



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS**



PAULA ÉRICA DE OLIVEIRA

**TEMPERATURA DA PELE EM DIFERENTES REGIÕES
CORPORAIS APÓS TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA
(1RM): CORRELAÇÕES COM AS DOBRAS CUTÂNEAS E A
GORDURA CORPORAL**

Limeira
2022



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS**



PAULA ÉRICA DE OLIVEIRA

TEMPERATURA DA PELE EM DIFERENTES REGIÕES CORPORAIS APÓS TESTE DE 1RM: CORRELAÇÕES COM A GORDURA CORPORAL E DOBRAS CUTÂNEAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade
Estadual de Campinas – FCA- UNICAMP, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Ciências do Esporte

Orientadora: Profa. Dra. Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto

Coorientadora: Profa. Anita Brum Marostegan

Limeira
2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Ana Luiza Clemente de Abreu Valério - CRB 8/10669

Ol41t Oliveira, Paula Érica de, 1985-
Temperatura da pele em diferentes regiões corporais após teste de 1RM : correlações com a gordura corporal e dobras cutâneas / Paula Érica de Oliveira. – Limeira, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Fulvia de Barros Manchado Gobatto.

Coorientador: Anita Brum Marostegan.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Termografia. 2. Composição corporal. 3. Temperatura cutânea. I. Gobatto, Fulvia de Barros Manchado, 1980-. II. Marostegan, Anita Brum, 1988-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Skin temperature of different regions after 1RM test and correlations with body fat and skinfolds

Palavras-chave em inglês:

Thermography

Body composition

Skin temperature

Titulação: Bacharel em Ciências do Esporte

Banca examinadora:

Lara Soares de Araújo

Data de entrega do trabalho definitivo: 12-12-2022

Autor: Paula Érica de Oliveira

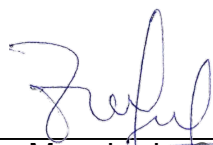
Título: Temperatura de pele de diferentes regiões após teste de 1RM e correlações com a gordura corporal e dobras cutâneas

Natureza: Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências do Esporte

Instituição: Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas

Aprovado em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto (Orientadora) – Presidente
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

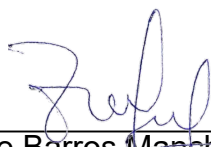


Profa. Anita Brum Marostegan – (Coorientadora)
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)



Prof. Lara Soares de Araujo – Avaliador
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

Este exemplar corresponde à versão final da monografia aprovada.



Profa. Dra. Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto (Orientadora)
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de elencar algumas pessoas para registrar meus agradecimentos durante todo esse processo de criação do referido Trabalho de Conclusão de Curso, que de maneira igualitária detém minha mais sincera gratidão. A minha orientadora Profa. Dra. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto, que me proporcionou essa experiência incrível, contribuindo para meu crescimento profissional e pessoal, de maneira tão especial e relevante. À minha coorientadora, Anita Brum Marostegan, que de forma extraordinária me auxiliou durante todo o processo do referido trabalho, pacientemente e com todo seu conhecimento acadêmico. Aos meus colegas do Laboratório de Fisiologia Aplicada ao Esporte - LAFAE. Não posso deixar de expressar minha gratidão à minha amiga e companheira de graduação, Luana Senra, que esteve junto comigo nesse processo e pôde compartilhar dos mesmos sentimentos e desafios e, dessa forma, me deu um suporte singular nos momentos que mais precisei e por fim, a todos os meus amigos e colegas que de alguma forma me encorajaram e me apoiaram para que eu pudesse concluir mais esse projeto em minha vida.

“Seja a mudança que você quer ver no mundo”
Mahatma Gandhi

DE OLIVEIRA, Paula Érica. Temperatura de pele de diferentes regiões após teste de 1RM e correlações com a gordura corporal e dobras cutâneas. Ano. 2022 nº 31. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências do Esporte). – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2022.

RESUMO

O aumento da taxa metabólica ocorre com o exercício físico que, consequentemente, eleva o calor interno do corpo. Essas respostas termorregulatórias também se diferem de acordo com a intensidade do esforço e, no que se refere à temperatura irradiada da pele, podem ser influenciadas de acordo com a composição corporal, sendo a gordura subcutânea um tecido atuante como uma barreira térmica. Uma possibilidade de monitoramento da temperatura da pele (TP) corresponde à utilização da termografia infravermelha para obter respostas térmicas de regiões de interesse, ampliando a compreensão sobre ajustes fisiológicos após o exercício físico. Entretanto, ainda são restritas as investigações sobre a temperatura de diferentes regiões corporais (i.e., mais e menos acionadas) em exercícios físicos. Essa lacuna é ainda mais pronunciada quando da análise da TP em testes de força máxima, como o protocolo de uma repetição máxima (teste de 1RM), algo que poderia ser melhor explorado se consideradas as características do teste e possíveis impactos da temperatura em sua execução. Desse modo, o objetivo do presente estudo foi investigar a temperatura da pele nas regiões do quadríceps, abdômen e peitoral logo após a realização do teste de uma repetição máxima (1 RM) executado em *leg press*. Adicionalmente, foram analisadas as correlações entre a temperatura da pele e o percentual de gordura corporal, bem como as dobras cutâneas. Para isso, 13 homens saudáveis foram submetidos às avaliações antropométricas e, posteriormente, ao teste de 1RM em *leg press* (LP), com registros termográficos (FLIROne) realizados antes e após o protocolo. Nossos resultados indicam que o teste de 1RM não foi capaz de alterar a temperatura da pele em diferentes regiões. Adicionalmente, correlações significantes e inversas foram observadas entre os registros termográficos e o percentual de gordura e as dobras cutâneas. Nossos achados contribuem com análise ainda pouco explorada no que se refere à temperatura em diferentes regiões da pele após a realização do teste de 1 RM.

Palavras-chave: Termografia. Composição corporal. Teste de 1RM. *Leg press*. Temperatura da pele.

DE OLIVEIRA, Paula Érica. Skin temperature of different regions after 1RM test and correlations with body fat and skinfolds. Ano. 2022 nºf 31. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências do Esporte). – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2022.

ABSTRACT

The increase in the metabolic rate occurs with physical exercise, which consequently raises the body's internal heat. These thermoregulatory responses also differ according to the intensity of effort and, with regard to the radiated temperature of the skin, they can be influenced according to body composition, with subcutaneous fat being a tissue that acts as a thermal barrier. One possibility for monitoring skin temperature (TP) corresponds to the use of infrared thermography to obtain thermal responses from regions of interest, expanding the understanding of physiological adjustments after physical exercise. However, investigations on the temperature of different body regions (i.e., more and less activated) in physical exercises are still restricted. This gap is even more pronounced when analyzing the TP in maximum strength tests, such as the one repetition maximum protocol (1RM test), something that could be better explored if the characteristics of the test and possible impacts of temperature on its execution are considered. Thus, the aim of the present study was to investigate skin temperature in the quadriceps, abdomen and pectoral regions shortly after performing the one repetition maximum test (1 RM) performed in leg press. Additionally, correlations between skin temperature, body fat percentage and skinfolds were analyzed. For this, 13 healthy men were submitted to anthropometric evaluations and, subsequently, to the 1RM test in leg press (LP), with thermographic recordings (FLIR One) performed before and after the protocol. Our results indicate that the 1RM test was not able to change skin temperature in different regions. Additionally, significant and inverse correlations were observed between thermographic recordings and the percentage of body fat and skinfolds. Our findings contribute to an analysis that has yet to be explored regarding the temperature in different skin regions after performing the 1 RM test.

Keywords: Thermography. Body composition. 1RM test. Leg press. Skin temperature.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Desenho experimental ilustrando os procedimentos realizados no projeto, desde sua divulgação 18
- Figura 2.** O painel A representa a visão frontal do avaliado em repouso. O painel B representa a visão frontal do avaliado pós-teste de 1 RM. As regiões de interesse foram demarcadas e cada uma delas possuem pontos em azul e vermelho que representam, respectivamente, as temperaturas mínima e máxima 20
- Figura 3.** Correlações entre percentual de gordura, dobras cutâneas e temperatura da pele..... 22
- Figura 4.** Valores médios e erro padrão da média da temperatura da pele (TP) das regiões musculares investigadas durante o repouso e após teste de uma repetição máxima (1RM).
..... 23
- Figura 5.** Resultados de temperatura da pele entre participantes no repouso e após teste de 1RM 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variáveis antropométricas e estimativas de composição corporal de jovens ativos do sexo masculino.....	21
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GC	Gordura corporal
IPAQ	<i>International Physical Activity Questionnaire</i>
LAFAE	Laboratório de Fisiologia Aplicada ao Esporte
LP	<i>Leg press</i>
ROI	Regiões corporais de interesse (<i>Body regions of interest</i>)
TP	Temperatura da pele
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TI	Termografia infravermelha
1RM	Teste de uma repetição máxima
$\Sigma 7DC$	Somatória de sete dobras cutâneas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos.....	16
2	MATERIAIS E MÉTODOS	16
2.1	Participantes	16
2.2	Desenho Experimental	17
2.3	Detalhamento das avaliações e protocolos realizados	18
2.3.1	Medidas antropométricas e composição corporal	18
2.3.2	Teste de uma repetição máxima	19
2.3.3	Termografia por infravermelho	19
2.4	Análise estatística.....	20
3	RESULTADOS	21
4	DISCUSSÃO	25
5	CONCLUSÃO.....	27
6	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A temperatura corporal do ser humano é controlada pelo hipotálamo e possui suas funções basais dentro da normalidade sobre valores centrais entre 36,1°C e 37,8°C. A contração muscular é o principal mecanismo para aumentar a produção de calor na forma de exercícios voluntários, que pode ser elevada para até 20 vezes em relação os níveis de repouso (CAMPBELL, 2008). O uso de exercícios prévios à execução de um gesto motor esportivo, também denominado aquecimento, é uma prática comumente utilizada pelos atletas, já que parece contribuir positivamente para o desempenho por proporcionar, prioritariamente, o aumento da temperatura corporal (McGOWAN et al., 2015). Esse aumento da produção de calor aciona o sistema termorregulador para iniciar os ajustes de perda de calor (ABATE et al., 2013), o que é possibilitado por meio da transpiração e vasodilatação (CAMPBELL, 2008). A termorregulação é considerada o “equilíbrio entre a geração (ou acúmulo) e a dissipação de calor” (CRANDALL, WILSON E KREGEL, 2010). Tal controle reflexo do fluxo sanguíneo da pele inclui vasodilatação neurogênica simpática durante o aquecimento e vasoconstrição noradrenérgica durante o resfriamento corporal, sendo que essas alterações de vasoconstrição e vasodilatação cutâneas são modificadas por fatores, incluindo o exercício, hormônios, envelhecimento e doenças (CHARKOUDIAN, 2010; CRANDALL, WILSON E KREGEL, 2010). Uma possibilidade de monitoramento da temperatura da pele (TP), conquistada por avanços tecnológicos, é a utilização da termografia infravermelha (TI), permitindo a visualização e análise de diferentes regiões corporais de interesse (ROI) (análise local), bem como a temperatura global do indivíduo (FERNANDES et al., 2012). O emprego dessa tecnologia tem se mostrado muito relevante e recorrente na área esportiva, tanto para a obtenção de informações sobre as respostas térmicas e ajustes fisiológicos do atleta antes e após o exercício físico, bem como uma ferramenta para avaliar o impacto da carga de treino, de recuperação e de prevenção de lesões (MARINS, et al., 2015). Importantes vantagens relacionadas à termografia referem-se aos dados obtidos por um instrumento de resposta rápida, atualmente debaixo custo, bem como a técnica ser caracterizada por procedimento não invasivo (HILDEBRANDT, RASCHNER E AMMER, 2010; MARINS, et al., 2015). Hillen et al. 2020, reuniram diversos estudos que utilizaram essa tecnologia, abrangendo

diferentes tipos de exercício, como o treinamento resistido, teste incremental e exercícios de *endurance*, em uma investigação sobre a potencial aplicabilidade dessa ferramenta para analisar as diferenças das respostas fisiológicas agudas do exercício, demonstrando que as alterações do padrão de radiação da superfície da pele podem estar relacionadas a fatores associados ao nível de desempenho individual, adaptação ao treinamento, capacidade termorreguladora, temperatura central e fadiga, e ainda, que esse padrão pode ajudar a monitorar a carga de treinamento individual. Ainda nessa proficuidade, um estudo com atletas de levantamento de peso olímpico foi capaz de comparar diferentes métodos de aquecimento, identificando que o aquecimento composto por exercícios resistidos dinâmicos é suficiente para proporcionar uma melhor *performance* desses atletas em fase de preparação em relação ao aquecimento composto por apenas alongamentos ou a não realização de intervenções dessa natureza (DE AQUINO RESENDE et al., 2021).

O treinamento resistido é comumente utilizado para fins de aumento de força muscular (RATAMESS et al., 2009). Avaliações precisas se fazem importantes para prescrever intensidades de treinamento de força de forma segura e eficiente, bem como para monitorar a eficácia de treinamento prescrito (ITAMAR et al., 2009). Nesse âmbito, um protocolo recorrente para diagnosticar a capacidade física de força máxima, bem como para direcionar a prescrição do treinamento resistido é o teste de uma repetição máxima (teste de 1 RM), que é definido pelo peso máximo que pode ser levantado apenas uma vez, mantendo-se a técnica correta (KRAEMER et al., 2006). Esse teste é considerado padrão ouro e é, portanto, um método confiável para avaliação da força máxima, seja em indivíduos treinados, como não treinados (GRGIC et al., 2020; ITAMAR et al., 2009). Embora usualmente aplicado, existe uma importante lacuna no que se refere às respostas termográficas durante a execução do teste de 1RM, mesmo a literatura vigente apresentando análises de temperatura baseadas em protocolos de exercício resistido (SILLERO-QUINTANA et al., 2022; FERREIRA-JÚNIOR et al., 2021; HILLEN et al., 2020; ESCAMILLA-GALINDO et al., (2017), aeróbio (SILVA et al., 2022; TANDA 2015), *endurance* (HILLEN et al., 2020), teste incremental (HILLEN et al., 2020; SAMPAIO et al., 2019) ou mesmo, em repouso (SALAMUNES et al., 2017). Por outro lado, a obtenção de registros termográficos durante a execução do teste de 1RM nos parece significativo, haja vista a sequência de esforços que podem ser demandados durante a aplicação desse protocolo e o

possível impacto das tentativas na realização do teste, visto que nos momentos iniciais ao exercício, independentemente da intensidade do esforço realizado, há uma diminuição da TP, decorrente do redirecionamento do fluxo sanguíneo, ou seja, há uma vasoconstrição em regiões menos ativas, ofertando maior fluxo sanguíneo para a região muscular sob estimulação em função dos ajustes sanguíneos da pele (NEVES et al., 2015).

Os sistemas termorregulatórios, agudos e crônicos, são extremamente complexos, com respostas endógenas específicas e influenciadas por uma série de fatores, como a idade, sexo, percentual de gordura corporal (MARINS, et al., 2015) e ainda, diferem em relação a intensidade do exercício executado, como por exemplo, em intensidades constantes ou com progressões de carga (MATTOS DIAS et al., 2021; FERNANDES et al., 2012). Contudo, a TP pode variar de acordo com o tipo, duração e intensidade do exercício. Considerando o aumento da intensidade do exercício e suas características anaeróbias, há um aumento da TP sobre os músculos mais ativos e a diminuição da TP sobre os músculos menos ativos, a diferença da temperatura nas musculaturas ocorre em função da transferência de calor (dissipação) dos músculos ativos para a superfície da pele, aquecendo essa região (NEVES et al., 2015; FERNANDES et al., 2012).

Em adição ao supramencionado, a composição corporal também pode afetar a TP, ou seja, a massa gorda associa-se à baixa temperatura da superfície da pele (SALAMUNES et al., 2017), o que impacta na propagação do calor do músculo à superfície do corpo. Isso ocorre pois a gordura subcutânea atua como uma barreira térmica (MATTOS DIAS et al., 2021), conforme apontado em estudos aplicados a ciclistas (SAMPAIO et al., 2019) e em análise segmentar em mulheres com diferentes composições corporais (SALAMUNES et al., 2017).

Assim, suportada pelo referencial teórico supramencionado, a investigação sobre a temperatura da pele durante um teste de 1RM, bem como sua relação com a composição corporal do avaliado, poderia ser conduzida para melhor qualificar o teste de 1RM, em especial porque esse protocolo prevê a realização de esforços de contração máxima, separados por um intervalo passivo entre cada tentativa. Com o intuito de ampliar o conhecimento acerca dos efeitos sobre a temperatura corporal durante a execução do teste de 1RM em exercício de *leg press* e a correlação com o

percentual de gordura do indivíduo, o presente projeto foi estruturado.

1.1 Objetivos

Tendo por base a utilização da termografia como forma de identificação das respostas térmicas de diferentes regiões do corpo, bem como a interferência do tecido adiposo sobre a temperatura da pele, o presente estudo objetivou investigar a temperatura da pele em diferentes regiões de interesse logo após a realização do teste de uma repetição máxima (1 RM) para avaliar força em *leg press*. Adicionalmente, foi objetivo do trabalho analisar as correlações entre a temperatura da pele em diferentes regiões de interesse e variáveis antropométricas (i.e., percentual de gordura corporal e dobras cutâneas).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Participantes

Inicialmente, o projeto de pesquisa analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas sob o protocolo n. 52312121.6.0000.5404. Posteriormente, o projeto foi divulgado por mídias sociais internas e externas à FCA – UNICAMP, para o recrutamento dos participantes. Foram avaliados 13 indivíduos saudáveis do sexo masculino (idade compreendida entre 18 e 28 anos). Todos os participantes foram instruídos sobre os critérios de inclusão, exclusão, objetivos e metodologia do trabalho, previamente abordados na divulgação do projeto. Após isso, foram convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovado pelo CEP. Após a assinatura, os voluntários responderam os questionários conforme posteriormente descrito e então, foram inseridos ou não na pesquisa. Apenas participantes que apresentaram pontuação mínima para classificá-los como ‘fisicamente ativos’ pelo *International Physical Activity Questionnaire* – IPAQ ($5263,88 \pm 1236,31$ equivalente metabólico-min/semana), foram incluídos no estudo (AINSWORTH et al., 2020). Os participantes deveriam ser considerados treinados em gesto motor específico de treinamento resistido, com experiência prévia de seis meses na modalidade e frequência de treino de, ao menos,

três vezes por semana. Em contrapartida, os participantes não deveriam ser tabagistas, apresentar qualquer lesão osteomioarticular ou problemas cardiopulmonares que os impediam de realizar os testes. Além disso, foram orientados a não consumir bebidas alcoólicas ou cafeína previamente ao protocolo experimental.

2.2 Desenho Experimental

Todos os protocolos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Aplicada ao Esporte (LAFAE), Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA-UNICAMP). As avaliações em laboratório foram exercidas de forma controlada e nos mesmos horários do dia, visando a excelência e a fidedignidade das análises do presente projeto. Os avaliados foram submetidos a uma visita ao laboratório. Nessa sessão, os participantes receberam as informações sobre o estudo. Após assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, foram familiarizados com o laboratório, pesquisadores, esteira motorizada e equipamento *leg press*. Ainda nessa visita, foi efetuada a mensuração antropometria e a estimativa da composição corporal. Após a familiarização com os equipamentos, os indivíduos ficaram em repouso por 5 minutos para avaliar as respostas termográficas de repouso e então aqueceram durante 5 minutos em esteira motorizada à 7 km/h. Em seguida, permaneceram em repouso por mais 3 minutos. Posteriormente, os participantes realizaram um aquecimento específico em equipamento *leg press* previamente à realização do teste de 1 RM. Após o aquecimento específico e repouso de 3 minutos, foram submetidos ao teste de 1 RM para avaliação da força máxima em exercício de *leg press*. Os registros termográficos foram realizados nos momentos de repouso e imediatamente após o teste de 1RM em

exercício de leg press. A **figura 1** simplifica o desenho experimental dos procedimentos realizados.

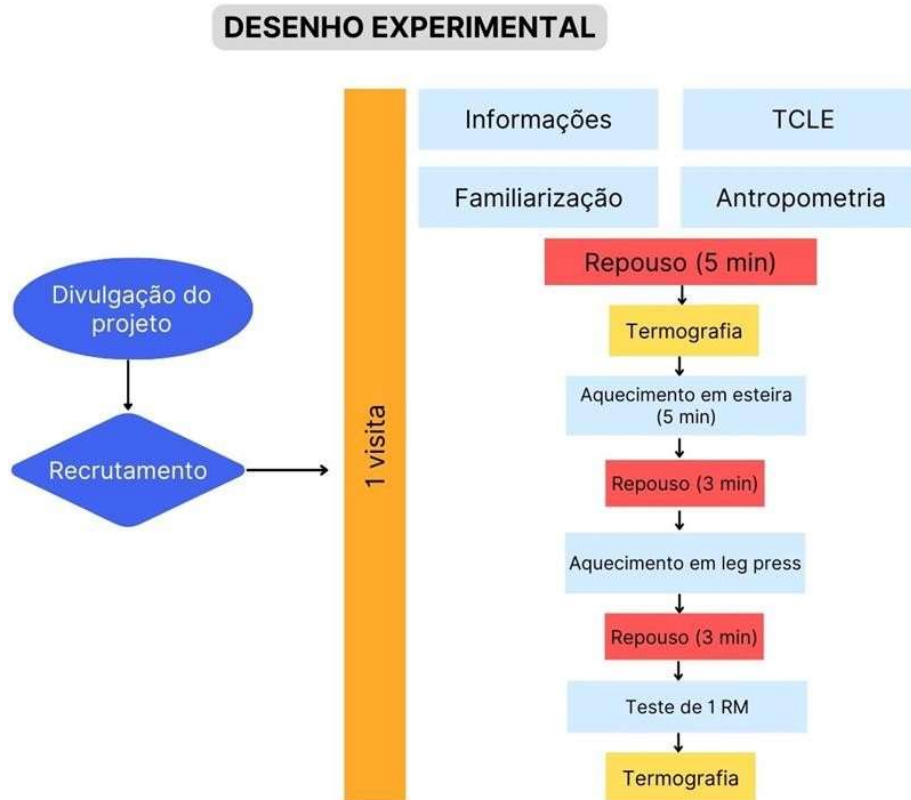


Figura 1. Desenho experimental ilustrando os procedimentos realizados no projeto, desde sua divulgação.

2.3 Detalhamento das avaliações e protocolos realizados

2.3.1 Medidas antropométricas e composição corporal

Para a análise da antropometria e composição corporal foram mensuradas a massa corporal (kg) (balança TOLEDO®, modelo 2098 coluna 1,0m) e estatura (cm) (estadiômetro vertical). O percentual de gordura (% gordura) foi estimado seguindo a proposta de Jackson e Pollock (1978), seguido por Siri (1961), onde $\sum 7DC$ refere-se à somatória das espessuras das dobras cutâneas peitoral, axilar média, tríceps, subscapular, abdômen, suprailíaca e coxa (mensuradas por um adipômetro da marca CESCORF®), em triplicata pelo mesmo avaliador, com experiência na realização dos procedimentos, sendo utilizada a média dos valores advindos das três medições.

2.3.2 Teste de uma repetição máxima

O teste de uma repetição máxima (1RM) foi realizado com objetivo de determinar a força máxima do avaliado no exercício de extensão de joelhos, quadril e flexão plantar em aparelho de *leg press* inclinado à 45°. A carga referente a 1RM foi considerada aquela em que o avaliado não conseguiu executar duas repetições seguidas do esforço, sendo observada a falha concêntrica.

O protocolo para identificação de 1 RM foi efetuado após aquecimento de cinco minutos, a 7 km/h em esteira motorizada (Inbramed, Modelo Super ATL, Brasil), bem como um aquecimento articular específico em equipamento *leg press*, composto por uma série de 10 repetições, a 70% de 1RM estimado pelo participante. Após três minutos do término do aquecimento específico, o protocolo para identificação de 1RM foi iniciado com uma carga próxima a 100% sugerida pelos pesquisadores. Para cada tentativa, o participante foi instruído a realizar duas repetições máximas, sendo efetuados ajustes na massa carregada por meio de incrementos de 5kg a 10kg (TØIEN et al., 2018). Foi mantido um intervalo de três minutos passivo entre cada tentativa e realizado, no máximo, cinco tentativas na sessão.

Como critério para considerar o movimento válido, o indivíduo deveria estar sentado no banco do *leg press* em ângulo de 45° de inclinação, pernas paralelas, com afastamento lateral segundo a largura dos quadris e braços ao longo do corpo com as mãos na barra de apoio lateral do aparelho. O suporte para o pé do *leg press* foi fixado a fim de garantir o ângulo de flexão das articulações dos joelhos e quadril à 90°, medida que foi verificada por goniometria. A partir da fase excêntrica, realizou-se a extensão dos joelhos até aproximadamente 180° (TØIEN et al., 2018). A cadência das repetições foi realizada de forma controlada, com uma ação concêntrica de aproximadamente 2 segundos e uma ação excêntrica de aproximadamente 2 segundos (FUENTES, LOZANO E MYUIOR, 2020).

2.3.3 Termografia por infravermelho

Registros termográficos foram executados no momento de repouso e imediatamente após o teste de 1RM, obtidos por uma câmera termográfica da marca FLIR® (modelo One Pro para Android, 19.200 pixels), que possui

sensibilidadentérmica para aferir temperaturas compreendidas entre -20°C até 400°C , com resolução de $0,1^{\circ}\text{C}$. Um espaço específico, restrito e climatizado foi reservado no Laboratório de Fisiologia Aplicada ao Esporte para que a câmera termográfica fosse posicionada sempre no mesmo local, com registros efetuados à distância padronizada de 2 metros entre o avaliado e o pesquisador, para potencializar as capturas térmicas(ADAMCZYK et al., 2016; FERNÁNDEZ-CUEVAS et al., 2015). Com o intuito de minimizar as interferências extrínsecas, a câmera foi ligada 30 minutos antes do início dos registros. Após obtenção das imagens, a análise foi efetuada quantificando a temperatura média da pele das regiões de interesse. A **figura 2** apresenta um exemplo de uma captura obtida pela câmera termográfica e as regiões de interesse selecionadas utilizando o aplicativo próprio da FLIR One. No presente estudo, foram consideradas como regiões de interesse o quadríceps femoral, o abdômen e o peitoral.

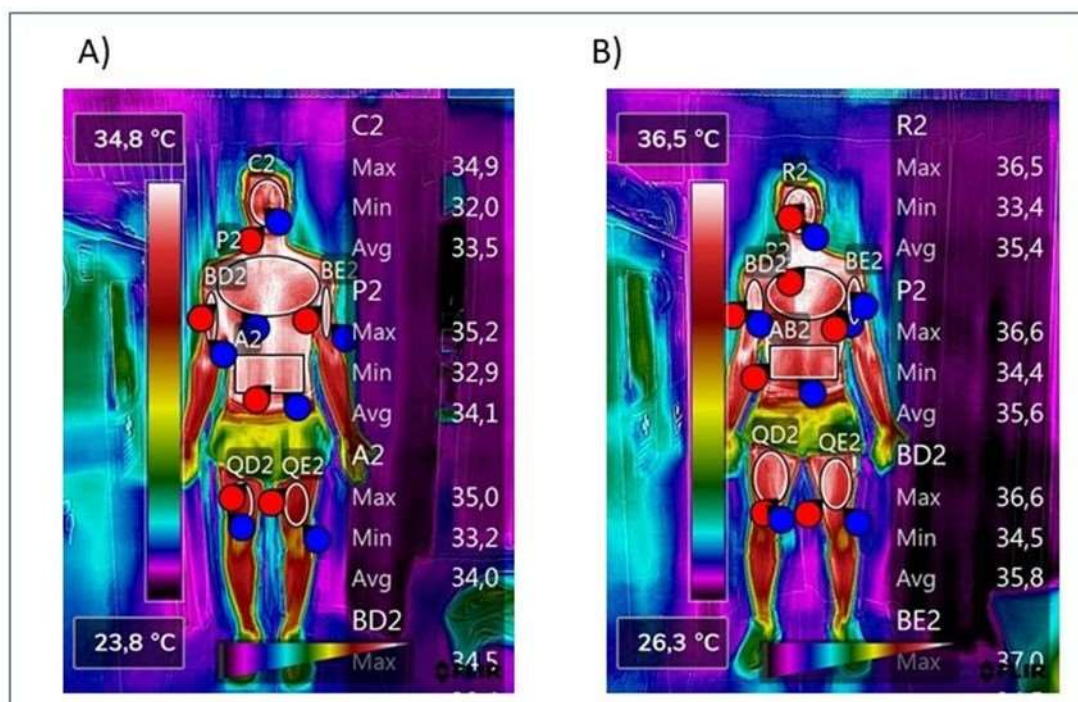


Figura 2. O painel A representa a visão frontal do avaliado em repouso. O painel B representa a visão frontal do avaliado pós-teste de 1 RM. As regiões de interesse foram denominadas como QD (quadríceps direito), A2 e AB2 (abdômen) e P2 (peitoral) e cada uma delas possuem pontos em azul e vermelho que representam, respectivamente, as temperaturas mínima e máxima.

2.4 Análise estatística

Os dados foram analisados pelo software STATISTICA (versão 7.0). Inicialmente, a normalidade dos dados foi confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk. O Teste t pareado para a mostras dependentes foi utilizado para comparar as temperaturas médias da pele (regiões peitoral, abdômen e quadríceps) durante o repouso e imediatamente após o teste de 1RM. Adicionalmente, testes de correlação de Pearson foram aplicados entre os parâmetros antropométricos (% de gordura e dobras cutâneas) e temperatura da superfície da pele (peitoral, abdômen e quadríceps). O nível de significância foi estabelecido em 5% e o intervalo de confiança em 95%. Os resultados são apresentados em média $\pm$ erro padrão da média (EPM).

3 RESULTADOS

Os resultados dos valores da antropometria e composição corporal de homens jovens e ativos são apresentados na **tabela 1**. O valor médio atingido no teste de 1 RM foi de $209,53 \pm 15,70$ kg.

Tabela 1. Variáveis antropométricas e estimativas de composição corporal de jovens ativos do sexo masculino.

VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E COMPOSIÇÃO CORPORAL							
Variáveis	Estatura (cm)	Massa Corporal (kg)	Idade (anos)	Gordura Corporal (%)	Dobra Cutânea Quadríceps (mm)	Dobra Cutânea Abdômen (mm)	Dobra Cutânea Peitoral (mm)
Homens (n=13)	1,77 $\pm$ 0,02	74,78 $\pm$ 2,62	22,77 $\pm$ 0,66	13,55 $\pm$ 1,26	16,38 $\pm$ 1,95	23,08 $\pm$ 2,47	9,46 $\pm$ 0,83

Resultados expressos como média $\pm$ EPM.

Os resultados das correlações entre o percentual de gordura corporal, variável antropométrica de dobras cutâneas e parâmetros relacionados à temperatura da pele de homens jovens e ativos estão apresentados na **figura 3**. É possível observar correlações significativas, porém inversas entre o percentual de gordura e as temperaturas médias da pele (imediatamente após o atingimento do 1RM) do quadríceps ($r = -0,6434$; $p = 0,018$; Painel A); do peitoral ($r = -0,6850$; $p = 0,010$; Painel B) e do abdômen ($r = -0,7773$; $p = 0,002$; Painel C). Também houve correlação inversa e significativa entre a TP do quadríceps e a dobra cutânea dessa região ($r = -0,7350$; $p = 0,004$; Painel D), bem como a TP e a dobra cutânea do abdômen ($r = -0,7025$; $p = 0,007$; Painel F).

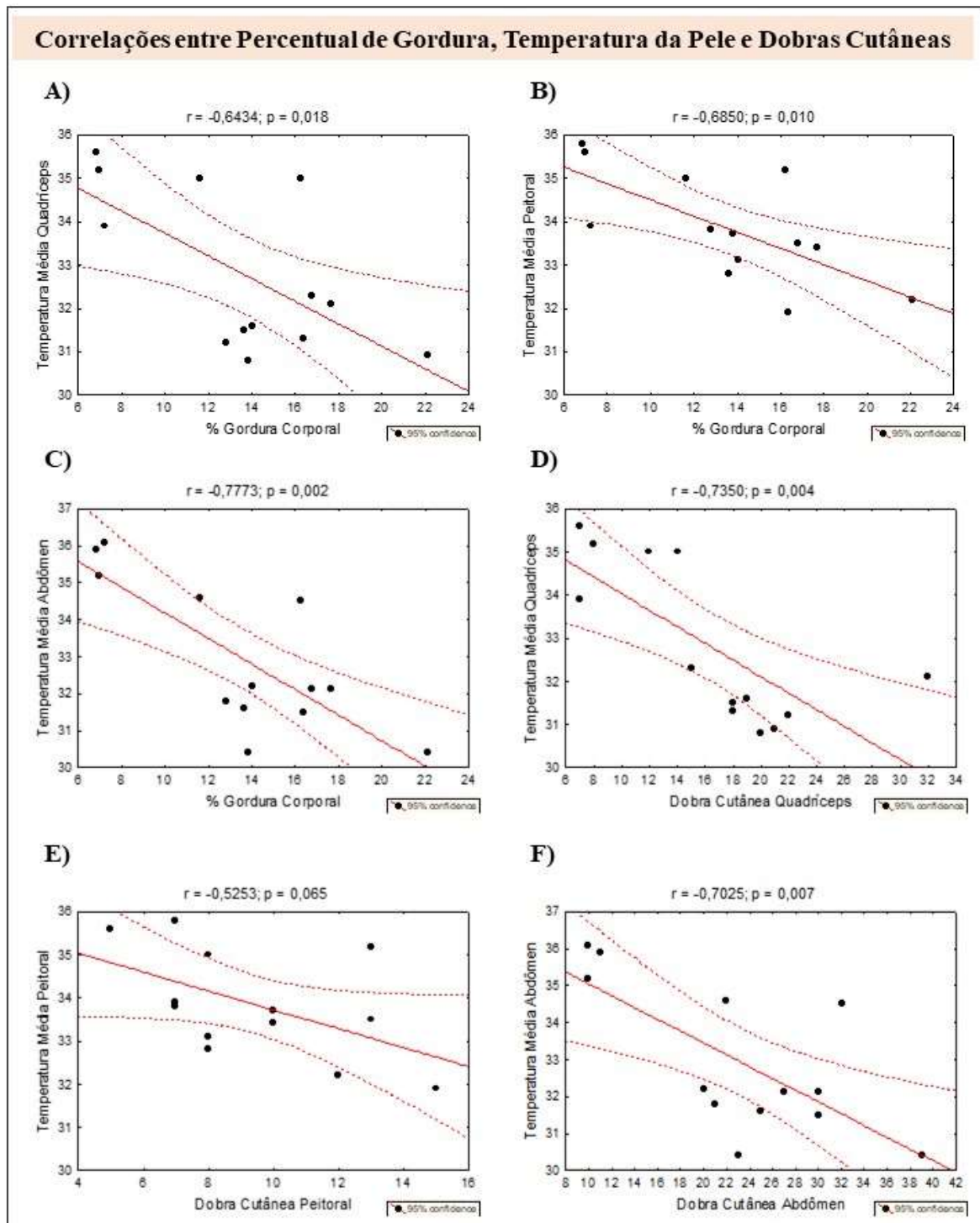


Figura 3. Correlações entre percentual de gordura, dobras cutâneas e temperatura da pele. Temperaturas em graus Celsius e dobras cutâneas em milímetros.

Para os valores de TP da região muscular do quadríceps, abdominal e peitoral, as temperaturas em graus Celsius (°C) durante o repouso e pós teste de 1

RM, são apresentados na **figura 4**.

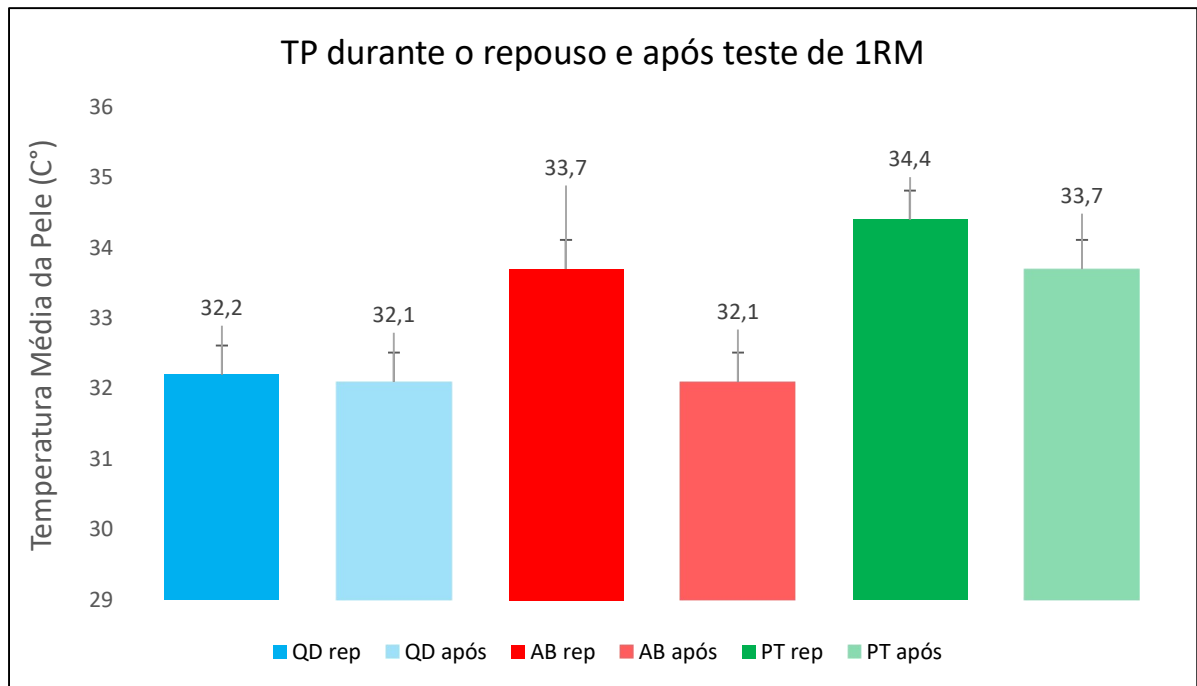


Figura 4. Valores médios e erro padrão da média da temperatura da pele (TP) das regiões investigadas: quadríceps, abdômen e peitoral durante o repouso e após teste de uma repetição máxima (1RM), representado pelas siglas QD rep, QD após, AB rep, AB após, PT rep e PT após, respectivamente.

Para a comparação de valores de temperatura de cada participante durante o repouso e após a realização do teste de 1RM, o teste T-Student não mostrou diferenças significativas entre a temperatura pré (repouso) e imediatamente após teste para os grupamentos musculares analisados (quadríceps $p = 0,4273$; abdômen $p = 0,7545$ e peitoral $p = 0,7729$) ($P < 0.05$).

Para fins de uma análise comparativa descritiva, a **figura 5** demonstra o comportamento da variação da TP dividida entre a quantidade de tentativas necessárias para que cada participante atingisse o 1 RM. O número de participantes na qual o 1RM na 1°, 2°, 3°, 4° e 5° tentativa foi equivalente à 1, 3, 2, 2 e 5, respectivamente. Devido ao baixo N amostral, não foi possível a aplicação de testes estatísticos comparando as diferentes temperaturas entre as 5 tentativas no teste de 1RM. Assim, os dados foram apenas expressos em resultados de temperatura por grupo de participantes.

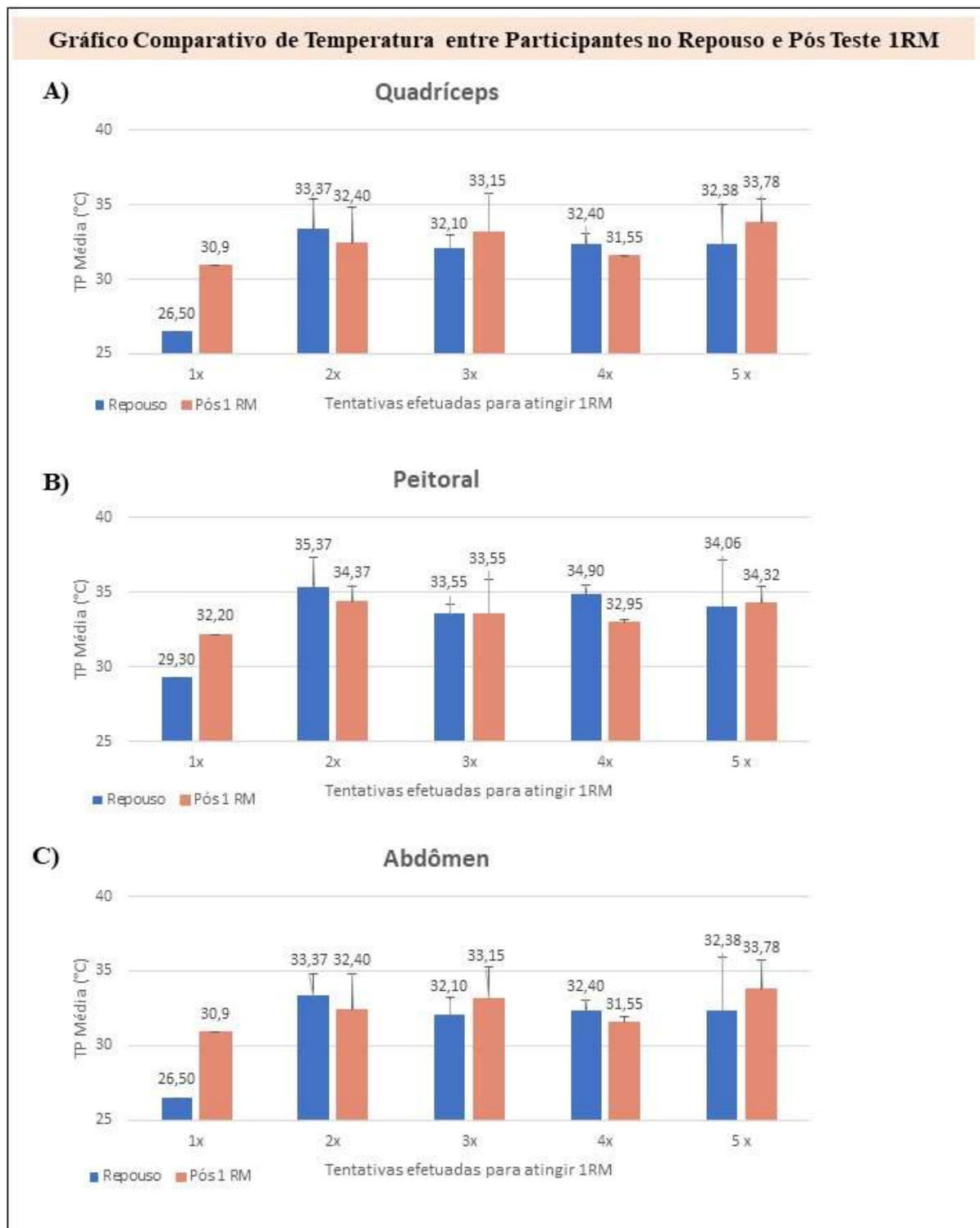


Figura 5. Resultados de temperatura da pele entre participantes no repouso e após teste de 1RM. Os painéis A, B e C correspondem, respectivamente, a temperatura média no repouso e pós 1 RM na ROI do quadríceps, peitoral e abdômen. As tentativas realizadas foram 1 (n=1), 2 (n=3), 3 (n=2), 4 (n=2) e 5 (n=5). TP = Temperatura da pele; 1RM = teste de uma repetição máxima.

4 DISCUSSÃO

Esse estudo se dedicou a investigar a diferença na TP de diferentes regiões antes e após um teste de 1RM e a influência da GC e as correlações com a TP nos momentos de repouso e após a realização do teste de 1RM. Foi possível observar que a TP das ROI não foram influenciadas significativamente após o teste de 1RM com relação ao repouso. No entanto, nossos achados demonstraram correlações inversas significantes entre os parâmetros percentual de gordura e temperatura média da pele logo após o atingimento do 1RM das regiões analisadas, ou seja, os indivíduos com menor percentual de gordura apresentaram maiores temperaturas nessas regiões logo após o teste.

A temperatura da pele é influenciada de acordo com a GC, portanto, como o tecido adiposo tem a capacidade de isolamento, durante o exercício, a dissipação de calor entre o núcleo do corpo e a pele pode ser comprometida considerando essa distribuição (QUESADA, 2017). Adicionalmente, a maior parte dos estudos existentes na literatura é realizada com membros inferiores (ROMÃO et al., 2021), aplicando exercício de força ou resistência (i.e. LP, extensora, flexora) (STEWART et al., 2020; ESCAMILLA-GALINDO et al., 2017; SILLERO-QUINTANA et al., 2022; FERREIRA-JÚNIOR et al., 2021). No entanto, não observamos investigações destinadas a analisar a TP após o teste de 1RM em regiões mais e menos ativas para a tarefa.

A revisão de Mattos Dias et al. (2021) verificou que as respostas termorregulatórias da pele após o exercício de força são influenciadas pela composição corporal. Devido à camada de gordura subcutânea, há uma menor condutividade térmica, afetando os mecanismos de condução e evaporação, lentificando tais respostas. Nossos achados também indicam que indivíduos com menor percentual de gordura obtiveram maiores temperaturas da pele, imediatamente após o atingimento da carga máxima no teste de 1RM, quando comparados com participantes que apresentaram maiores percentuais de GC ou maiores valores relativos à dobra cutânea da pele dos músculos da coxa e abdômen. Ainda, Sampaio et al. (2019) estudaram os dados antropométricos de ciclistas recreacionais do sexo masculino em teste incremental em cicloergômetro. Os autores identificaram que indivíduos com percentual de gordura inferior a 24% registraram maiores temperaturas na superfície da pele após o teste. Em consonância com essa premissa,

Salamunes et al. (2017) sugeriram que a temperatura da pele é influenciada pelo percentual de gordura em uma análise efetuada por segmentos corporais em indivíduos do sexo feminino. Nesse contexto, os nossos achados também revelaram correlações inversas entre o percentual de gordura e as temperaturas média da pele (imediatamente após o atingimento do 1RM) do quadríceps ($r = -0,6434$; $p = 0,018$; Painel A); do peitoral ($r = -0,6850$; $p = 0,010$; Painel B) e do abdômen ($r = -0,7773$; $p = 0,002$; Painel C), entre a TP do quadríceps e a dobra cutânea dessa região ($r = -0,7350$; $p = 0,004$; Painel D), bem como a TP e a dobra cutânea do abdômen ($r = -0,7025$; $p = 0,007$; Painel F).

No presente estudo, não houve correlação significativa entre variáveis de temperatura média e dobra cutânea do peitoral ($r = -0,5253$; $p = 0,065$; Painel E), sendo essa considerada uma região menos ativa em um teste com predominância de membros inferiores. Esse resultado pode ser explicado devido ao comportamento termorregulador da pele em resposta à redistribuição de sangue (FERNANDES et al., 2012). Ao contrário do que acontece em regiões mais ativas após o exercício físico, onde há um aumento da temperatura, em regiões menos ativas ou inativas essa é reduzida (MATTOS DIAS et al., 2021).

Além disso, a literatura aponta que as respostas termorregulatórias diferem de acordo com a intensidade do exercício físico (MATTOS DIAS et al., 2021; FERNANDES et al., 2012). Nos momentos iniciais do esforço, há uma diminuição da TP e ela continua a decair com o aumento da intensidade (FERNANDES et al., 2012), promovendo a vasoconstrição dos vasos sanguíneos em regiões inativas e oferecendo maior fluxo sanguíneo para a região muscular sob estimulação. Posteriormente, com o aumento da intensidade do exercício, há um aumento de TP sobre os músculos ativos e diminuição da TP sobre os músculos menos ativos (NEVES et al., 2015a; FERNANDES et al., 2012).

Conforme sugere os achados de Neves (2015a), para exercícios anaeróbios, nossos resultados também apontam um decréscimo de temperatura nas ROI logo após exercício, podendo ser explicado devido ao redirecionamento do fluxo sanguíneo para os músculos mais ativos. Considerando que nossos registros foram exatamente após o teste de 1RM, não podemos afirmar se houve influência na temperatura da pele dentre as regiões analisadas entre o término da execução e o

momento do registro termográfico, pois é sabido que a reoxigenação dos músculos menos ativos é mais eficiente do que nos músculos mais ativos, como aponta o estudo de Manchado-Gobatto (2020).

Os resultados obtidos através da comparação entre indivíduos que tiveram o mesmo número de tentativas para obter o 1RM nos momentos de repouso e logo após o teste, não apresentaram resultados relativamente estatísticos possivelmente devido ao tamanho do N amostral. Devido a dinâmica da temperatura e vascularização é necessário a investigação do *time-course* pós teste máximo de 1RM para analisar as variações na temperatura da pele durante e até 96 horas após a realização do teste, afim de uma melhor análise sobre o processo inflamatório e de recuperação das musculaturas envolvidas (NEVES et al., 2015b), uma vez que este mecanismo envolve uma interação complexa entre vasodilatação e vasoconstrição simpática que restringe a vasodilatação local e direciona o fluxo sanguíneo para os músculos ativos (DELOREY; CLIFFORD, 2022). Considerando que o teste de 1RM é amplamente utilizado por profissionais envolvidos em treinamento, bem como na padronização de estudos científicos para a utilização de seu percentual em sessões agudas e de treinamento para ganhos de força, resistência e hipertrofia (SIMÃO, 2005), é interessante atentar para as respostas termográficas observadas após o protocolo. No entanto, não observamos estudos destinados a investigar as alterações na TP durante a execução desse teste de força.

Os resultados do presente trabalho corroboram com outras investigações que utilizaram diferentes protocolos de exercício. Em futuras pesquisas, seria de grande valia aplicar as análises aqui propostas, atreladas ao teste de 1RM, para o estudo de outras populações, incluindo mulheres e ainda, a diferença da temperatura em mais regiões, entre as tentativas da realização do teste e durante um *time course* pós teste, o que pode auxiliar nos tempos de descanso entre as tentativas e a influência das tentativas no aquecimento dessas musculaturas, visto que a literatura é escassa no que tange esses elementos.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo presente estudo indicam que o teste de 1RM

não foi capaz de alterar a temperatura da pele de diferentes regiões em relação ao repouso. Além disso, houve correlações significantes e inversas sendo observadas entre os parâmetros avaliados de percentual de gordura, dobras cutâneas e a temperatura da pele em diferentes regiões corporais. No entanto, como já esperado, não houve correlação significativa entre variáveis de temperatura média e dobra cutânea do peitoral. Nossos resultados corroboram com a literatura e contribuem com análise ainda pouco explorada no que se refere à temperatura em diferentes regiões da pele após a realização do teste de 1 RM.

6 REFERÊNCIAS

- ABATE, M. et al. Comparison of cutaneous thermic response to a standardised warm up in trained and untrained individuals. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 26, n. 53, p. 18-37, 2013.
- ADAMCZYK, JZ. et al. The use of thermal imaging to assess the effectiveness of ice massage and cold-water immersion as methods for supporting post-exercise recovery. **Journal of Thermal Biology**, v. 60, n.8, p. 20–25, 2016.
- AINSWORTH, BE. et al. Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. **Medicine and science in sports and exercise**, 32(9 Suppl), S498–S504, 2000.
- CAMPBELL, I. Body temperature and its regulation. **Anaesthesia & Intensive Care Medicine**, v. 9, n. 6, p. 259-263, 2008.
- CHARKOUDIAN, N. Mechanisms and modifiers of reflex induced cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans. **Journal of applied physiology**, v. 109, n. 4, p. 1221-1228, 2010.
- CRANDALL, C.G.; WILSON, T. E.; KREGEL, K.C. Mechanisms and modulators of temperature regulation. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 4, p. 1219-1220, 2010.
- DE AQUINO RESENDE, M, et al. Effect of Different Types of Warm-up on Strength and Skin Temperature of Paralympic Powerlifting Athletes. **Healthcare**, 2021.
- DELOREY, DS.; CLIFFORD, PS. Does sympathetic vasoconstriction contribute to metabolism: Perfusion matching in exercising skeletal muscle?. **Frontiers in Physiology**, p. 1873, 2022.
- ESCAMILLA-GALINDO, VL. et al. Skin temperature response to unilateral training measured with infrared thermography. **Journal of exercise rehabilitation**, v. 13, n. 5, p. 526, 2017.
- FERNANDES, ADA. et al. Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia infravermelha: uma revisão sistemática. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 5, n. 3, p. 113-117, 2012.
- FERNÁNDEZ-CUEVAS, I. et al. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: a review. **Infrared Physics Tech**, v. 71, p. 28–55, 2015.
- FERREIRA-JÚNIOR, JB. et al. Is skin temperature associated with muscle recovery status following a single bout of leg press? **Physiological Measurement**, v. 42, n. 3, p. 034002, 2021.
- GRGIC, J. et al. Test–retest reliability of the one-repetition maximum (1RM) strength assessment: a systematic review. **Sports medicine-open**, v. 6, n. 1, p. 1-16, 2020.
- HILDEBRANDT, C; RASCHNER, C; AMMER, K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. **Sensors**, v. 10, n. 5, p. 4700-4715, 2010.
- HILLEN, B. et al. Infrared thermography in exercise physiology: the dawning of exercise radiomics. **Sports Medicine**, v. 50, n. 2, p. 263-282, 2020.
- ITAMAR L. et al. The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals, **Journal of Science and Medicine in Sport**, Volume 12, Issue 2, 2009
- JACKSON, A.S., POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**. 40(3):497-504, 1978.

KRAEMER WJ. et al. Strength testing: development and evaluation of methodology. In: Maud PJ, Foster C, editors. **Physiological Assessment of Human Fitness**. Champaign, IL: Human Kinetics; 2006. p. 119–50

MANCHADO-GOBATTO, F. B. et al. New insights into mechanical, metabolic and muscle oxygenation signals during and after high-intensity tethered running. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 1-14, 2020.

MARINS, J. et al. Applications of infrared thermography in sports. A review. **International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport**, in press, v. 15, n. 60, p. 805-824, 2015.

MARTÍN-FUENTES, I.; OLIVA-LOZANO, J. M.; MUYOR, J. M. Muscle Activation and Kinematic Analysis during the Inclined Leg Press Exercise in Young Females. **Int J Environ Res Public Health**, v. 17, n. 22, p. 8698, 2020.

MATTOS DIAS, AF. et al. Comportamento da temperatura da pele no exercício por meio da tomografia infravermelha: uma revisão integrativa. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. 29. 1-27, 2021

MCGOWAN, CJ. et al. Warm-up strategies for sport and exercise: mechanisms and applications. **Sports medicine**, v. 45, n. 11, p. 1523-1546, 2015.

NEVES, EB. et al. Different responses of the skin temperature to physical exercise: Systematic review. In: **2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)**. IEEE, 2015a. P. 1307-1310.

NEVES, EB. et al. "The Thermal Response of Biceps Brachii to Strength Training," **Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche**, vol. 174, p. In Press, 2015b.

QUESADA, JIP. (Ed.). **Application of infrared thermography in sports science**. Cham: Springer, 2017.

RATAMESS, N. et al. Progression models in resistance training for healthy adults [ACSM position stand]. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 41. 687-708., 2009.

ROMÃO, W. et al. The use of infrared thermography in endurance athletes: a systematic review. **Motricidade**, v. 17, n. 2, p. 193-203, 2021.

SALAMUNES, ACC; STADNIK, AMW; NEVES, EB. The effect of body fat percentage and body fat distribution on skin surface temperature with infrared thermography. **Journal of thermal biology**, v. 66, p. 1-9, 2017.

SAMPAIO, LT. et al. Body fat percentage and lower limbs temperature in recreational cyclists during an incremental test. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, p. 150-157, 2019.

SIRI, W.E. Techniques for Measuring Body Composition—Session 4; **The National Academies Press**: Washington, DC, USA, 1961.

SILLERO-QUINTANA, M. et al. Effects of Resistance Training on Skin Temperature and Its Relationship with Central Nervous System (CNS) Activation In: **Healthcare**. MDPI, 2022. p. 207.

SILVA, A. G. D. et al. Effect of Whole-, Upper-, and Lower-Body High-Intensity Rowing Exercise on Skin Temperature Measured by Thermography. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, p. 1-11, 2022

SIMÃO, R. Utilização do teste de 1RM na prescrição de exercícios resistidos: vantagem ou desvantagem?. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 4, n. 1, p. 22-26, 2005.

STEWART, IB. et al. Thermal Infrared Imaging Can Differentiate Skin Temperature Changes Associated With Intense Single Leg Exercise, But Not With Delayed Onset of Muscle Soreness. **Journal of sports science & medicine**, v. 19, n. 3, p. 469, 2020.

TANDA, G. The use of infrared thermography to detect the skin temperature response to physical activity. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2015

TØIEN, T. et al. Maximal strength training: the impact of eccentric overload. **Journal of Neurophysiology**, v. 120, n. 6, p. 2868-2876, 2018.