al.* (2017) mostram que a PPA pode aumentar temporariamente a força muscular, mas também pode elevar os níveis de lactato devido à alta demanda anaeróbica, o que pode impactar negativamente a capacidade de sustentar o TST e aumentar a percepção subjetiva de esforço (Gomes *et al.*, 2014). Assim, para maximizar os benefícios e minimizar os riscos de fadiga precoce, a PPA deve ser integrada cuidadosamente ao planejamento do treinamento.

Portanto, o TST desempenha um papel crucial na RML ao promover adaptações metabólicas e neuromusculares significativas. A manipulação adequada do TST, combinada com estratégias como a PPA, pode otimizar os resultados do treinamento e contribuir para um desenvolvimento físico mais eficiente e seguro.

2 HIPÓTESE

Considerando as intensidades dos métodos de aquecimento tradicional e de alta intensidade, formulamos a hipótese de que o aquecimento de alta intensidade resultará em um desempenho superior no número máximo de repetições no agachamento livre em comparação com o aquecimento tradicional. Acreditamos que o aquecimento de alta intensidade induzirá uma maior ativação neuromuscular e uma resposta metabólica mais aguda, preparando de forma mais eficaz os músculos e sistemas energéticos para o esforço subsequente.

Além disso, espera-se que o aquecimento de alta intensidade leve a uma elevação mais pronunciada nos níveis de lactato sanguíneo em comparação com o aquecimento tradicional, refletindo uma maior demanda metabólica durante o período de aquecimento. Esta elevação mais significativa do lactato sanguíneo pode indicar uma maior utilização de substratos energéticos anaeróbicos e uma ativação mais intensa do sistema glicolítico durante o aquecimento de alta intensidade.

Quanto à percepção subjetiva de esforço, nossa hipótese é que os participantes relatarão uma percepção de esforço maior após o aquecimento de alta intensidade em comparação com o aquecimento tradicional, refletindo a natureza mais vigorosa e desafiadora das atividades realizadas durante o aquecimento de alta intensidade. Esperamos que isso seja evidenciado por pontuações mais altas na escala OMNI-RES de percepção de esforço após o aquecimento de alta intensidade.

Em relação à avaliação subjetiva da dor, nossa hipótese é que os participantes relatarão níveis mais elevados de dor após o aquecimento de alta intensidade em comparação com o aquecimento tradicional, devido à maior intensidade das atividades realizadas durante o aquecimento de alta intensidade e ao potencial de fadiga muscular associado.

Por fim, em relação à velocidade de execução no agachamento livre, nossa hipótese é que os participantes demonstrarão uma maior velocidade de execução após o aquecimento de alta intensidade em comparação com o aquecimento tradicional. Acreditamos que o aquecimento de alta intensidade preparará de forma mais eficaz os músculos e o sistema neuromuscular para o esforço máximo, resultando em uma maior capacidade de gerar força e uma execução mais rápida e eficiente do movimento durante o agachamento livre.

3 JUSTIFICATIVA

A prática do aquecimento antes do exercício é uma estratégia amplamente adotada em programas de TF para preparar o corpo para as sessões de treinamento específicas. Tradicionalmente, o aquecimento tem sido realizado com métodos que visam aumentar gradualmente a temperatura corporal e a circulação sanguínea, preparando os músculos, articulações e sistemas cardiovasculares e respiratórios para o esforço subsequente. No entanto, nas últimas décadas, tem sido reportado um crescente interesse em estratégias de aquecimento de alta intensidade, que envolvem atividades mais vigorosas e dinâmicas, com o objetivo de potencializar ainda mais a preparação física e mental para o exercício (Andrade *et al.*, 2021).

As diferenças entre tipos de aquecimento levanta questões importantes sobre a eficácia relativa dessas abordagens contrastantes e seus impactos sobre diferentes aspectos do desempenho humano durante o exercício (Fleck e Kraemer, 2017). Portanto, a justificativa para esta pesquisa se baseia na necessidade de compreender melhor e comparar os efeitos do aquecimento tradicional e de alta intensidade em diversas variáveis fisiológicas, perceptuais e de desempenho relacionadas ao treinamento de resistência.

Uma das principais variáveis a serem investigadas é o desempenho máximo de repetições no agachamento livre, um exercício fundamental no treinamento de força que recruta múltiplos grupos musculares, incluindo quadríceps, glúteos, isquiotibiais e músculos estabilizadores do core. Entender como diferentes métodos de aquecimento afetam o desempenho nesse exercício pode fornecer insights valiosos para atletas, treinadores e profissionais de saúde que buscam maximizar os ganhos de força e hipertrofia muscular.

Além do desempenho físico, também é crucial examinar a resposta fisiológica ao aquecimento, especificamente os níveis de lactato sanguíneo. O lactato é um metabólito produzido durante a glicólise anaeróbica, e seus níveis podem refletir a intensidade do esforço e a capacidade de tamponamento de ácido láctico do organismo (Andrade *et al.*, 2021). Comparar as respostas de lactato sanguíneo entre o aquecimento tradicional e de alta intensidade pode ajudar a determinar suas respectivas demandas metabólicas e o grau de estresse fisiológico imposto ao grupamento muscular estudado.

Além disso, a percepção subjetiva de esforço é um aspecto importante a ser considerado, pois influencia a motivação, a adesão ao treinamento e a capacidade de tolerar o desconforto durante o exercício (Foster *et al.*, 1998). Avaliações subjetivas, determinada pela escala de OMNI-RES (escala adaptada específica ao treinamento de força), pode oferecer

informações sobre como os indivíduos interpretam e respondem ao esforço físico, o que é crucial para o planejamento e a prescrição do treinamento.

Outra dimensão a ser explorada é a avaliação subjetiva da dor, utilizando a escala visual analógica (EVA), que permite aos participantes expressarem seu nível de desconforto ou dor durante e após o exercício (Cesar *et al.*, 2013). Compreender como diferentes métodos de aquecimento influenciam a percepção da dor pode ter implicações significativas para a prevenção de lesões, a recuperação pós-exercício e a adesão ao programa de treinamento.

Por fim, a velocidade de execução durante o exercício é um indicador importante de desempenho que pode ser influenciado pelo aquecimento prévio. Comparar as velocidades de execução entre o aquecimento tradicional e de alta intensidade pode fornecer insights sobre a preparação neuromuscular e a eficiência do movimento, aspectos essenciais para o desempenho esportivo e a prevenção de lesões.

Portanto, esta pesquisa visa preencher uma lacuna no conhecimento científico atual, fornecendo uma análise abrangente e comparativa dos efeitos do aquecimento tradicional e de alta intensidade em múltiplos aspectos do desempenho humano durante o exercício de resistência. Os resultados deste estudo têm o potencial de informar práticas de aquecimento mais eficazes e individualizadas, beneficiando atletas, treinadores, profissionais de saúde e entusiastas do fitness.

4 OBJETIVO GERAL

Comparar os efeitos do aquecimento tradicional e de alta intensidade sobre o desempenho máximo de repetições no agachamento livre, os níveis de lactato sanguíneo, a percepção subjetiva de esforço (OMNI-RES), a avaliação subjetiva da escala visual analógica (EVA) e o tempo sob tensão, visando fornecer insights sobre a otimização do aquecimento prévio em programas de treinamento de resistência

4.1 Objetivos específicos

O presente estudo tem como objetivos específicos investigar os seguintes parâmetros:

1. Comparar o impacto da mobilidade, do aquecimento tradicional e da potencialização pós-ativação no desempenho de repetições máximas no agachamento livre.
2. Analisar as diferenças nos níveis de lactato sanguíneo entre os grupos submetidos ao treinamento de resistência muscular com mobilidade, aquecimento tradicional e potencialização pós-ativação.
3. Avaliar a percepção subjetiva de esforço (OMNI-RES) após os diferentes tipos de aquecimento no treinamento de resistência muscular.
4. Investigar a avaliação subjetiva da escala visual analógica (EVA) em resposta aos diferentes protocolos de aquecimento.
5. Comparar o tempo sob tensão do agachamento livre após os diferentes tipos de aquecimento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostra

Participaram deste estudo 8 pessoas do sexo masculino, com experiência na modalidade do CrossFit acima de 3 anos (Tabela 1). Todos os procedimentos foram realizados no centro de treinamento Box Experience, localizado em Duque de Caxias – Rio de Janeiro. Os participantes foram recrutados por conveniência e todos praticantes com experiência superior a 3 anos. Esses participantes foram classificados como atletas de nível avançado, pois não apenas possuem ampla vivência na prática da modalidade, mas também participam regularmente de competições estaduais, o que evidencia sua alta capacidade técnica e física. Além disso, eles realizam periodicamente testes de 1RM para ajustar suas cargas de treinamento, um procedimento comum entre atletas que buscam otimizar o desempenho em competições. Todas as etapas foram explanadas previamente ao início da coleta de dados.

Como critério de inclusão foi estabelecido: a) ter entre 18 e 45 anos; b) praticar TF há no mínimo doze meses; c) apresentar frequência semanal de pelo menos três dias na semana; d) A pesquisadora aplicou o Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q), no qual o participante deveria responder negativamente a todas as questões. Portanto, foi solicitado aos participantes o preenchimento do teste de PAR-Q para obtenção de informações relacionadas ao uso de medicamentos, risco cardiovascular e histórico de lesões através

Como critérios de exclusão foram estabelecidos: a) ter lesões ou limitações osteomioarticulares que possa comprometer a execução dos movimentos; b) fazer uso de substâncias que melhoram o desempenho. Todos os participantes da pesquisa foram informados através de um relatório escrito sobre os riscos e benefícios do estudo e foi solicitado que eles não praticassem atividade física durante o período de coleta que pudesse interferir nos resultados do estudo.

Tabela 1. Características morfofuncionais dos participantes do estudo.

Parâmetros	Média ± DP
Idade (anos)	41,3 ± 5,7
Estatura (m)	1,8 ± 0,1
MC (kg)	91,5 ± 17,0
IMC (kg/m²)	27,9 ± 3,1
1RM Agachamento (kg)	129,3 ± 14,3
FC máx (bpm)	183,1 ± 3,7
VO2 máx (mL/kg/min)	178,6±5,1

Legenda: MC= massa corporal; IMC= índice de massa corporal; 1RM= uma repetição máxima; FC= frequência cardíaca; VO2 máx= volume de oxigênio máximo

2.2 Aspectos éticos

Todos os participantes foram orientados quanto ao preenchimento dos seguintes documentos: a) questionário de prontidão para atividade física (Par-Q); b) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UNIVERO (CEP/Univero) e atendeu as normas estabelecidas pela resolução 466/2012, que define os procedimentos de pesquisa com Seres Humanos. Todos os sujeitos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, com aprovação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP (nº 64038022.9.0000.5289).

2.3 Desenho do Estudo

Foram realizadas 4 visitas com intervalos de 48 horas, segundo mostra o fluxograma abaixo:

O fluxograma abaixo mostra como foram realizadas as visitas. Os testes aconteceram com intervalo de 48h e todos foram feitos com o mesmo avaliador e no mesmo horário, entre 7h e 8h da manhã. Todos os participantes fizeram parte dos 4 grupos da pesquisa.

No primeiro encontro foi realizado a anamnese dos voluntários, o teste de 1RM e a avaliação cardiorrespiratória.

No segundo encontro foi realizado exercícios de mobilidade, consecutivamente agachamento livre com máximo de repetições, utilizando 75% de 1RM e logo após a falha concêntrica, foi realizado a medição de lactato e questionamento sobre a escala de OMINI-

RES e EVA. Durante o exercício de agachamento, foi utilizado a filmagem para avaliação posterior da velocidade do agachamento de cada voluntário.

No terceiro encontro foi realizado exercícios de mobilidade, consecutivamente duas séries agachamento livre com 5 de repetições, utilizando 60% de 1RM, com um intervalo de 5 minutos entre elas, finalizado do aquecimento tradicional e após 5 minutos foi realizado o máximo de repetições de agachamento livre, utilizando 75% de 1RM e logo após a falha concêntrica, foi realizado a medição de lactato e questionamento sobre a escala de OMINI-RES e EVA. Durante o exercício de agachamento, foi utilizado a filmagem para avaliação posterior da velocidade do agachamento de cada voluntário.

No quarto encontro foi realizado exercícios de mobilidade, consecutivamente duas séries agachamento livre com 3 de repetições, utilizando 90% de 1RM, com um intervalo de 5 minutos entre elas, finalizado o PPA e após 5 minutos foi realizado o máximo de repetições de agachamento livre, utilizando 75% de 1RM e logo após a falha concêntrica, foi realizado a medição de lactato e questionamento sobre a escala de OMINI-RES e EVA. Durante o exercício de agachamento, foi utilizado a filmagem para avaliação posterior da velocidade do agachamento de cada voluntário.

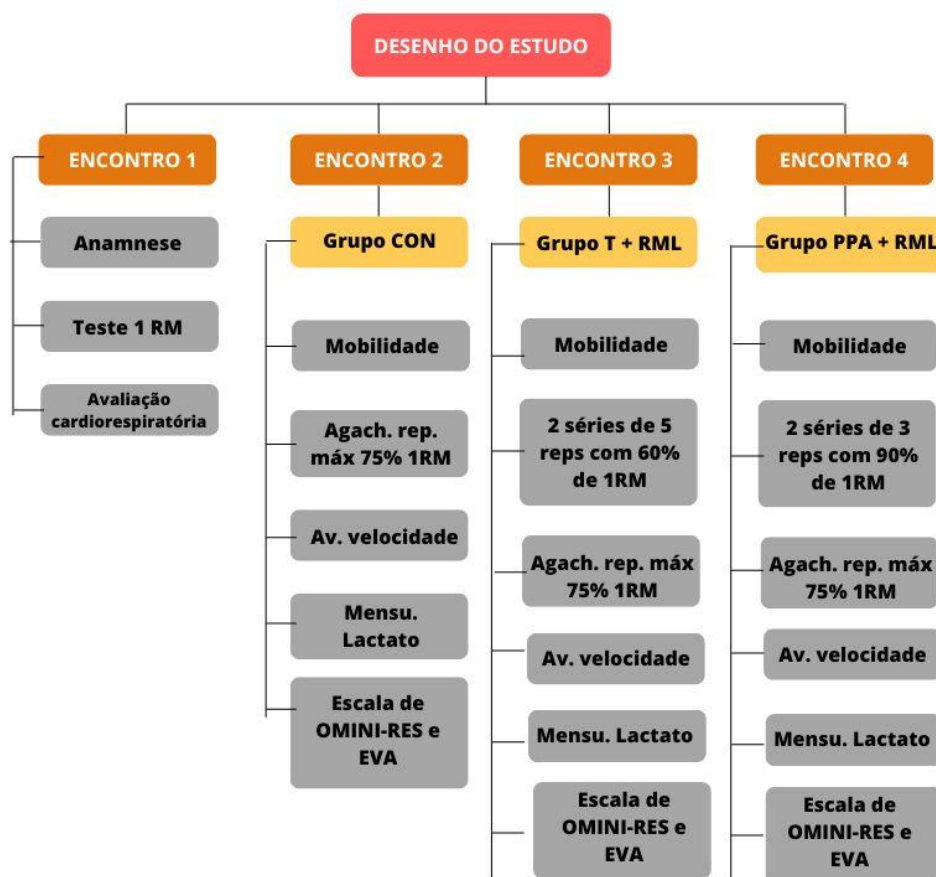


Figura 1: Desenho do estudo

2.4 Procedimentos de Treinamento e Aquecimento

2.4.1 – Teste de 1 Repetição Máxima (1RM) a Avaliação Cardiorrespiratória

Os sujeitos compareceram ao box de Crossfit no horário entre 7h e 8h da manhã. No dia 1, foram coletados os dados antropométricos (estatura, massa) e dados pessoais (nome, idade, tempo de prática na musculação) e realizado o teste de 1RM.

O teste de 1 RM foi realizado da seguinte forma: Teste de 1RM – Foi realizado 5 min de esteira e, após aquecimento de oito repetições a 50% de 1RM percebida, seguido de três repetições a 70% de 1RM percebida. Após 5min de intervalo, foi realizado o teste de 1RM, acrescentando-se, quando necessário, 0,4 a 5kg, totalizando três a cinco tentativas. Foi registrado como carga máxima aquela levantada em um único movimento e com falha concêntrica na segunda repetição. (Brown e Weir, 2001).

Para verificação do VO_{2max} , após 1h do teste de 1RM, foi utilizada a fórmula simplificada $VO_2 \text{ máx} = 15 \times (FC_{máx}/FC_{rep})$, de acordo com Uth et al. (2004). Onde foi utilizado o frequencímetro Garmin Forerunner 235 para verificação da FC em repouso sentado e para a $FC_{máx}$ foi solicitado ao participante um pico máximo de pedaladas na bicicleta ergométrica por 30 segundos. Após verificação dos dados, foi estipulado a $FC_{máx}$ de cada participante.

2.4.2 - Treinamento de Resistência Muscular Localizada e Mobilidade (CON)

Os sujeitos compareceram ao box de Crossfit no horário entre 7h e 8h da manhã. No dia 2, após intervalo de 48h horas do teste de 1RM, os sujeitos realizaram os testes do grupo CON, que foi feito da seguinte forma:

Primeiramente os sujeitos realizaram 4 exercícios de mobilidade com 15 repetições em cada um: mobilidade de quadril Tríplice frontal, mobilidade de quadril tríplice lateral, mobilidade de tornozelo e mobilidade de agachamento em suspensão de quadril.



Figura 2: Tríplice Lateral



Figura 3: Tríplice Frontal



Figura 4: Mobilidade de Tornozelo



Figura 5: Agachamento em suspensão de quadril

Imediatamente após os exercícios de mobilidade, os sujeitos agachavam na barra livre, contra uma sobrecarga externa de 75% 1RM até a falha mecânica concêntrica. Foi realizada uma marcação na barra vertical da gaiola do agachamento, garantindo que todos os sujeitos atingissem uma flexão máxima de joelhos de 90°. Foram consideradas válidas, apenas as repetições completas pelos critérios de alinhamento da marca adicionada a barra da gaiola e o chão, levando a um ângulo de 90° de flexão do joelho (fase excêntrica) e extensão completa do joelho (fase concêntrica) (Marchetti *et. al.*, 2013). Em paralelo ao agachamento, era realizada uma videografia bidimensional do movimento do sujeito no agachamento, no plano sagital, utilizando-se uma câmera digital (Canon ELPH 500HS) com frequência de aquisição de 120 Hz. A câmera foi posicionada sobre um tripé a uma distância de cinco metros do avaliado e a 1 m de altura do solo.

Enquanto era colhido sangue dos sujeitos para verificação do lactato, foi questionada a intensidade de dor para o voluntário, através da Escala perceptiva de dor (EVA) e sensação de esforço através da Escala OMNI-RES.

2.4.3 – Dia 3: Treinamento de Resistência Muscular Localizada com Aquecimento Tradicional (T + RML)

Os sujeitos compareceram ao box de Crossfit no horário entre 7h e 8h da manhã. No dia 3, após intervalo de 48h horas do teste do grupo CON os sujeitos realizaram um teste do grupo T + RML, que foi feito da seguinte forma:

Primeiramente os sujeitos realizaram 4 exercícios de mobilidade com 15 repetições em cada um: mobilidade de quadril Tríplice frontal, mobilidade de quadril tríplice lateral, mobilidade de tornozelo e mobilidade de agachamento em suspensão de quadril.

Exatamente após os exercícios de mobilidade, os sujeitos agachavam na barra livre, contra uma sobrecarga externa de 60% de 1RM realizando 5 repetições, após 5min de descanso, eles realizaram outra série de 5 repetições contra uma sobrecarga externa de 60% de 1RM.

Após 5min do aquecimento do agachamento a 60% de 1RM, os sujeitos agachavam na barra livre, contra uma sobrecarga externa de 75% de 1RM até a falha mecânica concêntrica. Foi realizada uma marcação na barra vertical da gaiola do agachamento, garantindo que todos os sujeitos atingissem uma flexão máxima de joelhos de 90°. Foram consideradas válidas, apenas as repetições completas pelos critérios de alinhamento da marca adicionada a barra da

gaiola e o chão, levando a um ângulo de 90° de flexão do joelho (fase excêntrica) e extensão completa do joelho (fase concêntrica) (Marchetti *et. al.*, 2013). Em paralelo ao agachamento, era realizada uma videografia bidimensional do movimento do sujeito no agachamento, no plano sagital, utilizando-se uma câmera digital (Canon ELPH 500HS) com frequência de aquisição de 120 Hz. A câmera foi posicionada sobre um tripé a uma distância de cinco metros do avaliado e a 1 m de altura do solo.

Exatamente após a falha concêntrica no agachamento, os sujeitos se posicionavam sentados e pelo dedo indicador esquerdo, era colhido gotas de sangue para o teste de lactato, através do aparelho Accutrend Plus Roche.

Enquanto era colhido sangue dos sujeitos para verificação do lactato, foi questionada a intensidade de dor para o voluntário, através da Escala perceptiva de dor (EVA) e sensação de esforço através da Escala OMNI-RES.

2.4.4 – Dia 4: Treinamento de Resistência Muscular Localizada com Aquecimento Baseado no Método Potencialização Pós-ativação (PPA + RML)

Os sujeitos compareceram ao box de Crossfit no horário entre 7h e 8h da manhã. No dia 4, após intervalo de 48h horas do teste do grupo CON, os sujeitos realizaram um teste do grupo PPA + RML, que foi feito da seguinte forma:

Primeiramente os sujeitos realizaram 4 exercícios de mobilidade com 15 repetições em cada um: mobilidade de quadril Tríplice frontal, mobilidade de quadril tríplice lateral, mobilidade de tornozelo e mobilidade de agachamento em suspensão de quadril.

Exatamente após os exercícios de mobilidade, os sujeitos agachavam na barra livre, contra uma sobrecarga externa de 90% de 1RM realizando 3 repetições, após 5min de descanso, eles realizaram outra série de 3 repetições contra uma sobrecarga externa de 90% de 1RM.

Após 5min do aquecimento do agachamento a 90% de 1RM, os sujeitos agachavam na barra livre, contra uma sobrecarga externa de 75% de 1RM até a falha mecânica concêntrica. Foi realizada uma marcação na barra vertical da gaiola do agachamento, garantindo que todos os sujeitos atingissem uma flexão máxima de joelhos de 90°. Foram consideradas válidas, apenas as repetições completas pelos critérios de alinhamento da marca adicionada a barra da gaiola e o chão, levando a um ângulo de 90° de flexão do joelho (fase excêntrica) e extensão completa do joelho (fase concêntrica) (Marchetti *et. al.*, 2013). Em paralelo ao agachamento,

era realizada uma videografia bidimensional do movimento do sujeito no agachamento, no plano sagital, utilizando-se uma câmera digital (Canon ELPH 500HS) com frequência de aquisição de 120 Hz. A câmera foi posicionada sobre um tripé a uma distância de cinco metros do avaliado e a 1 m de altura do solo.

Exatamente após a falha concêntrica no agachamento, os sujeitos se posicionavam sentados e pelo dedo indicador esquerdo, era colhido gotas de sangue para o teste de lactato, através do aparelho Accutrend Plus Roche.

Enquanto era colhido sangue dos sujeitos para verificação do lactato, foi questionada a intensidade de dor para o voluntário, através da Escala perceptiva de dor (EVA) e sensação de esforço através da Escala OMNI-RES.

2.5 Coleta de Lactato

Imediatamente após a falha concêntrica no exercício de agachamento, o voluntário foi orientado a sentar-se em uma caixa. Utilizando o aparelho ACCUTREND® Plus, a coleta de lactato sanguíneo foi realizada da seguinte forma: após a preparação do lancetador, com troca de lanceta a cada teste, uma gota de sangue foi coletada da região lateral da polpa digital. Essa gota foi então colocada na curva da tira de teste BM-LACTATE. Após a inserção da tira no aparelho, a tampa foi aberta e o espaço da fita foi preenchido com uma única gota de sangue. O tempo de mensuração foi de um minuto, e os resultados foram expressos em mmol/L.

2.6 Escala de OMNI-RES

A escala OMNI-Resistance Exercise Scale (OMNI-RES) apresenta ilustrações com levantamento de peso, para que o avaliado faça associações com o esforço percebido.

A escala é fundamental no treinamento de força (TF) pois permite medir a percepção subjetiva de esforço de forma prática e eficiente. Ela ajuda a ajustar a intensidade do treinamento de acordo com a resposta individual, garantindo que os exercícios sejam realizados dentro de um nível de esforço seguro e eficaz, promovendo melhores resultados e minimizando o risco de lesões.

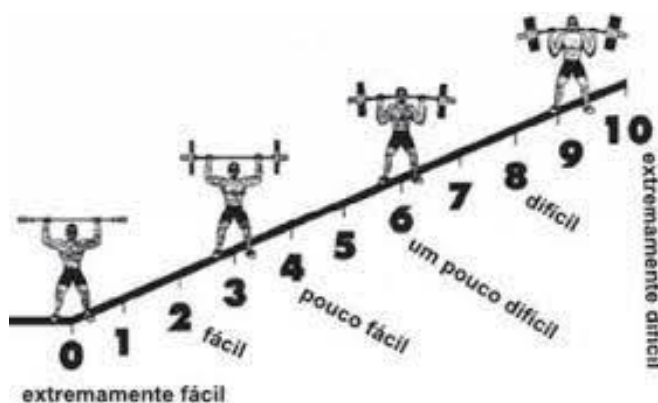


Figura 2: Escala OMNI-RES - Robertson, (2004)

Após o teste de agachamento até a falha concêntrica, o voluntário era orientado a sentar-se em uma caixa. Enquanto a coleta de sangue para verificação do lactato era realizada, a percepção de esforço era avaliada. Utilizando a Escala OMNI-RES, uma ilustração da escala era apresentada ao voluntário em uma folha A4. O voluntário, então, era solicitado a indicar o nível de esforço percebido, permitindo uma avaliação precisa e imediata da intensidade do exercício realizado.

2.7 Escala Visual Analógica (EVA)

Em relação as escalas utilizadas nos testes, a escala de EVA consiste em uma linha horizontal ou vertical de 10 centímetros (cm) com as extremidades demarcadas como “sem dor” e “dor máxima”. O entrevistado marca um ponto na linha ou entre os extremos, e o pesquisador mensura a distância do ponto inicial até o ponto respondido.

A avaliação do esforço percebido, especialmente em termos de dor, é crucial no treinamento de força. A escala EVA fornece uma medida subjetiva, porém precisa, da intensidade da dor, permitindo ajustar os programas de treinamento de acordo com a tolerância e resposta individual dos participantes. Isso é fundamental para maximizar os benefícios do treino, minimizando o risco de lesões e overtraining.

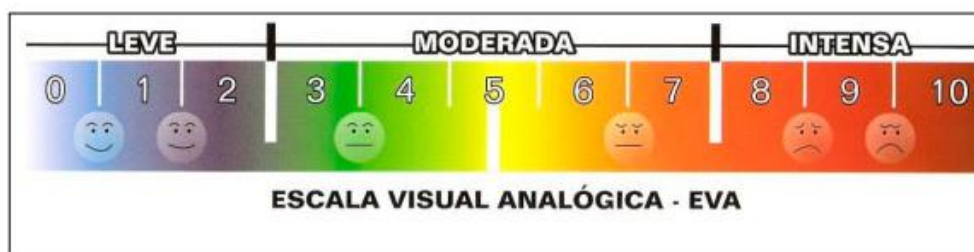


Figura 7: Escala Visual Analógica (EVA) – Figueiredo, (2009)

Após o teste de agachamento até a falha concêntrica, o voluntário era orientado a sentar-se em uma caixa. Durante a coleta de sangue para verificação do lactato, a intensidade da dor percebida era avaliada usando a Escala Visual Analógica (EVA). Uma ilustração da escala EVA era apresentada ao voluntário em uma folha A4, e ele era solicitado a indicar o nível de dor percebida.

2.8 Tempo sob tensão

Para avaliar o tempo sob tensão do movimento durante o exercício de agachamento, foi realizada uma vídeografia bidimensional do movimento do sujeito no plano sagital. Utilizou-se uma câmera digital (Canon ELPH 500HS) com frequência de aquisição de 120 Hz, posicionada sobre um tripé a uma distância de cinco metros do avaliado e a 1 metro de altura do solo.

Durante todo o exercício de agachamento, a câmera registrou os movimentos, permitindo uma análise detalhada da velocidade de execução. Após a coleta das filmagens, foi verificado o tempo necessário para executar cada repetição do agachamento, determinando-se a velocidade de execução do movimento em segundos por repetição. Esse método permitiu uma avaliação precisa e objetiva da cadência dos movimentos, essencial para correlacionar a RML com a eficiência e controle do exercício.

3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software GraphPad Prism 8 (versão 8.4.2). A estatística descritiva foi representada como média $\pm$ desvio padrão. A verificação da normalidade dos dados foi conduzida por meio do teste de Shapiro-Wilk. Como os dados não apresentaram distribuição normal, as comparações entre as médias foram realizadas utilizando testes não paramétricos. O teste de Mann-Whitney foi aplicado para a análise de comparações entre grupos, permitindo a identificação de diferenças significativas entre as condições avaliadas.

O nível de significância estatística adotado para todas as análises foi de $p < 0,05$. Esse método de análise garantiu uma abordagem robusta e adequada para os dados obtidos, respeitando as características não paramétricas das escalas utilizadas na avaliação de percepção subjetiva de esforço (PSE).

4 RESULTADOS

Para comparar os efeitos da mobilidade (CON), do aquecimento tradicional (T + RML) e da potencialização pós-ativação (PPA + RML) na resistência muscular do agachamento, foi quantificado o número de repetições executadas em cada uma das condições apresentadas. Neste sentido, no gráfico 1 está ilustrada a comparação entre as médias referentes à quantidade total de repetições desenvolvidas nos grupos experimentais. A partir daí, observa-se que tanto o T + RML ($13,63 \pm 3,82$ repetições, Dif média = 1,250; 0,71 – 1,78 95% IC; $p < 0,0001$) quanto o PPA + RML ($15,63 \pm 3,66$ repetições; Dif média = 3,25; 2,72 – 1,78 95% IC; $p < 0,0001$) apresentaram quantidades de repetições significativamente maiores comparados ao CON ($12,38 \pm 3,89$). Adicionalmente, o PPA + RML apresentou um efeito superior no número de repetições comparado ao T + RML (Dif média = 2,00; 1,47 – 2,53 95% IC; $p < 0,0001$).

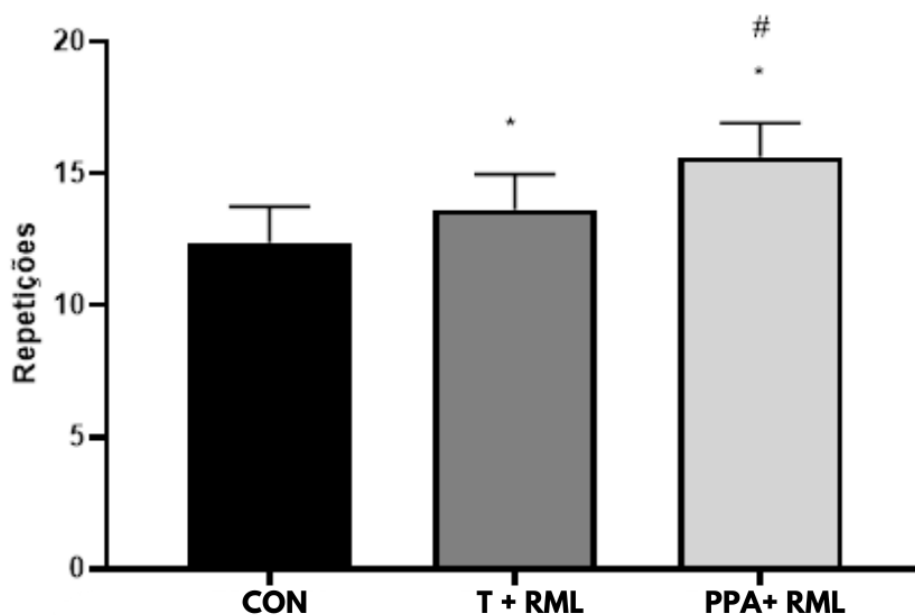


Gráfico 1. Comparações entre o número de repetições entre os grupos de treinamento de resistência somente com mobilidade (CON), mobilidade e aquecimento tradicional (T + RML) e mobilidade e aquecimento com método da potencialização pós-ativação (PPA + RML). Comparações entre médias realizadas através da aplicação da análise de variância de uma entrada. * $p < 0,0001$ vs. CON e # $p < 0,0001$ vs. T + RML.

Levando em consideração que os níveis de lactato sanguíneo podem ser influenciados pelo treinamento de resistência muscular, no gráfico 2 observa-se que o aquecimento tradicional (T + RML) não apresentou significância estatística comparado à sessão de treinamento com mobilidade apenas (CON) ($5,08 \pm 0,97$ mM vs. $7,31 \pm 1,37$ mM; Dif. Média = 2,23; -0,71 – 5,16 95% IC; $p = 0,15$). Já a sessão de treinamento com aquecimento baseado

no método da potencialização pós-ativação (PPA + RML) mostrou aumento significativo nas concentrações sanguíneas de lactato comparado com CON ($5,08 \pm 0,97$ mM vs. $8,98 \pm 3,87$ mM; Dif. Média = 3,89; 0,95 – 6,82 95% IC; $p = 0,01$). Adicionalmente, a sessão de treinamento com aquecimento baseado no método da potencialização pós-ativação (PPA + RML) não apresentou diferença significativa nas concentrações sanguíneas de lactato ($7,31 \pm 1,37$ mM vs. $8,98 \pm 3,87$ mM; Dif Média = 1,66; -1,27 – 4,60 95% do IC; $p = 0,33$) comparado à sessão de treinamento com aquecimento (T + RML).

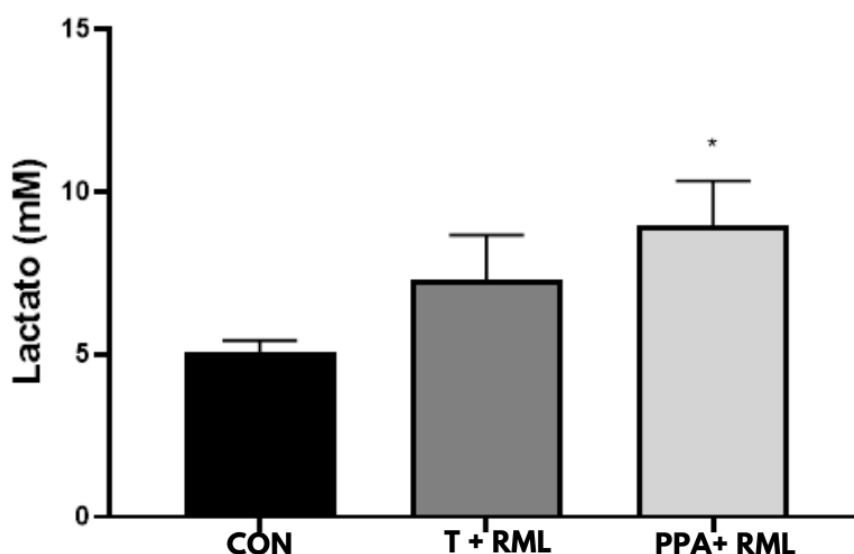


Gráfico 2. Comparações das concentrações sanguíneas de lactato entre os grupos de treinamento de resistência somente com mobilidade (CON), mobilidade e aquecimento tradicional (T + RML) e mobilidade e aquecimento com método da potencialização pós-ativação (PPA + RML). Comparações entre médias realizadas através da aplicação da análise de variância de uma entrada. * $p < 0,01$ vs. CON.

Com o objetivo de analisar a influência da mobilidade, aquecimento tradicional e potencialização pós-ativação previamente ao treinamento de resistência muscular na percepção subjetiva de esforço pela escala OMNI-RES, o gráfico 3 mostra a comparação entre médias dessa variável nas diferentes sessões de treinamento. Com base nisso, os resultados do presente estudo mostram que, independentemente do método adotado previamente às sessões de treinamento, não houve diferenças significativas entre as médias da escala OMNI-RES entre esses grupos (CON = $8,06 \pm 0,31$ u.a; T + RML = $8,00 \pm 0,26$ u.a e PPA + RML = $8,00 \pm 0,41$ u.a; $p = 0,93$).

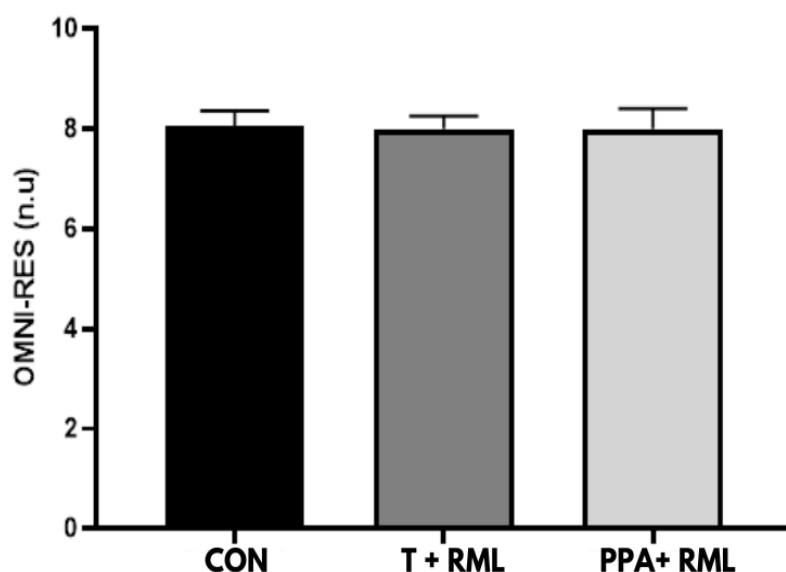


Gráfico 3: Comparações da escala de percepção de esforço OMNI-RES entre os grupos de treinamento de resistência somente com mobilidade (CON), mobilidade e aquecimento tradicional (T + RML) e mobilidade e aquecimento com método da potencialização pós-ativação (PPA + RML). Comparações entre médias realizadas através da aplicação da análise de variância de uma entrada. $p = n.s.$

A EVA é uma importante ferramenta subjetiva usada para medir a intensidade da dor e a percepção de esforço em diversas situações, além do treinamento de força, apresentando uma relação importante com marcadores de carga interna que avaliam a sobrecarga muscular durante as sessões de treinamento físico, dentre eles o lactato sanguíneo (CALDERON et al., 2024). No gráfico 4 observa-se a comparação entre as médias das sessões de treinamento abordadas no presente estudo. Em função disso, nota-se que o aquecimento tradicional (T + RML) não apresentou diferença significativa comparado à sessão de treinamento com mobilidade apenas (CON) ($6,50 \pm 1,20$ u.a vs. $8,00 \pm 0,42$ u.a; Dif. Média = 1,50; -0,17 – 3,17 95% IC; $p = 0,07$). Já a sessão de treinamento com aquecimento baseado no método da potencialização pós-ativação (PPA + RML) observa-se aumento significativo na EVA comparado ao CON ($6,50 \pm 1,20$ u.a vs. $8,50 \pm 0,45$ u.a; Dif. Média = 2,00; 0,35 – 3,65 95% IC; $p = 0,02$). Adicionalmente, a sessão de treinamento com aquecimento baseado no método da potencialização pós-ativação (PPA + RML) não apresentou diferença significativa na EVA comparado ao T + RML ($8,50 \pm 0,45$ u.a vs. $8,00 \pm 0,42$ u.a; Dif Média = 1,66; -0,42 – 1,42 95% do IC; $p = 0,31$).

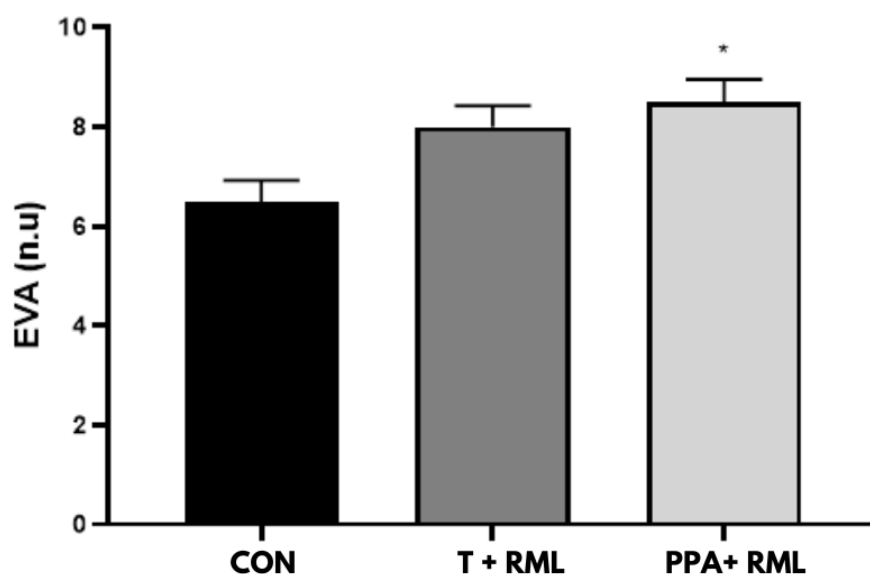


Figura 4: Comparações entre as médias dos valores da EVA entre os grupos de treinamento de resistência somente com mobilidade (CON), mobilidade e aquecimento tradicional (T + RML) e mobilidade e aquecimento com método da potencialização pós-ativação (PPA + RML). Comparações entre médias realizadas através da aplicação da análise de variância de uma entrada. * $p < 0,01$ vs. CON..

O tempo de execução dos movimentos tem uma relação direta com a fadiga durante o treinamento de resistência muscular. Aumentar o tempo sob tensão pode levar a uma maior fadiga devido ao maior recrutamento de fibras musculares e ao aumento da produção de subprodutos metabólicos (SCHOENFELD, 2014). O gráfico 5 mostra a comparação entre médias do tempo de execução das repetições nas diferentes sessões de treinamento. A partir daí, observa-se que tanto o T + RML ($3,94 \pm 0,93$ segundos, Dif média = $-0,97$; $-1,78 - -0,15$ 95% IC; $p < 0,05$) quanto o PPA + RML ($3,89 \pm 0,98$ segundos; Dif média = $-1,01$; $-1,90 - -0,13$ 95% IC; $p < 0,05$) apresentaram tempo sob tensão significativamente maiores comparados ao CON ($4,91 \pm 1,16$). Adicionalmente, o PPA + RML e o T + RML não apresentaram diferenças significativas entre si (Dif média = $-0,05$; $-0,44 - 0,35$ 95% IC; $p = 0,94$).

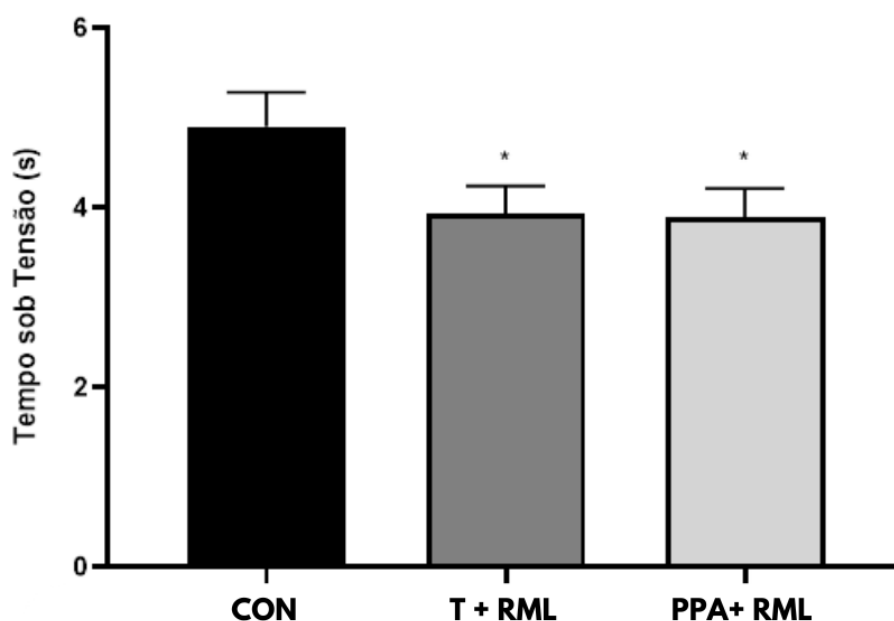


Figura 5. Comparações entre as médias dos valores do tempo sob tensão entre os grupos de treinamento de resistência somente com mobilidade (CON), mobilidade e aquecimento tradicional (T + RML) e mobilidade e aquecimento com método da potencialização pós-ativação (PPA + RML). Comparações entre médias realizadas através da aplicação da análise de variância de uma entrada. * $p < 0,05$ vs. CON.

A tabela 2 mostra que o número de repetições apresentou diferenças significativas entre os grupos experimentais e tamanho de efeito médio ($\eta^2p = 0,12$). Já o lactato, somente a sessão PPA + RML apresentou resultado significativo comparado a CON com tamanho de efeito médio ($\eta^2p = 0,22$). Por outro lado, a percepção de esforço determinada pela escala de OMNI-RES não apresentou diferenças significativas entre os grupos experimentais, bem como apresentou tamanho do efeito pequeno ($\eta^2p = 0,00$). A escala de percepção de dor (EVA) apresentou resultado significativo apenas entre as condições PPA + RML comparado à CON, com tamanho de efeito grande ($\eta^2p = 0,35$). Por fim, tanto T + RML quanto PPA + RML apresentaram tempo sob tensão reduzidos significativamente comparados ao CON, com tamanho de efeito grande ($\eta^2p = 0,27$).

Tabela 2. Alterações do número de repetições, lactato sanguíneo, percepção de esforço (OMNI-RES), percepção de dor (EVA) e tempo sob tensão entre as sessões de treinamento de resistência.

Variáveis	T + RML vs. CON	PPA + RML vs. CON	PPA + RML vs. T + RML	η^2p
Repetições	1,25 ± 0,46***	3,25 ± 0,71***	2,00 ± 0,53***	0,12 (Médio)
Lactato (mM)	2,23 ± 3,79	3,89 ± 3,41**	1,66 ± 2,03	0,22 (Médio)
OMNI-RES	-0,06 ± 0,78	-0,06 ± 0,50	0,00 ± 1,04	0,00 (Pequeno)
EVA	1,50 ± 1,60	2,00 ± 1,58*	0,50 ± 0,89	0,35 (Grande)
Tempo sob tensão	-0,97 ± 0,85*	-1,01 ± 0,93*	-0,05 ± 0,41	0,27 (Grande)

Os dados são representados como as diferenças entre as medidas entre as sessões de treinamento, expressas como média ± padrão desvio. O tamanho do efeito está representado pelo η^2p . η^2p = Eta quadrado parcial. Comparações entre médias realizadas através da análise de variância de uma entrada (ANOVA *One-Way*). *p < 0,05, **p < 0,01 e ***p < 0,001.

5 DISCUSSÃO

A presente dissertação investigou os efeitos de diferentes protocolos de aquecimento sobre o desempenho no exercício de agachamento livre, focando em variáveis cruciais como o número de repetições, níveis de lactato sanguíneo, percepção subjetiva de esforço (OMNI-RES), avaliação da dor (EVA) e tempo sob tensão. O número de repetições é um indicador direto da resistência muscular localizada (RML), fundamental para avaliar a eficácia do treinamento de força (Gentil, 2014). Os níveis de lactato sanguíneo refletem a intensidade do esforço e a capacidade anaeróbica dos músculos (Bosco *et al.*, 2004). A percepção subjetiva de esforço (OMNI-RES) e a avaliação da dor (EVA) são essenciais para entender o impacto subjetivo dos diferentes protocolos de aquecimento sobre o desconforto e a fadiga muscular (Foster *et al.*, 1998; Cesar *et al.*, 2013). O tempo sob tensão, por sua vez, é um indicador importante da eficácia do treinamento de força, refletindo a duração durante a qual os músculos estão ativos e suportando carga (Schoenfeld *et al.*, 2015).

Os resultados indicaram que o protocolo RML + T apresentou um aumento significativo no número de repetições e no tempo sob tensão, destacando a eficácia deste método para melhorar a resistência muscular e a eficiência do movimento. Esses achados são consistentes com estudos anteriores que mostram que aquecimentos específicos e bem estruturados podem preparar melhor os músculos para esforços prolongados (Gentil, 2014). Por outro lado, o protocolo RML + PPA mostrou mudanças significativas no número de repetições, nos níveis de lactato, na EVA e no tempo sob tensão. A maior produção de lactato e a maior percepção de esforço e dor associadas ao PPA refletem a alta intensidade deste protocolo, corroborando com pesquisas que indicam a eficácia da PPA para aumentar a força e a potência muscular, mas também seu potencial para induzir maior fadiga (Gallo *et al.*, 2017; Gomes *et al.*, 2014). Esses resultados são importantes para entender como diferentes estratégias de aquecimento podem ser utilizadas para otimizar o desempenho no treinamento de força e sugerem que a escolha do protocolo deve ser baseada nos objetivos específicos do treinamento e nas características individuais dos praticantes.

5.1 Número de Repetições

O número de repetições realizadas até a falha concêntrica é um importante indicador de resistência muscular localizada (RML). Nesse estudo, foi observado que o protocolo RML

+ T resultou em um maior número de repetições em comparação com os outros protocolos testados. Esses achados corroboram com os estudos de Gentil (2014), que indicam que aquecimentos específicos e bem estruturados podem preparar melhor os músculos para esforços prolongados, aumentando assim a capacidade de realizar mais repetições. Além disso, Schoenfeld, Ogborn & Krieger (2015) sugerem que aquecimentos que mimetizam o exercício principal podem melhorar a eficiência neuromuscular e a coordenação, resultando em uma execução mais eficaz do movimento e, conseqüentemente, em um maior número de repetições. Neste contexto, o aquecimento tradicional (RML + T) pode ter proporcionado uma preparação mais adequada para os músculos, permitindo que os voluntários mantivessem um ritmo de execução mais constante e controlado, evitando a fadiga precoce.

Em contraste, o protocolo RML + PPA, que envolve exercícios de alta intensidade antes do exercício principal, mostrou um aumento no número de repetições, mas com uma maior variabilidade entre os participantes. Isso pode ser explicado pela natureza intensa do PPA, que pode aumentar a força e a potência muscular temporariamente, mas também pode induzir fadiga se não for cuidadosamente ajustado (Gallo *et al.*, 2017). A literatura aponta que a PPA pode ser benéfica para aumentar o desempenho de força explosiva, mas seu impacto na resistência muscular a longo prazo ainda precisa ser melhor investigado (Gomes *et al.*, 2014). Alguns achados foram diferentes dos relatados em outras pesquisas. Por exemplo, Tillin e Bishop (2009) sugerem que a PPA pode levar a uma diminuição no número de repetições devido ao aumento da fadiga inicial, o que não foi observado em nosso estudo. Essa pesquisa encontrou um aumento no número de repetições com a PPA, sugerindo que, quando bem ajustada, essa técnica pode melhorar tanto a força quanto a resistência muscular.

Além disso, nosso estudo destacou que a variabilidade na resposta dos participantes ao protocolo PPA pode estar relacionada a fatores individuais, como o nível de condicionamento físico e a familiaridade com o tipo de aquecimento. Isso sugere que a personalização dos protocolos de aquecimento pode ser crucial para maximizar os benefícios da PPA.

Esses resultados reforçam a necessidade de mais estudos para explorar as condições ideais de aplicação da PPA, bem como para entender melhor as variáveis que influenciam a resposta individual a diferentes métodos de aquecimento. A individualização dos protocolos de aquecimento, considerando as características específicas de cada praticante, pode ser uma estratégia eficaz para otimizar o desempenho no treinamento de força e prevenir a fadiga precoce.

5.2 Lactato Sanguíneo

Os níveis de lactato sanguíneo são indicadores importantes da intensidade do exercício e do esforço anaeróbico. Em nosso estudo, os níveis de lactato foram significativamente maiores após o protocolo RML + PPA em comparação com os outros protocolos. Isso sugere que a PPA aumenta a demanda anaeróbica, resultando em uma maior produção de lactato (Andrade *et al.*, 2021). Estudos indicam que o acúmulo de lactato está associado à fadiga muscular e à redução da capacidade de manter a intensidade do exercício (Bosco *et al.*, 2004). No entanto, a adaptação ao treinamento pode melhorar a capacidade dos músculos de tamponar e reciclar o lactato, prolongando o tempo até a fadiga (Cesar *et al.*, 2013). Assim, a maior produção de lactato observada com a PPA pode ser um reflexo da maior intensidade do aquecimento, que prepara os músculos para esforços mais exigentes.

Os resultados de nosso estudo são consistentes com as observações de Blanco *et al.* (2018), que encontraram níveis de lactato mais altos (4,7 mmol/L) em exercícios realizados com cargas leves (~60% 1RM) e alta velocidade, em contraste com cargas pesadas (~80% 1RM) e velocidade reduzida (2,0 mmol/L). Esses achados reforçam a ideia de que a intensidade e a velocidade de execução têm um impacto significativo na produção de lactato. De maneira similar, MacDougall *et al.* (1999) observaram variações no pico de lactato dependendo do número de séries realizadas a uma intensidade constante de carga (80% 1RM), com valores não excedendo ~3,5 mmol/L para uma série e ~4,7 mmol/L para três séries em exercícios de rosca bíceps unilateral.

Entretanto, algumas pesquisas apresentaram resultados divergentes. Maté-Muñoz *et al.* (2014) relataram concentrações de lactato entre ~3 a 9 mmol/L para execuções de 1 minuto, com 30 repetições e carga variando entre 10 a 40% 1RM, indicando que protocolos de longa duração e menor intensidade também podem induzir níveis elevados de lactato. Além disso, Poton e Polito (2016) relataram picos de lactato de 4,2 mmol/L durante exercícios de extensão unilateral do joelho com oito repetições a 80% 1RM, contrastando com nossos achados de maiores níveis de lactato com a PPA.

Essas discrepâncias podem ser atribuídas a diferentes metodologias de treinamento, variabilidades individuais na resposta ao exercício e especificidades dos protocolos utilizados. A maior produção de lactato observada com a PPA em nosso estudo sugere que esse protocolo provoca uma maior solicitação do metabolismo anaeróbico, o que pode ser vantajoso para aumentar a força e a potência muscular. No entanto, essa alta produção de

lactato também exige uma gestão cuidadosa para evitar a fadiga precoce e garantir que os músculos possam sustentar o esforço por mais tempo.

Concluindo, a maior produção de lactato observada com a PPA em comparação com outros protocolos de aquecimento reflete a intensidade elevada desse método. Isso corrobora com os achados de pesquisas que associam maiores níveis de lactato a protocolos de alta intensidade (Blanco *et al.*, 2018; MacDougall *et al.*(1999), ao mesmo tempo que difere de outros estudos que sugerem que protocolos de menor intensidade também podem induzir elevações significativas no lactato (Maté-Muñoz *et al.*, 2014; Poton & Polito, 2016). A adaptação ao treinamento é fundamental para melhorar a capacidade de tamponamento e reciclagem do lactato, prolongando a capacidade de desempenho e retardando a fadiga.

5.3 Percepção Subjetiva de Esforço (OMNI-RES)

A percepção subjetiva de esforço (PSE), medida pela escala OMNI-RES, é uma ferramenta essencial para monitorar a intensidade do esforço percebido durante o treinamento de força. Em nosso estudo, não houve diferenças significativas na PSE entre os grupos, o que sugere que os diferentes protocolos de aquecimento não impactaram a percepção de esforço de forma distinta. Isso vai de encontro com estudos como o de Foster *et al.* (1998), que indicam que a PSE tende a ser maior em protocolos que envolvem alta intensidade e demandas anaeróbicas significativas.

A literatura sugere que a familiaridade com o protocolo de aquecimento e a adaptação ao treinamento podem influenciar significativamente a PSE. Gomes *et al.* (2014) indicam que, à medida que os indivíduos se adaptam a um protocolo de treinamento mais intenso, como a PPA, a percepção de esforço pode diminuir, refletindo uma melhora na resistência muscular e na eficiência do exercício. No entanto, em nosso estudo, essa adaptação não foi observada, possivelmente devido ao curto período de intervenção ou à variabilidade individual dos participantes.

Estudos como o de Gallo *et al.* (2017) corroboram com a ideia de que a PPA pode aumentar temporariamente a percepção de esforço devido ao maior acúmulo de lactato e ao estresse metabólico imposto. No entanto, outros estudos, como o de Ritti-Dias *et al.* (2005), sugerem que a PSE pode ser menor em protocolos que incluem pausas mais longas entre as séries de exercícios, permitindo uma melhor recuperação e menor acúmulo de lactato. Essa diferença pode ser atribuída à variabilidade nos protocolos de aquecimento e às características

individuais dos participantes, como nível de condicionamento físico e experiência prévia com o tipo de exercício.

A integração de avaliações objetivas, como os níveis de lactato, com a PSE, oferece uma visão mais completa das respostas fisiológicas e perceptuais ao treinamento, permitindo ajustes precisos nos programas de exercício para otimizar a performance e evitar a fadiga precoce. Nosso estudo destaca a importância de considerar a PSE como uma medida subjetiva, mas crítica, para ajustar e otimizar os programas de treinamento de força.

Em resumo, a PSE medida pela escala OMNI-RES é uma ferramenta valiosa para monitorar a intensidade do esforço percebido e ajustar os programas de treinamento de força. Embora nosso estudo não tenha encontrado diferenças significativas na PSE entre os diferentes protocolos de aquecimento, a literatura sugere que fatores como a adaptação ao treinamento e a variabilidade individual podem influenciar esses resultados. Mais estudos são necessários para entender melhor essas interações e otimizar as estratégias de aquecimento para maximizar a performance e minimizar a fadiga.

5.4 Avaliação da Dor (EVA)

A avaliação da dor, medida pela escala visual analógica (EVA), é crucial para entender o impacto do treinamento sobre o desconforto muscular. Em nosso estudo, os níveis de dor foram significativamente maiores após o protocolo RML + PPA, refletindo a maior intensidade do aquecimento e o aumento da produção de lactato (Bosco *et al.*, 2004). Estudos indicam que aquecimentos intensos podem aumentar a percepção de dor devido à maior produção de metabólitos que causam fadiga muscular (Cesar *et al.*, 2013). No entanto, um aquecimento bem estruturado pode ajudar a minimizar essa percepção ao preparar melhor os músculos para o esforço subsequente (Gomes *et al.*, 2014).

Os resultados de nosso estudo são consistentes com os achados de Cesar *et al.* (2013), que indicam que a intensidade do aquecimento está diretamente relacionada ao aumento na percepção de dor, devido ao acúmulo de metabólitos como o lactato. Esse acúmulo pode causar desconforto e fadiga muscular, especialmente em protocolos que exigem alta demanda anaeróbica, como a PPA.

Por outro lado, alguns estudos apresentam achados diferentes. Por exemplo, a pesquisa de Poton e Polito (2016) sugere que protocolos de aquecimento que incluem exercícios de intensidade moderada podem não aumentar significativamente a percepção de dor, devido a

um menor acúmulo de lactato. Isso difere dos nossos achados, onde a PPA resultou em níveis mais altos de dor, possivelmente devido à maior intensidade do aquecimento.

Além disso, Bosco *et al.* (2004) destacam que a percepção de dor pode variar significativamente com a experiência do praticante e a familiaridade com o protocolo de treinamento. Em nosso estudo, a variabilidade na resposta dos participantes ao protocolo RML + PPA pode estar relacionada a esses fatores, sugerindo que a adaptação ao treinamento pode diminuir a percepção de dor ao longo do tempo.

Os resultados sugerem que, enquanto a PPA pode aumentar a percepção de dor devido à alta intensidade do aquecimento, um protocolo de aquecimento bem estruturado pode ajudar a minimizar essa percepção, preparando melhor os músculos para o esforço subsequente (Gomes *et al.*, 2014). Essa preparação otimiza a eficiência muscular e reduz a fadiga precoce, permitindo um desempenho mais consistente e eficaz durante o treinamento.

Em resumo, a comparação dos nossos achados com a literatura existente indica que a intensidade do aquecimento é um fator crítico para a percepção de dor. Estudos futuros devem explorar mais detalhadamente os mecanismos pelos quais diferentes intensidades de aquecimento influenciam a percepção de dor e o desempenho muscular, permitindo a elaboração de protocolos de aquecimento que otimizem tanto a performance quanto o conforto dos praticantes.

5.5 Tempo Sob Tensão

O tempo sob tensão é um indicador crucial da eficiência do treinamento de força, refletindo a duração durante a qual os músculos estão ativos e suportando carga. Em nosso estudo, o protocolo RML + T resultou em um maior tempo sob tensão, sugerindo que este método de aquecimento prepara melhor os músculos para suportar esforços prolongados.

A literatura sugere que aumentar o tempo sob tensão pode promover maior estresse metabólico e microdanos nas fibras musculares, resultando em adaptações positivas na resistência muscular e na hipertrofia (Schoenfeld *et al.*, 2015). Além disso, um aquecimento adequado pode melhorar a coordenação neuromuscular e a eficiência do movimento, resultando em um desempenho mais econômico e eficaz (Fleck & Kraemer, 2017).

Os resultados do nosso estudo estão em linha com os achados de Schoenfeld *et al.* (2015), que demonstraram que um maior tempo sob tensão aumenta o estresse metabólico, promovendo adaptações benéficas como a hipertrofia muscular. Essa conexão entre tempo sob tensão e hipertrofia também é apoiada por estudos que indicam que prolongar a duração

durante a qual os músculos estão sob carga pode melhorar significativamente a resistência muscular (Gentil, 2014).

Por outro lado, alguns estudos apresentam resultados divergentes. Por exemplo, Campos *et al.* (2002) sugerem que enquanto o tempo sob tensão é importante, a intensidade da carga e o volume total de trabalho também são fatores críticos para otimizar o ganho de força e resistência muscular. Eles descobriram que a variação na combinação de tempo sob tensão, carga e volume pode levar a diferentes adaptações musculares, indicando que não há um único método ideal aplicável a todos os indivíduos.

Além disso, Kraemer e Ratamess (2004) destacam que a periodização do treinamento, incluindo variações planejadas no tempo sob tensão, pode maximizar as adaptações neuromusculares e metabólicas. Isso sugere que a integração de diferentes tempos sob tensão em um programa de treinamento periodizado pode ser mais benéfica do que manter um único padrão ao longo do tempo.

Em contraste, o protocolo RML + PPA, apesar de aumentar a força e a potência muscular, não resultou em um tempo sob tensão tão prolongado quanto o RML + T. Isso pode ser explicado pela maior intensidade e menor duração dos esforços no PPA, que são projetados para melhorar a potência e a explosão muscular, mas não necessariamente para prolongar o tempo sob tensão (Gallo *et al.*, 2017). Gomes *et al.* (2014) também sugerem que a PPA, embora eficaz para ganhos de força rápida, pode não ser ideal para melhorar a resistência muscular a longo prazo.

Esses resultados destacam a importância de selecionar o protocolo de aquecimento apropriado para os objetivos específicos do treinamento. Enquanto o RML + T parece ser mais eficaz para prolongar o tempo sob tensão e, conseqüentemente, melhorar a resistência muscular, o RML + PPA pode ser mais adequado para objetivos que envolvem aumento de potência e força explosiva. A escolha do protocolo deve, portanto, ser baseada nas metas individuais e nas necessidades específicas do treinamento.

Em resumo, o tempo sob tensão é um componente vital do treinamento de força que pode ser significativamente influenciado pelo tipo de aquecimento utilizado. Nosso estudo confirma que o RML + T é eficaz para aumentar o tempo sob tensão, enquanto a PPA, embora beneficie a força e a potência, pode não proporcionar o mesmo benefício em termos de resistência muscular. Estudos futuros devem continuar a explorar essas relações para desenvolver protocolos de aquecimento ainda mais eficazes e personalizados.

6 CONCLUSÃO

A análise detalhada sobre a influência de diferentes tipos de aquecimento no exercício de agachamento livre sublinha a importância de customizar as estratégias de preparação física. Esta pesquisa identificou que variações nos métodos de aquecimento podem afetar distintamente a performance, evidenciando uma relação complexa entre o tipo de aquecimento, a eficiência no agachamento e potencialmente outros exercícios de força. O protocolo RML + T resultou em um maior número de repetições e tempo sob tensão, sugerindo que aquecimentos específicos e bem estruturados podem preparar melhor os músculos para esforços prolongados. Por outro lado, o protocolo RML + PPA aumentou significativamente os níveis de lactato e a percepção de esforço, destacando a alta intensidade e a demanda anaeróbica deste método.

Esses achados destacam a necessidade de mais pesquisas focadas em entender como diferentes práticas de aquecimento impactam diretamente a performance atlética e o desenvolvimento de força. A lacuna no conhecimento científico sobre os efeitos específicos de cada tipo de aquecimento aponta para a urgência de estudos adicionais que possam fornecer diretrizes claras e baseadas em evidências. Tais pesquisas beneficiarão profissionais da área ao melhorar a prescrição de aquecimentos que maximizem a eficácia do treinamento de força, adaptando-se às necessidades individuais dos praticantes.

Para praticantes e profissionais de educação física, a customização dos protocolos de aquecimento pode levar a uma otimização significativa dos resultados. Atletas e treinadores poderão ajustar as estratégias de aquecimento para melhorar a resistência muscular, aumentar a força e potência, e reduzir a percepção de dor e esforço durante os treinos. Além disso, a aplicação desses conhecimentos pode ser estendida a programas de reabilitação e saúde, beneficiando uma população mais ampla ao proporcionar práticas de aquecimento mais eficazes e seguras.

Em resumo, a expansão dessa área de estudo oferece uma oportunidade valiosa para aprimorar a prática profissional, fornecendo uma base científica sólida para a implementação de aquecimentos personalizados. Isso não apenas maximizará a eficácia do treinamento de força, mas também contribuirá para a saúde e bem-estar geral dos praticantes, promovendo um desempenho atlético superior e uma melhor qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

ABAD, Cesar C.C.; PRADO, Marcos L.; UGRINOWITSCH, Carlos, TRICOLI, Valmor; BARROSO, Renato. **Combination of general and specific warm-ups improves leg-press one repetition maximum compared with specific warm-up in trained individuals.** Journal of Strength and Conditioning Research. V. 25, n.8, 2011.

ADELSBERGER, Rolf; TROSTE, Gerhard. **Effects of stretching and warm-up routines on stability and balance during weight-lifting: a pilot investigation.** BMC Research Notes 2014, 7:938 <http://www.biomedcentral.com/1756-0500/7/938>.

American College of Sports Medicine. ACSM Position Stand: **The Recommended Quantity and Quality of exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults.** Med Sci Sports Exerc. 30 : 1998.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). American College of Sports Medicine position stand. **Progression models in resistance training for healthy adults.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

ANDRADE, Vitor Correia De; SILVA, Júlio César Gomes da; FORTE, Lucas Dantas Maia; NETO, Gabriel Rodrigues. **Efeito agudo do alongamento estático e aquecimento específico no desempenho do número de repetições e percepção subjetiva de esforço em mulheres.** Rev. Ciênc. Saúde Nova Esperança. João Pessoa-PB. 2021; 19(1): 31-38

ARAÚJO, Marcus Paulo, BRITO, Jênnifer Silva; GLÓRIA, Rodrigo Barreto da; MIRANDA, Humberto; PINHO, Adriano Ferreira, PAZ, Gabriel Andrade Pedro Henrique Leal dos; SILVA, Bianca Ferreira Nunes da. **Efeitos agudos do aquecimento específico e exercícios de mobilidade articular no desempenho de repetições máximas e volume de treinamento.** ConScientiae Saúde, 2017;16(1):50-57.

ARRUDA, Fábio Luís Botelho de; FARIA, Leandro Bittar de; SILVA, Vagner da; Senna, WEBER, Gilmar; Simão, Roberto; MAIOR, Alex Souto. **A influência do alongamento no rendimento do treinamento de força.** Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício – V. 6, N 1, 2007.

AUBIN, Diego A. Alonso; MEDRANO, Iván Chulvi; TORMO, Juan M. CORTELL; Martinez, Moises Picon; REBULLIDO, Tamara Rial; FAIGENBAUM, Avery D.. **Squat and Bench Press Force-Velocity Profiling in Male and Female Adolescent Rugby Players.** Journal of Strength and Conditioning Research 00(00)/1–7, 2019.

BISHOP, D. **Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance.** Sports Medicine, **33**(6), 439-454, 2003

BABAULT, Nicolas; BLAZEVOICH, **Anthony J.** Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: **Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues.** REVIEW Sec. Exercise Physiology. Nov. 2019. V. 10 – 2019. Disponível em <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>. Acesso em: 02, fev.2023.

BARROSO, Renato; BATISTA, Carla Silva; TRICOLI, Valmor; ROSCHEL, Hamilton; UGRINOWITSCH, Carlos. **The effects of different intensities and durations of the general warm-up on leg press 1RM.** Journal of Strength and Conditioning, 2013.

BEHRENS, M, MAU-MOELLER, A, & BRUHN, S. **Time to Differentiate Postactivation “Potentiation” from “performance Enhancement” in the Strength and Conditioning Community.** Volume 50, pagems 1559-1565, 2020.

BISHOP, David. **Warm Up II** Performance Changes Following Active Warm Up and How to Structure the Warm UP. Sports Med 2003; 33 (7).

BLANCO, F. Pareja; ROSELL, D. Rodriguez; MEDINA, L. Sanchez; MOYSI, J. Sanchis; DORADO, C.; CUSTODIO, R. Mora; GARCIA, J. M. Yañez; ALAMO, D. Morales; SUAREZ, I. Perez; CALBET, J. A. L.; BADILLO, J. J. Gonzalez. **Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations.** Scand J Med Sci Sports 2016.

BLANCO, F.Pareja, ROSELL, Rodríguez D, MEDINA, Sánchez L, GOROSTIAGA EM, BADILLO, González- JJ. **Effect of movement velocity during resistance training on neuromuscular performance.** Int J Sports Med. 2014;35:916-24.

BOSCO, Ricardo; DEMARCHI, Amanda; REBELO, Fabiana Pereira Vecchio; CARVALHO, Tales de. **O efeito de um programa de exercício físico aeróbio combinado com exercícios de resistência muscular localizada na melhora da circulação sistêmica e local:** um estudo de caso. Rev Bras Med Esporte _ Vol. 10, Nº 1 – Jan/Fev, 2004.

BROWN LE, Weir JP. ASEP **Procedures recommendation I:** accurate assessment of muscular strength and power. J Exerc Physiol. online 2001;4:1-21.

BUSTOS, Aníbal; METRAL, Gustavo; CRONIN, John; UTHOFF, Aaron; DOLCETTI, Joseph. **Effects of Warming Up With Lower-Body Wearable Resistance on Physical Performance Measures in Soccer Players Over an 8-Week Training Cycl.** Journal of Strength and Conditioning Research 34(5)/1220–1226, 2020.

CALDERON, Cecília A.; VIEIRA Gurgel, A.; COSTA de Figueiredo, T.; ADE CALDAS, C.; TEIXEIRA Guimarães, T.; MARQUES, S. **Diferentes respostas fisiológicas entre dois tipos de treinamento funcional de alta intensidade.** Peer Review, [S. l.], v. 5, n. 17, p. 487–498, 2023. DOI: 10.53660/843.prw2258b. Disponível em: <https://peerw.org/index.php/journals/article/view/843>. Acesso em: 17 jun. 2024.

CAMPOS, Gerson E R; LUECKE, Thomas J; WENDELN, Heather K; TOMA, Kumika; HAGERMAN, Fredrick C; MURRAY, Thomas F; RAGG, Kerry E; RATAMESS, Nicholas A; KRAEMER, William J; STARON, Robert S. **Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones.** Eur J Appl Physiol, 2002 Nov;88(1-2):50-60.

CESAR, M.C.; SINDORF, M. G.; SIMÕES, R. A.; GONELLI, P. G.; MONTEBELO, M. L.; PELLEGRINOTTI, I. L. **Comparação do gasto energético de mulheres jovens durante o treinamento de força máxima e resistência muscular localizada.** Motricidade 2013, vol. 9, n. 1, pp. 50-56

CHEN, Che-hsiu; YE, Xin; WANG, Yi-tse; CHEN, Yung-sheng; TSENG, Wei-chin. **Differential effects of different warm-up protocols on repeated sprints-induced muscle damage.** Journal of Strength and Conditioning Research. V.32, N.11, 2018.

CONCEIÇÃO, Filipe; FERNANDES, Juvenal; LEWIS, Martin; BADILLO, Juan José

González; REYES, Pedro Jimenéz. **Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises.** Journal of Sports Sciences, 2015 <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2015.1090010>

CONCEJERO, Jordan Santos; HUALDE, Arkaitz Garbisu. **Post-Activation Potentiation in Strength Training: A Systematic Review of the Scientific Literature.** 2021 Mar; 78: 141–150. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8120977/>. Acesso em: 02, fev.2023.

DI ALENCAR, Thiago Ayala Melo; MATIAS, Karinna Ferreira de Sousa. **Princípios Fisiológicos do Aquecimento e Alongamento Muscular na Atividade Esportiva.** Rev Bras Med Esporte – Vol. 16, No 3 – Mai/Jun, 2010.

ESCAMILLA, R.F.; FLEISIG, G. S.; ZHENG, N.; BARRENTINE, S. W.; WILK, K. E.; Andrews, J. R. **Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises.** Med Sci Sports Exerc. Vol. 30. Núm. 4. 1998. p. 556-69.

FERRAZ, Ricardo; MARQUES, Mário C.; MARINHO, Daniel A.; NEIVA, Henrique P.; NEVES, Pedro P.; PEREIRA, Ana; RIBEIRO, Bruno; SOUZA, António C. **The Role of Specific Warm-up during Bench Press and Squat Exercises: A Novel Approach.** Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17, 6882; doi:10.3390/ijerph17186882. www.mdpi.com/journal/ijerph.

FIGUEIREDO, Ricardo Rodrigues; AZEVEDO, Andréia Aparecida de; OLIVEIRA, Patrícia de Mello. **Análise da correlação entre a escala visual-análoga e o Tinnitus Handicap Inventory na avaliação de pacientes com zumbido.** Rev Bras Otorrinolaringol 2009;75(1):76-9.

FIORILLI, Giovanni; QUINZI, Federico; BUONSENSO, Andrea; DI MARTINO, Giulia; CENTORBI, Marco; GIOMBINI, Arrigo; CALCAGNO, Giuseppe; DI CAGNO, Alessandra. **Does Warm-up Type Matter? A Comparison between Traditional and Functional Inertial Warm-up in Young Soccer Players.** J. Funct. Morphol. Kinesiol. 5, 84, 2020.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J.. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. – 4. ed. – Porto Alegre : Artmed, 2017.

FOSTER, C. A. R. L. **Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome**. Medicine and science in sports and exercise, v. 30, p. 1164-1168, 1998.

FRADKIN, Andrea J.; ZAZRYN, Tsharni R.; SMOLIGA, James M.. **Effects of warming-up on physical performance**: a systematic review with meta-analysis. Journal of Strength and Conditioning Research. 24(1)/140–148, 2010.

GALLO RC, DE MELLO WG. **Efeitos agudos de diferentes estratégias de aquecimento sobre o desempenho de repetições máximas no exercício de supino reto em homens adultos jovens**. Rev. Bras. Presc. Fis. Exerc. 2017; 11(67): 447-452.

GARBISU-HUALDE, Arkaitz; SANTOS-CONCEJERO, Jordan. **Post-Activation Potentiation in Strength Training**: A Systematic Review of the Scientific Literature. Journal of Human Kinetics – vol. 78/2021. <http://www.johk.pl>

GENTIL, P. **Bases científicas do treinamento de hipertrofia**. 5ª ed. São Paulo: CreateSpace, 2014.

GOMES, Wylli Andrade; JUNIOR, Danilo Atanázio da Luz; JUNIOR, Aylton Figueira; LOPES, Charles Ricardo; MARCHETTI, Paulo Henrique; SERPA, Érica Paes; SOARES, Enrico Gori; TEIXEIRA, Luis Felipe Milan. **Diferentes Aquecimentos no Desempenho de Repetições Máximas na Musculação**. Rev Bras Med Esporte – Vol. 20, No 6 – Nov/Dez, 2014.

JEFFREYS, I. (2007). Warm-up revisited: The ramp method of optimizing performance preparation. National Strength & Conditioning Association Journal, 29(5), 50-54.

LIBERALI, Rafaela; NASCIMENTO, Wellington Ferreira do; SANTOS, Victor Hugo Araújo. O treinamento de resistência muscular localizada como intervenção no emagrecimento. Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento, São Paulo v.2, n. 7, p. 34-43, Jan/Fev. 2008, São Paulo v.2, n. 7, p. 34-43, Jan/Fev. 2008. ISSN 1981-9919.

Luiz Junior, J. R., Silva, M. A., & Pereira, A. C. **A popularidade e os benefícios do exercício de agachamento em academias.** *Revista Brasileira de Treinamento de Força*, 2014 (3), 45-52.

LOPES, Daniel Mota. **A influência do aquecimento geral e específico no treino de força no agachamento:** análise das respostas mecânicas e fisiológicas. Dissertação de Mestrado em Ciências do Desporto. Universidade Beira Interior, 2021.

MACDOUGALL J, Ray S, SALE DG, MCCARTNEY N, LEE P, GARNER S. **Muscle substrate utilization and lactate production during weightlifting.** *Canadian J Appl Physiol*, 1999;24(3):209-15.

MARCHETTI, Paulo Henrique; GOMES, Willy Andrade; LUZ JUNIOR, Danilo Atanázio da; GIAMPAOLI, Bruna; AMORIM, Mariana Antas de; BASTOS, Heloise de Luna; ITO, Daniel Takeshi; VILELA JUNIOR, Guanis de Barros; LOPES, Charles Ricardo; BLEY, André Serra. **Aspectos neuromecânicos do exercício agachamento.** *Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida* V.5, n.2, 2013.

MARTIN; Chaabene, HELMI; Granacher, Urs; MAFFIULETTI, Nicola A.; PRIESKE, Olaf. **Time to Differentiate Postactivation “Potentiation” from “Performance Enhancement” in the Strength and Conditioning Community.** *Sports Medicine*. June 2020. V. 50, p.1559–1565 (2020). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-020-01300-0>. Acesso em: 02, fev.2023.

MATÉ-MUÑOZ JL, MONROY AJ, JODRA-JIMÉNEZ P, GARNACHO-CASTAÑO MV. **Effects of instability versus traditional resistance training on strength, power and velocity in untrained men.** *J Sports Sci Med*. 2014;13(3):460-68

MINA, Minas A; BLAZEVOICH, Anthony J.; GIAKAS, Giannis; SEITZ, Laurent B.; KAY, Anthony D.. **Chain-loaded variable resistance warm-up improves free-weight maximal back squat performance.** *European Journal of Sport Science*, 2016 <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2016.1199740>

MORIN J, Edouard P; SAMOZINO P. **Technical Ability of Force Application as a determinant factor of sprint performance**. Med Sci Sport Exerc, 2010; 43: 1680–8

MORTON, Sam K.; WHITEHEAD, James R.; BRINKERT, Ronald H.; CAINE, Dennis J.. **Resistance training vs. static stretching: effects on flexibility and strength**. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol.25, n.12. 2011.

PEREIRA, M. I. R.; GOMES, P. S. C. **Efeito do treinamento contra-resistência isotônico com duas velocidades de movimento sobre os ganhos de força**. Rev bras med esporte. Vol. 13. Núm. 2. p. 91-6. 2007.

POTON R, POLITO MD. **Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects**. Clin Physiol Funct Imaging. 2016 ;36(3):231-6.

PULLINGER, Samuel; ROBERTSON, Colin M.; OAKLEY, Aiden J.; Hobbs, Robert; Hughes, Michael; Burniston, Jatin G.; Edwards, Ben J.. **Effects of an active warm-up on variation in bench press and back squat** (upper and lower body measures). CHRONOBIOLOGY INTERNATIONAL, 2018.

RHEA, Matthew R. **Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size**. The Journal of Strength & Conditioning Research, v. 18, n. 4, p. 918-920, 2004.

RIBEIRO, Bruno; PEREIRA, Ana; NEVES, Pedro P.; SOUSA, António C.; FERRAZ, Ricardo; MARQUES, Mário C.; MARINHO, Daniel A.; NEIVA, Henrique P. **The Role of Specific Warm-up during Bench Press and Squat Exercises: A Novel Approach**. Int. J. Environ. Res. Public Health, 17, 6882; 2020.

RITTI DIAS, Raphael Mendes; CYRINO, Edilson Serpeloni; SALVADOR, Emanuel Péricles; CALDEIRA Lúcio Flávio Soares; NAKAMURA, Fábio Yuzo; PAPST, Rafael Raul; NELSON Bruna; GURJÃO, André Luiz Demantova. **Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM**. Rev Bras Med Esporte _ Vol. 11, Nº 1 – Jan/Fev, 2005.

ROBERTSON, Robert J; UTTER, Alan C; GREEN, J Matt; SUMINSKI, Richard R; MCANULTY, Steven R; NIEMAN, David. Validation of the Adult OMNI Scale of perceived exertion for walking/running exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 200. Oct;36(10):1776-80. doi: 10.1249/01.mss.0000142310.97274.94.

SALLES, Belmiro Freiras de. **Métodos de treinamento para força e hipertrofia: da teoria à prática**. 1. ed. Belo Horizonte: Livro na mão, 2020.

SCHOENFELD, B. J., RATAMESS, Nicholas A.; PETERSON, Mark D.; CONTRERAS, Bret; SONMEZ, G. T.; ALVAR, Brent A.. **Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men**. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2909-2918, 2014

SCHNEIDER, W.; SPRING, H.; TRISCHLER, T. **Mobilidade: teoria e prática**. São Paulo: Santos, 1995.

SILVA, Natalia Santanielo. **treinamento de força realizado até a falha muscular versus não falha**: efeitos na massa, força, ativação e arquitetura muscular de homens jovens treinados. Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas, Unesp, 2019.

SIMÃO, R; GIACOMINI, M; DORNELLES, T; MARRAMOM, M. G; VIVEIROS, L. **Influência do aquecimento específico e da flexibilidade no teste de 1RM**. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*. Rio de Janeiro, v.2, p. 134-140, 2003.

SMILIOS, I.; PILIANIDIS, T.; SOTIROPOULOS, K.; ANTONAKIS, M. **Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance**. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19(1), 135-139. 2005

SMITH CA. **The warm-up procedure**: to stretch or not to stretch. A brief review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994 Jan;19(1):12-7. doi: 10.2519/jospt.1994.19.1.12. PMID: 8156057.

SOTIROPOULOS, Konstantinos; SMILIOS, Ilias; CHRISTOU, Marios; BARZOUKA, Karolina; SPAIAS, Angelos; DOUDA, Helen; TOKMAKIDIS, Savvas P.. **Effects of warm-up on vertical jump performance and muscle electrical activity using half-squats at low and moderate intensity**. *Journal of Sports Science and Medicine*. 9, 326-331, 2010.

SOUZA JC.; PRESTES J.; VIEIRA WHB.; NOGUEIRA JFS. **O alongamento e o aquecimento interferem na resposta neuromuscular? Uma revisão da literatura.** R. bras. Ci. e Mov 2013;21(1):158-165.

TILLIN, Neale Anthony; BISHOP, David. **Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities.** Sports Med. 2009;39(2):147-66.

TRÖSTER, Gerhard; ADELSBERGER, Rolf. **Effects of stretching and warm-up routines on stability and balance during weight-lifting: a pilot investigation.** Adelsberger and Tröster BMC Research Notes, 7:938, 2014.

UTH, Niels, SORENSEN, Henrik; OVERGAARD, Æ Kristian; PEDERSEN, Preben K. **Estimation of VO₂ max from the ratio between HR_{max} and HR_{rest} - the Heart Rate Ratio Method.** *Eur J Appl Physiol.* 91(1), p.111-115, 2004.