

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**CARACTERÍSTICAS DO PERFIL TÉRMICO DE ATLETAS DE DIFERENTES
MODALIDADES ESPORTIVAS EMPREGANDO A TERMOGRAFIA
INFRAVERMELHA**

Cristiane Mara de Rezende
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024**

CRISTIANE MARA DE REZENDE

**CARACTERÍSTICAS DO PERFIL TÉRMICO DE ATLETAS DE DIFERENTES
MODALIDADES ESPORTIVAS EMPREGANDO A TERMOGRAFIA
INFRAVERMELHA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Joao Carlos Bouzas Marins

Coorientador: Alisson Gomes da Silva

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

R467c
2024

Rezende, Cristiane Mara de, 1990-

Características do perfil térmico de atletas de diferentes modalidades esportivas empregando a termografia infravermelha / Cristiane Mara de Rezende. – Viçosa, MG, 2024.

1 dissertação eletrônica (104 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexos.

Orientador: João Carlos Bouzas Marins.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Educação Física, 2024.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.658>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Medicina esportiva. 2. Termografia. 3. Temperatura cutânea. 4. Esportes. 5. Temperatura corporal - Regulação. I. Marins, João Carlos Bouzas, 1964-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDD 22. ed. 617.1027

CRISTIANE MARA DE REZENDE

**CARACTERÍSTICAS DO PERFIL TÉRMICO DE ATLETAS DE DIFERENTES
MODALIDADES ESPORTIVAS EMPREGANDO A TERMOGRAFIA
INFRAVERMELHA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de agosto de 2024.

Assentimento:

Cristiane Mara de Rezende
Autora

Joao Carlos Bouzas Marins
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pela autora em 10/10/2024 às 14:44:40 e pelo orientador em 11/10/2024 às 23:50:45. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **VCER.N7HJ.THT4** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por me dar forças e iluminar meu caminho ao longo desta jornada.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha família. Aos meus pais, que sempre me incentivaram e apoiaram incondicionalmente, e às minhas irmãs Daniele e Natália, por estarem sempre ao meu lado. Ao meu noivo, Daniel, pelo amor, compreensão e paciência durante todo esse percurso.

Aos meus orientadores, João e Alisson, expressei minha sincera gratidão por todo o suporte e apoio durante esse percurso acadêmico. A orientação de vocês foi crucial para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos e colaboradores, que de diversas formas contribuíram para que essa jornada fosse possível. A cada um de vocês, meu sincero agradecimento. Todos sabem o quão singular e essencial foi a participação de cada um para a realização desta conquista.

À Universidade Federal de Viçosa, agradeço pela oportunidade de realizar minha pós-graduação e por todo o suporte durante esses anos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), agradeço pela concessão da bolsa de estudos, que foi fundamental para a realização deste trabalho.

Ao Minas Tênis Clube, onde encontrei um ambiente de trabalho acolhedor e colaborativo, que permitiu o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos atletas voluntários do Minas Tênis Clube, minha gratidão pela participação e empenho que tornaram possível a realização desta pesquisa.

Por fim, agradeço ao software ThermoHuman, que foi essencial para as análises realizadas durante a coleta de dados desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

REZENDE, Cristiane Mara de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2024. **Características do perfil térmico de atletas de diferentes modalidades esportivas empregando a termografia infravermelha.** Orientador: Joao Carlos Bouzas Marins. Coorientador: Alisson Gomes da Silva.

Avaliações termográficas regulares são essenciais para a criação de perfis térmicos individualizados de atletas, adaptando-se às diversas modalidades esportivas devido às características físicas e padrões de movimento específicos de cada esporte. Desta forma este estudo se divide em dois artigos principais: O primeiro artigo tem como objetivo identificar padrões termográficos entre atletas de diferentes modalidades e examinar a influência do sexo nesses padrões. Foram avaliados 89 atletas de ambos os sexos, com idade média $20,62 \pm 1,5$ anos, caracterizados como atletas de alto rendimento em modalidades como Basquete ($n = 15$), Futsal ($n= 22$) Judô ($n= 32$) e Voleibol ($n= 20$), utilizando-se o termovisor FLIR® T420 com emissividade de 0,98. Para a captura de imagens termográficas em repouso foi empregado o software ThermoHuman®, o que permitiu uma análise de 8 regiões corporais de interesse (RCI) da face anterior e 4 da face posterior de membros inferiores. A análise estatística incluiu teste de normalidade, ANOVA de três fatores e teste post hoc de Bonferroni para as 12 regiões de interesse (RCI) analisadas. Os resultados indicam que as diferenças térmicas entre os lados do corpo foram menores que $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, com diferenças significativas entre os sexos em regiões como quadríceps e isquiotibiais. Nas modalidades em que houve comparação entre os sexos, os homens apresentaram uma maior temperatura em relação às mulheres de forma significativa. Houve diferenças significativas de $P < 0,05$ quando comparado o perfil térmico entre as modalidades esportivas, sendo o Basquetebol de forma generalizada com maior temperatura nas diferentes RCI. O segundo artigo teve como objetivo estabelecer um padrão térmico de normalidade para a articulação do joelho em atletas de alto rendimento, analisando as diferenças térmicas anteroposteriores e propondo pontos de corte para identificar joelhos hiporradiados e hiperradiados. A amostra foi composta pelo mesmo grupo de avaliados descritos no artigo 1. Os procedimentos metodológicos também foram semelhantes ao primeiro artigo. Verificamos que a assimetria da TP entre os joelhos anteriores e posteriores foi menor que $0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ e não foi afetada

pelo sexo ou modalidade. No entanto, a TP variou significativamente entre as modalidades esportivas, com jogadores de basquete tendo maior TP anterior do joelho em comparação com atletas de futsal e judô, enquanto atletas de futsal tiveram menor TP anterior do joelho em comparação com jogadores de vôlei. Na visão subsequente, jogadores de basquete tiveram maior TP em comparação com atletas de futsal, judô e vôlei. Judocas tiveram menor TP posterior do joelho em comparação com atletas de futsal. A diferença térmica anteroposterior foi maior no futsal do que nas outras modalidades. Atletas de elite não lesionados apresentam padrões de TP do joelho termicamente simétricos independentemente do sexo ou modalidade esportiva. Além disso, a modalidade esportiva impacta a TP e a diferença térmica anteroposterior na articulação do joelho. Conclui-se que a modalidade esportiva e o sexo influenciam significativamente o perfil térmico dos atletas, sendo necessários padrões térmicos específicos para cada grupo.

Palavras-chave: termografia;; temperatura da pele;; termorregulação;; esporte;; medicina esportiva.

ABSTRACT

REZENDE, Cristiane Mara de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2024. **Characteristics of the thermal profile of athletes from different sports using infrared thermography.** Adviser: Joao Carlos Bouzas Marins. Co-adviser: Alisson Gomes da Silva.

Regular thermographic evaluations are essential for creating individualized thermal profiles of athletes, adapting to the different sports modalities due to the specific physical characteristics and movement patterns of each sport. This study is divided into two main articles: The first article aims to identify thermographic patterns among athletes from different sports modalities and examine the influence of sex on these patterns. A total of 89 athletes of both sexes were evaluated, with an average age of 20.62 ± 1.5 years, characterized as high-performance athletes in sports such as Basketball (n = 15), Futsal (n = 22), Judo (n = 32), and Volleyball (n = 20), using the FLIR® T420 thermal camera with an emissivity of 0.98. ThermoHuman® software was employed to capture thermographic images at rest, allowing for the analysis of 8 anterior and 4 posterior regions of interest (ROI) on the lower limbs. The statistical analysis included a normality test, three-way ANOVA, and Bonferroni post hoc test for the 12 regions of interest (ROI) analyzed. The results indicate that thermal differences between the body sides were smaller than $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, with significant differences between sexes in regions such as the quadriceps and hamstrings. In the sports modalities where sex comparisons were made, men presented significantly higher temperatures than women. Significant differences of $P < 0.05$ were found when comparing the thermal profile between sports modalities, with Basketball generally showing higher temperatures across different ROIs. The second article aimed to establish a thermal normality pattern for the knee joint in high-performance athletes, analyzing anteroposterior thermal differences and proposing cutoff points to identify hyporadiated and hyperradiated knees. The sample consisted of the same group of participants described in Article 1, and the methodological procedures were also similar to those in the first article. We found that the Tsk asymmetry between the anterior and posterior knees was less than $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ and was not affected by sex or sports modality. However, Tsk varied significantly among sports modalities, with basketball players having higher anterior knee Tsk compared to futsal and judo athletes, while futsal athletes had lower

anterior knee Tsk compared to volleyball players. In the posterior view, basketball players had higher Tsk compared to futsal, judo, and volleyball athletes. Judokas had lower posterior knee Tsk compared to futsal athletes. The anteroposterior thermal difference was greater in futsal than in the other modalities. Uninjured elite athletes present thermally symmetric knee Tsk patterns regardless of sex or sports modality. Furthermore, sports modality impacts Tsk and the anteroposterior thermal difference in the knee joint. It is concluded that sports modality and sex significantly influence the thermal profile of athletes, and specific thermal patterns are needed for each group.

Keywords: thermography;; skin temperature;; thermoregulation;; sport;; sports medicine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pag
Artigo 1 Análise da simetria térmica e padrões de temperatura corporal em atletas de alto rendimento de diferentes modalidades esportivas.....	23
Figura 1 Exemplo do ambiente de captação da imagem termográfica.....	31
Figura 2 Termogramas dos homens avaliados, vista anterior superior (A) e inferior. (B), bem como a posterior superior (C) e inferior (D), destacando as RCI para avaliação da temperatura da pele.....	32
Figura 3 Termogramas das mulheres avaliadas, vista anterior superior (A) e inferior (B), bem como a posterior superior (C) e inferior (D), destacando as RCI para avaliação da temperatura da pele.....	33
Figura 4 Distribuição percentual da ΔTP das RCI pareadas nos atletas.....	36
Figura 5 Valores da temperatura da pele do ombro considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G ; tamanho de efeito moderado TE_M).....	38
Figura 6 Valores da temperatura da pele do bíceps considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito moderado TE_M).....	38
Figura 7 Valores da temperatura da pele do tríceps considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G ; tamanho de efeito moderado TE_M).....	39
Figura 8 Valores da temperatura da pele do abdômen considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito moderado TE_M).....	40

Figura 9	Valores da temperatura da pele do antebraço considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).....	41
Figura 10	Valores da temperatura da pele do quadríceps considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).....	41
Figura 11	Valores da temperatura da pele do isquiotibiais considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).....	42
Figura 12	Valores da temperatura da pele do tibial anterior considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G ; tamanho de efeito moderado TE_M).....	43
Figura 13	Valores da temperatura da pele da panturrilha considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).....	43
Figura 14	Valores da temperatura da pele do tríceps considerando a integração modalidade e sexo. Colchetes representam diferença significativa entre modalidades, * representa diferença significativa intragrupo (homens vs. mulheres na modalidade correspondente) e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).....	45
Figura 15	Valores da temperatura da pele do antebraço considerando a integração modalidade e sexo. Colchetes representam diferença significativa entre modalidades, * representa diferença significativa intragrupo (homens vs. mulheres na modalidade correspondente) e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G ; tamanho de efeito moderado TE_M).....	46

Figura 16	Valores da temperatura da pele do quadríceps considerando a integração modalidade e sexo. Colchetes representam diferença significativa entre modalidades, * representa diferença significativa intragrupo (homens vs. mulheres na modalidade correspondente) e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).....	47
Figura 17	Valores da temperatura da pele do isquiotibiais considerando a integração modalidade e sexo. Colchetes representam diferença significativa entre modalidades, * representa diferença significativa intragrupo (homens vs. mulheres na modalidade correspondente) e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G ; tamanho de efeito moderado TE_M).....	48
Artigo 2	Padrões de normalidade térmica da articulação do joelho em atletas profissionais de diferentes modalidades esportivas.....	63
Figura 1	Exemplo de ambos os termogramas de membros inferiores mostrando a delimitação das RCI analisadas selecionadas automaticamente pelo ThermoHuman [®] . (A) região anterior, (B) região posterior.....	71
Figura 2	Valores da temperatura da pele do Joelho considerando o fator modalidade esportiva nos termogramas anterior e posterior. As diferenças são representadas por símbolos de colchetes e pelo tamanho do efeito (tamanho do efeito grande ES_L ; tamanho do efeito moderado ES_M).....	73
Figura 3	Valores da temperatura da pele do Joelho considerando a interação entre sexo e modalidade esportiva na visão posterior. As diferenças são representadas por símbolos de colchetes e pelo tamanho do efeito (tamanho do efeito grande ES_L ; tamanho do efeito moderado ES_M).....	74
Figura 4	Valores de diferença de temperatura da pele anteroposterior do joelho considerando o fator esporte praticado. As diferenças são representadas por símbolos de colchetes e pelo tamanho do efeito (tamanho do efeito grande ES_L ; tamanho do efeito moderado ES_M).....	75

LISTA DE TABELAS

	Pag
Artigo 1 Análise da simetria térmica e padrões de temperatura corporal em atletas de alto rendimento de diferentes modalidades esportivas.....	23
Tabela 1 Resultados da ANOVA para os fatores lado corporal, sexo e modalidade esportiva.....	34
Tabela 2 Resultados da ANOVA para as análises de interação entre os fatores.....	35
Tabela 3 Valores de temperatura da pele das RCI considerando o fator lado corporal.....	35
Tabela 4 Valores de temperatura da pele das RCI considerando o fator sexo.....	37
Tabela 5 Valores de temperatura da pele das RCI considerando a interação entre sexo e modalidade esportiva.....	44
Tabela 6 Percentis 5,15, 50, 85 e 95 da Temperatura da RCI com integração entre os sexos.....	49
Tabela 7 Faixa de normalidade da Temperatura das RCI entre as modalidades.....	50
Tabela 8 Percentis 5,15, 50, 85 e 95 da Temperatura das RCI entre as modalidades e sexo.....	51
Artigo 2 Padrões de normalidade térmica da articulação do joelho em atletas profissionais de diferentes modalidades esportivas.....	63
Tabela 1 Dados de características dos participantes.....	68
Tabela 2 Percentis 15, 50 e 85 da temperatura da pele do joelho na visão anterior e posterior e diferença térmica anteroposterior (Δ) conforme modalidade esportiva.....	76
Tabela 3 Percentis 15, 50 e 85 da temperatura da pele do joelho para visão posterior segundo sexo e modalidade esportiva.....	76

LISTA DE QUADROS

	Pag
Artigo 1 Análise da simetria térmica e padrões de temperatura corporal em atletas de alto rendimento de diferentes modalidades esportivas.....	23
Quadro 1 Distribuição do “n” amostral por modalidade e sexo.....	28
Quadro 2 Características descritivas dos participantes (Média e Desvio padrão).....	29

LISTA DE ABREVIATURAS

TI: Termografia infravermelha.

TP: Temperatura da pele.

RCI: Região corporal de interesse.

IMC: Índice de massa corporal.

TE: Tamanho de efeito.

IC: Intervalo de confiança.

ISAK: International Standards for Anthropometric Assessment.

°C: Graus Celsius.

Δ : Diferença lado direito e esquerdo.

TE_G: Tamanho do efeito grande.

TE_M: Tamanho do efeito médio.

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

SUMÁRIO

	Pag
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	16
1.1 Referências.....	19
2. OBJETIVOS.....	22
2.1 Objetivo Geral.....	22
2.2 Objetivos Específicos.....	22
Artigo 1 - Análise da simetria térmica e padrões de temperatura corporal em atletas de alto rendimento de diferentes modalidades esportivas.....	
3.	23
3.1 Resumo.....	23
3.2 Abstract.....	24
3.3 Introdução.....	25
3.4 Materiais e Métodos.....	28
3.5 Resultados.....	34
3.6 Discussão.....	52
3.7 Conclusão.....	57
3.8 Referências.....	58
Artigo 2 - Padrões de normalidade térmica da articulação do joelho em atletas profissionais de diferentes modalidades esportivas.....	
4.	63
4.1 Resumo.....	63
4.2 Abstract.....	64
4.3 Introdução.....	65
4.4 Materiais e Métodos.....	67
4.5 Resultados.....	72
4.6 Discussão.....	76
4.7 Conclusão.....	80
4.8 Referências.....	81

5.	CONCLUSÃO GERAL.....	85
6.	ANEXOS.....	86
6.1	Comitê de Ética.....	86
6.2	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	95
6.3	Anamnese do Histórico do atleta.....	99
6.4	Ficha de produtividade.....	103

1. INTRODUÇÃO GERAL

A termografia infravermelha (TI) é uma técnica que nos permite visualizar o calor irradiado da superfície corporal e mensurar a temperatura da pele (TP) de modo não invasivo, sem contato físico ou risco para o avaliado (Marins e Cazal, 2023; Lubkowska; Pluta, 2022;). Esta tecnologia tem sido amplamente utilizada na medicina para o diagnóstico de doenças, devido à relação entre a temperatura corporal e diversas condições patológicas, incluindo processos inflamatórios e degenerativos (Lubkowska; Pluta, 2022; Kesztyüs et al. 2023), e anomalias na circulação periférica (Crepaldi et al. 2023). Existem alguns trabalhos em que a TI tem sido aplicada em estudos relacionados ao câncer (Verstockt et al. 2022), lesões ortopédicas (Sillero-Quintana et al. 2017) e no ambiente esportivo, auxiliando na quantificação da carga de treino (Afonso et al., 2022; Silva et al., 2022).

No exercício físico e no esporte, a aplicação da TI é promissora, e o avanço tecnológico nas câmeras infravermelhas tem estimulado uma crescente investigação científica nesta área (Marins e Cazal, 2023; Fernández-Cuevas et al., 2015). O monitoramento termográfico proporciona uma avaliação qualitativa e quantitativa das mudanças na TP induzidas pelo exercício, fornecendo informações valiosas sobre a eficiência do sistema termorregulatório humano (Bagavathiappan et al. 2013; Hildebrandt; Raschner; Ammer, 2010) e sobre alterações metabólicas relacionadas à recuperação da homeostase após o exercício (Fernandes et al., 2014).

A realização de avaliações termográficas regulares no campo esportivo possibilita a criação de um perfil térmico individualizado para atletas, além da elaboração de perfis específicos adaptados a cada modalidade esportiva (Marinho et al., 2022; Rezende et al., 2019). Diferentes modalidades esportivas envolvem padrões de movimento distintos e características físicas próprias, que exercem influências variadas sobre a carga física, especialmente na estrutura ortopédica, impactando o perfil térmico em determinada Região Corporal de Interesse (RCI). Essa abordagem viabiliza a elaboração de um mapa que incorpora as características típicas da temperatura em diferentes RCI (Marins et al., 2015a; Hildebrandt et al., 2012). Desvios atípicos na TP em uma RCI específica podem estar associados com processos degenerativos (hiporradiação local) ou inflamatórios (hipertermia local) (Hildebrandt et

al., 2012). Essas alterações térmicas podem indicar a presença de lesões, as decisões sobre a carga de treino ou abordagens preventivas por parte do corpo técnico.

Marins et al. (2015b) estabeleceram o critério de normalidade térmica como a presença de uma variação bilateral igual ou inferior a 0,4 °C. Esse critério foi fundamentado em uma variedade de estudos populacionais, incluindo pesquisas com chineses (Zhu; Xin, 1999), crianças mexicanas (Kolosovas-Machuca; González, 2011), finlandeses (Zaproudina et al., 2008) e brasileiros (Marins et al., 2014b). A prática regular de treinamento físico e os padrões motores específicos de cada esporte reforçam necessidade de estabelecer perfis térmicos específicos para cada modalidade esportiva.

Estudos envolvendo a termografia de atletas já foram realizados em algumas modalidades. Por exemplo, investigações com jogadores de vôlei (Marinho et al., 2022), nadadores (Rezende et al., 2019) e judocas (Brito et al., 2020) demonstram que a variação térmica bilateral em modalidades cíclicas tende a ser $\leq 0,4^{\circ}\text{C}$, enquanto modalidades acíclicas podem apresentar desequilíbrios térmicos normais devido à dinâmica do esporte.

A investigação do perfil termográfico em populações de indivíduos saudáveis já foi abordada em alguns estudos. Entre eles, destacam-se os trabalhos de Marins et al. (2015a), que estudaram adultos brasileiros, e Marins et al. (2015b), que analisaram militares brasileiros. Estudos focados em atletas incluem a análise de corredores universitários de cross country (Tumilty et al., 2019), ciclistas (Balci; Basaran; Colakogly, 2016), nadadores (Rezende et al., 2019) e jogadores de futebol de base (Côgo et al., 2017; Marins et al., 2014b).

Com objetivo de identificar a aplicação da TI em modalidades como basquetebol, futsal, judô e vôlei, foi realizada uma busca nas bases de dados Pubmed, Science Direct e Scielo em janeiro (2024). A pesquisa revelou um estudo sobre TI no judô (Brito et al., 2020) e um no voleibol (Marinho et al., 2022), mas não encontrou estudos específicos em futsal e basquete, conferindo caráter pioneiro a este estudo.

A diferença entre os sexos na resposta termográfica foi um ponto de interesse em nosso estudo, dada a complexidade dos mecanismos de termorregulação e suas variações baseadas no gênero. Estudos como o de Chudecka e Lubkowska (2015) e Marins et al. (2014c) indicam que homens e mulheres apresentam diferenças significativas nos perfis térmicos, possivelmente devido a fatores hormonais e de composição corporal. Essas variações são cruciais na interpretação das imagens

termográficas, especialmente para atletas de alto rendimento, onde o equilíbrio térmico pode ser um indicador importante para a prevenção de lesões e otimização do desempenho. A comparação do perfil térmico entre os sexos em atletas não é algo habitual, já que os estudos anteriores sobre o tema foram feitos com pessoas não atletas, o que torna este estudo, sobre essa questão original.

A articulação do joelho, sendo uma das mais vulneráveis a lesões em esportes de alto impacto, foi foco de estudo específico em diversas pesquisas (Buerba et al. 2021; Arundale et al. 2022), contudo, nenhuma delas abordou a utilização da TI. Assim, a originalidade do presente estudo também reside na análise detalhada da RCI do joelho em atletas de ambos os sexos, oferecendo insights valiosos para o desenvolvimento de estratégias preventivas e personalizadas, adaptadas às demandas físicas de cada modalidade esportiva.

Dado que os ajustes termorregulatórios possuem uma natureza complexa e multifatorial, surge a necessidade de delinear perfis termográficos específicos para atletas de alto rendimento em diferentes modalidades. Essas informações são cruciais para a interpretação das imagens termográficas por equipes multidisciplinares, incluindo preparadores físicos, fisioterapeutas, médicos e treinadores.

O monitoramento contínuo dos termogramas permite uma análise das variações térmicas nos segmentos corporais dos atletas, oferecendo informações importantes sobre a sua condição física e possíveis desequilíbrios. Essas informações podem ser utilizadas para identificar possíveis níveis de sobrecarga e fadiga muscular, podendo auxiliar na prevenção de lesões. Além disso, ao detectar anomalias térmicas, é possível implementar intervenções específicas e personalizadas, otimizando o processo de recuperação e o desempenho.

Desta forma, essa dissertação foi estruturada em dois artigos. O primeiro compara a simetria térmica bilateral e as temperaturas médias das RCI dos membros superiores e inferiores entre atletas do sexo masculino e feminino nas modalidades de futsal, basquetebol, judô e voleibol. Já o segundo trata especificamente da RCI do joelho, uma articulação de extrema importância para os atletas nas modalidades consideradas neste estudo.

1.1 Referências

AFONSO, A. F. S.; DIAS, F. A. M.; MARINS, J. C. B. A termografia aplicada ao futebol. *Revista Brasileira de Futebol*, v. 15, n. 5, p. 3-16, 2022. (DOI não disponível).

ARUNDALE, A. J. H.; SILVERS-GRANELLI, H. J.; MYKLEBUST, G. ACL injury prevention: where have we come from and where are we going? *Journal of Orthopaedic Research*, v. 40, n. 1, p. 43-54, 2022. DOI: 10.1002/jor.25058.

BALCI, G. A.; BASARAN, T.; COLAKOGLY, M. Analysing visual pattern of skin temperature during submaximal and maximal exercises. *Infrared Physics & Technology*, v. 74, p. 57-62, 2016. DOI: 10.1016/j.infrared.2015.12.002.

BAGAVATHIAPPAN, S.; LAHIRI, B. B.; SARAVANAN, T.; PHILIP, J.; JAYAKUMAR, T. Infrared thermography for condition monitoring – A review. *Infrared Physics & Technology*, v. 60, p. 35-55, 2013. DOI: 10.1016/j.infrared.2013.03.006.

BRITO, C. J.; MOREIRA, D. G.; FERREIRA, J. J.; DÍAZ-DE-DURANA, A. L.; MIARKA, B.; MARINS, J. C. B.; SILLERO-QUINTANA, M. Immune response related with skin thermal pattern in judokas: a new application for infrared thermography? *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 34, n. 10, p. 2886-2894, 2020. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002672.

BUERBA, R. A.; ZAFFAGNINI, S.; KURODA, R.; MUSAHL, V. ACL reconstruction in the professional or elite athlete: state of the art. *Journal of ISAKOS*, v. 6, n. 4, p. 226-236, 2021. <https://doi.org/10.1136/jisakos-2020-000456>

CÔGO, W. T.; NOGUEIRA, P. H. R.; SILVA, A. G.; MARINS, J. C. B. Perfil térmico de membros inferiores de jogadores de futebol de categoria de base. *Revista Brasileira de Futebol*, v. 10, p. 4-24, 2017. (DOI não disponível).

CREPALDI, A. et al. Foot temperature by infrared thermography in patients with peripheral artery disease before and after structured home-based exercise: a gender-based observational study. *Journal of Personalized Medicine*, v. 13, n. 9, p. 1312, 2023. DOI: 10.3390/jpm13091312.

CHUDECKA, M.; LUBKOWSKA, A. *Infrared physics & technology*. v. 69, p. 81-87, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.01.012>

FERNANDES, A. A. et al. Measuring skin temperature before, during and after exercise: a comparison of thermocouples and infrared thermography. *Physiological Measurement*, v. 35, p. 189-203, 2014. DOI: 10.1088/0967-3334/35/2/189.

FERNÁNDEZ-CUEVAS, I. et al. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: a review. *Infrared Physics & Technology*, v. 71, p. 28-55, 2015. DOI: 10.1016/j.infrared.2015.02.007.

JIANG, L. J. et al. A perspective on medical infrared imaging. *Journal of Medical Engineering & Technology*, v. 29, p. 257-267, 2005. DOI: 10.1080/03091900512331333158.

KESZTYÜS, D.; BRUCHER, S.; WILSON, C.; KESZTYÜS, T. Use of infrared thermography in medical diagnosis, screening, and disease monitoring: a scoping review. *Medicina (Kaunas)*, v. 59, n. 12, p. 2139, 2023. DOI: 10.3390/medicina59122139.

KOLOSOVAS-MACHUCA, E. S.; GONZÁLEZ, F. J. Distribution of skin temperature in Mexican children. *Skin Research and Technology*, v. 22, p. 1-6, 2011. DOI: 10.1111/j.1600-0846.2011.00501.x.

LUBKOWSKA, A.; PLUTA, W. Infrared thermography as a non-invasive tool in musculoskeletal disease rehabilitation-the control variables in applicability-a systematic review. *Applied Sciences*, v. 12, p. 4302, 2022. DOI: 10.3390/app12094302.

MARINHO, J. P. R. et al. Thermal characterization in professional volleyball athletes. *Revista Motricidade*, v. 18, 2022. (DOI não disponível).

MARINS, J. C. B.; FERNÁNDEZ-CUEVAS, I.; ARNAIZ-LASTRAS, J.; FERNANDES, A. A.; SILLERO-QUINTANA, M. Aplicaciones de la termografía infrarroja en el deporte. Una revisión / Applications of infrared thermography in sports. A review. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, v. 15, n. 60, p. 805-824, 2015. Disponível em: [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista60/artaplicaciones594.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista60/artaplicaciones594.htm).

MARINS, J. C. B.; FORMENTI, D.; COSTA, C. M. A.; FERNANDES, A. A.; SILLERO-QUINTANA, M. Circadian and gender differences in skin temperature in militaries by thermography. *Infrared Physics & Technology*, v. 71, p. 322-328, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.05.008> (b).

MARINS, J. C. B. et al. Thermographic profile of soccer players' lower limbs. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, v. 7, p. 1-6, 2014. [https://doi.org/10.1016/S1888-7546\(14\)70053-X](https://doi.org/10.1016/S1888-7546(14)70053-X) (b).

MARINS, J. C. B.; CAZAL, M. M. *Nutrição & suplementação para o ganho de desempenho físico e esportivo*. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Rubio, v. 1, p. 512, 2023. (DOI não disponível).

REZENDE, C. M.; SILVA, A. G.; ENCARNAÇÃO, S. G. A.; JUNIOR, M. A. C.; MARINS, J. C. B. Análise da simetria térmica em atletas de natação de alto rendimento. *Pan American Journal of Medical Thermology*, v. 6, p. 21-29, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18073/pajmt.2019.6.21-29>.

SILLERO-QUINTANA, M.; CARMONA, P. G.; FERNÁNDEZ-CUEVAS, I. Infrared thermography as a means of monitoring and preventing sports injuries. In: VARDASCA, R.; MENDES, J. G. (Ed.). *Innovative Research in Thermal Imaging for Biology and Medicine*. IGI Global, 2017. p. 165-198. DOI: 10.4018/978-1-7998-7707-3.ch046.

SILVA, A. G.; REIS, H. H. T.; MARINS, J. C. B. Bases fisiológicas da aplicação da termografia para controle de carga no futebol: uma breve revisão. *Revista Brasileira de Futebol*, v. 15, n. 3, p. 3-19, 2022. (DOI não disponível).

TUMILTY, S.; ADHIA, D. B.; SMOLIGA, J. M.; GISSELMAN, A. S. Thermal profiles over the Achilles tendon in a cohort of non-injured collegiate athletes over the course of a cross country season. *Physical Therapy in Sport*, v. 36, p. 110-115, 2019. DOI: 10.1016/j.ptsp.2019.01.009

VERSTOCKT, J.; VERSPEEK, S.; THIESSEN, F.; TJALMA, W. A.; BROCHEZ, L.; STEENACKERS, G. Skin cancer detection using infrared thermography: measurement setup, procedure and equipment. *Sensors*, v. 22, p. 3327, 2022. <https://doi.org/10.3390/s22093327>

ZAPROUDINA, N.; VARMAVUO, V.; AIRAKSINEN, O.; NÄRHI, M. Reproducibility of infrared thermography measurements in healthy individuals. *Physiological Measurement*, v. 29, n. 4, p. 515-524, 2008. DOI: 10.1088/0967-3334/29/4/007

ZHU, W. P.; XIN, X. R. Study on the distribution pattern of skin temperature in normal Chinese and detection of the depth of early burn wound by infrared thermography. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 888, p. 300-313, 1999. DOI: 10.1111/j.1749-6632.1999.tb07964.x

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Mapear e comparar o perfil termográfico de atletas de alto rendimento em diferentes modalidades esportivas. Para tal, foram estabelecidos dois objetivos específicos, abordados nos artigos que compõem este trabalho.

2.2 Objetivos Específicos

Artigo 1

Comparar a simetria térmica bilateral e as temperaturas médias das RCI dos membros superiores e inferiores entre atletas do sexo masculino e feminino nas modalidades de futsal, basquetebol, judô e voleibol, visando identificar padrões termográficos distintos e verificar a influência do sexo nesses padrões.

Artigo 2

Estabelecer um padrão térmico de normalidade para a articulação do joelho em atletas de alto rendimento, analisando as diferenças térmicas anteroposteriores e propondo pontos de corte para identificar joelhos hiporradiados e hiperradiados.

3. Artigo 1 - Análise da simetria térmica e padrões de temperatura corporal em atletas de alto rendimento de diferentes modalidades esportivas

3.1 Resumo

A termografia infravermelha (TI) é uma técnica que permite para estabelecer o perfil térmico de atletas, auxiliando especialmente na prevenção de lesões, quando identificadas diferenças térmicas bilaterais ou áreas hipo ou hiper radiadas. Este perfil pode ser específico por modalidades e pelo fator sexo. Este estudo tem como objetivo analisar a influência da modalidade esportiva e do sexo na temperatura a pele (TP) de diferentes regiões corporais de interesse (RCI) em atletas de alto rendimento, verificando também a simetria térmica bilateral. Foram avaliados 89 atletas, sendo 57 homens e 32 mulheres, distribuídos entre basquete (n = 15), futsal (n = 22), judô (n = 32), e voleibol (n = 20). Utilizando um sensor de infravermelho FLIR® T420, com emissividade 0,98 foram avaliadas 12 RCI, das quais geraram-se curvas percentuais para definir pontos de corte para diferentes categorias térmicas. As análises estatísticas incluíram ANOVA de três fatores, explorando os efeitos da modalidade, lado corporal e sexo nas temperaturas, com análises post hoc de Bonferroni para comparações múltiplas. Em todas as análises foi considerado um nível de significância de $P \leq 0,05$. Os resultados mostraram variações significativas da temperatura entre modalidades, com destaque para atletas de basquete, que apresentaram as maiores temperaturas em diversas RCI em comparação com as outras modalidades. Diferenças significativas também foram observadas entre os sexos, especialmente nos quadríceps e isquiotibiais, com os homens exibindo temperaturas mais altas. A simetria térmica foi consistentemente mantida em todas as RCI, independentemente do sexo e da modalidade. Conclui-se que o fator modalidade esportiva quanto o sexo tem influências significativas na TP, sugerindo a necessidade de padrões térmicos personalizados para intervenções preventivas e corretivas. Pode-se considerar que os atletas são simétricos quanto à bilateralidade térmica, independentemente da modalidade e sexo, com diferenças inferiores aos $0,4^{\circ}\text{C}$, sendo esse um padrão consistente.

Palavras-chave: Termografia; Temperatura da Pele; Termorregulação; Esporte; Atletas; Fisiologia do Exercício.

3.2 Abstract

Infrared thermography (IT) is a technique that allows the establishment of the thermal profile of athletes, especially aiding in injury prevention when bilateral thermal differences or hypo- or hyper-radiated areas are identified. This profile can be specific to sports modalities and influenced by sex. This study aims to analyze the influence of sports modality and sex on the skin temperature (IT) of different regions of interest (ROIs) in high-performance athletes, also verifying bilateral thermal symmetry. A total of 89 athletes were evaluated, 57 men and 32 women, distributed among basketball (n = 15), futsal (n = 22), judo (n = 32), and volleyball (n = 20). Using a FLIR® T420 infrared sensor with an emissivity of 0.98, 12 ROIs were evaluated, from which percentile curves were generated to define cutoff points for different thermal categories. Statistical analyses included a three-factor ANOVA, exploring the effects of modality, body side, and sex on temperatures, with Bonferroni post hoc analyses for multiple comparisons. A significance level of $P < 0.05$ was considered for all analyses. The results showed significant temperature variations between modalities, with basketball athletes standing out, as they presented the highest temperatures in various ROIs compared to the other modalities. Significant differences were also observed between sexes, especially in the quadriceps and hamstrings, with men exhibiting higher temperatures. Thermal symmetry was consistently maintained across all ROIs, regardless of sex and modality. It is concluded that both the sports modality and sex have significant influences on skin temperature, suggesting the need for personalized thermal patterns for preventive and corrective interventions. Athletes can be considered thermally symmetrical in terms of bilateralism, regardless of modality and sex, with differences below 0.4°C , establishing this as a consistent pattern.

Keywords: Thermography; Skin Temperature; Thermoregulation; Sport; Athletes; Exercise Physiology.

3.3 Introdução

A termografia infravermelha (TI) é uma técnica que proporciona a visualização e quantificação do calor irradiado pela superfície corporal, permitindo a medição da temperatura da pele (TP) de maneira não invasiva, e sem contato físico com o avaliado, minimizando riscos associados a métodos invasivos (Marins e Cazal, 2023; Brioschi; Macedo; Macedo, 2003; Jiang et al., 2005; Vargas et al., 2009). Alguns estudos exploraram a aplicação da TI em esportes e exercícios, demonstrando sua eficácia no monitoramento de mudanças térmicas durante atividades físicas. Ludwig et al. (2012) identificaram variações térmicas associadas ao treinamento respiratório. Fernandes et al. (2014) compararam a TI com termopares em uma corrida em esteira, destacando a precisão da TI. Priego Quesada et al. (2015) encontraram uma relação entre TI e ativação muscular durante o ciclismo, refletindo a influência da aptidão física na termorregulação. Costello et al. (2012) revisaram o uso da TI no contexto da crioterapia para avaliar tratamentos em atletas. Além disso, a TI tem sido estudada para a prevenção de lesões e controle da carga de treinamento em atletas (Chudecka; Lubkowska, 2010; Silva et al., 2022; Afonso et al., 2022; Marins et al., 2014a).

No contexto esportivo, ou do exercício físico, a utilização da termografia se apresenta como uma ferramenta altamente promissora (Marins et al., 2015). O avanço tecnológico no desenvolvimento de câmeras infravermelhas tem impulsionado o aumento da investigação científica neste campo, especialmente na última década, como exemplos de trabalhos mais recentes (Bai, L 2020; Bian, Z 2021; Hou et al. 2022; Wang et al. 2021).

A monitorização termográfica proporciona uma análise abrangente, tanto qualitativa quanto quantitativa, das variações na TP decorrentes da prática de exercícios, revelando informações cruciais sobre a eficácia do sistema de termorregulação humano (Zaproudina et al., 2008; Lahiri et al., 2012) e as mudanças metabólicas relacionadas à restauração da homeostase após a atividade física (Vardasca, 2012).

Especialmente no campo esportivo, a condução de avaliações termográficas em intervalos regulares possibilita a criação de um perfil térmico individualizado para atletas, bem como a elaboração de perfis específicos adaptados a cada modalidade esportiva (Marinho et al., 2022; Rezende et al., 2019). Isso se justifica pelo fato de que diferentes modalidades esportivas envolvem padrões de movimento e características

físicas distintas influenciando a carga física, especialmente na estrutura ortopédica e na musculatura. Consequentemente, essa abordagem viabiliza a elaboração de um mapa térmico que incorpora as características típicas da temperatura em diferentes regiões corporais de interesse (RCI) (Marins et al., 2014a; Ring; Ammer, 2012). Assim, qualquer desvio atípico na TP em uma RCI específica pode ser correlacionado com processos degenerativos, manifestados por uma hiporradiação local, ou com processos inflamatórios, evidenciados por uma hipertermia local (Ring; Ammer, 2012).

Marins et al. (2014b) estabeleceram o critério de normalidade térmica como a presença de uma variação bilateral igual ou inferior a 0,4 °C, referência delineada com base em diversos estudos, incluindo o seu próprio trabalho realizado com indivíduos brasileiros (Marins et al., 2014c). Esse enfoque permitiu a criação de um perfil termal representativo da população considerada como normal. Essa abordagem está alinhada com investigações conduzidas em diferentes grupos populacionais, abrangendo estudos em chineses (Zhu; Xin, 1999), finlandeses (Zaproudina et al., 2008), brasileiros (Marins et al., 2014c), e crianças mexicanas (Kolosovas-Machuca; González, 2011). Esse perfil, com diferenças bilaterais $\leq 0,4^{\circ}\text{C}$, também foi evidenciado em estudos mais recentes com atletas de voleibol (Marinho et al. 2022) e natação (Rezende et al. 2019).

Entretanto, a prática regular de treinamento físico e as peculiaridades dos padrões motores inerentes a determinados esportes suscitam a recomendação de estabelecer perfis térmicos específicos para cada modalidade esportiva. Esse enfoque já foi adotado em estudos com jogadores de vôlei (Marinho et al., 2022), nadadores (Rezende et al., 2019), e judocas (Brito et al., 2020). Em modalidades cíclicas, pode-se esperar que as diferenças bilaterais sejam $\leq 0,4^{\circ}\text{C}$ devido à simetria física entre os dimídios corporais. Em modalidades acíclicas, como no tênis ou judô, o uso intensivo de uma parte do corpo durante treinamento pode causar um desequilíbrio térmico, que, no entanto, pode ser considerado “normal” para a modalidade. Assim, verificar o comportamento térmico bilateral em modalidades acíclicas é, portanto, fundamental para um entendimento do perfil térmico de cada modalidade.

A investigação do perfil termográfico em populações de indivíduos saudáveis já foi objeto de estudo em diversas ocasiões. Exemplos incluem os estudos de Marins et al. (2014c), que envolveram adultos brasileiros, o de Costa et al. (2016) que estudaram militares brasileiros, e Costa et al. (2018) com focaram em mulheres. Em relação aos atletas, diversos trabalhos relevantes, tais como o de Tumilty et al. (2019),

que analisou corredores universitários de cross country; o de Balci, Basaran e Colakogly (2016), que se concentrou em ciclistas; o de Rezende et al. (2019), que se dedicou aos nadadores; e ainda os estudos conduzidos por Cogo et al. (2017) e Marins et al. (2014a), ambos com jogadores de futebol de categoria de base. Esses estudos contribuem significativamente para o entendimento do perfil termográfico em diferentes contextos populacionais. Cabe destacar que todos estes estudos foram realizados em homens, encontrando uma diferença bilateral média de $0,4^{\circ}\text{C}$.

Visando identificar estudos que empregaram a termografia no basquetebol, futsal, judô e voleibol, esportes relevantes na cultura esportiva do Brasil, foi realizada uma busca em entre 01/11/2023 e 14/11/2023 nas bases de dados do Pubmed, Science Direct e Scielo. Quando utilizados os termos “thermography” and “judo”, apenas um estudo foi encontrado (Brito et al., 2020), e “thermography” and “volleyball”, foi encontrado o estudo de Marinho et al. (2022). No entanto, utilizando os termos “thermography” and “futsal” ou “basketball”, não foram identificados estudos anteriores que investigassem o perfil termográfico de atletas de alto rendimento nessas modalidades. Também não são comuns estudos de perfil térmico por TP com mulheres atletas, especialmente de alto nível. Essa lacuna de informação abre caminho para futuras investigações no âmbito do perfil térmico de atletas de alto rendimento dessas modalidades esportivas.

Dado que os ajustes termorregulatórios, tanto agudos quanto crônicos, apresentam uma natureza intrincada e são suscetíveis a influências multifatoriais, surge a necessidade de delinear um perfil termográfico específico para atletas de alto rendimento em diferentes modalidades. Essas informações desempenham um papel de suma importância para interpretação das imagens termográficas dos atletas por equipes multidisciplinares, incluindo preparadores físicos, fisioterapeutas, médicos e treinadores. Assim, o objetivo deste estudo é comparar a simetria térmica bilateral e as temperaturas médias das RCI dos membros superiores e inferiores entre atletas do sexo masculino e feminino nas modalidades de futsal, basquetebol, judô e voleibol, visando identificar padrões termográficos distintos e verificar a influência do sexo nesses padrões.

3.4 Materiais e Métodos

O presente estudo é de natureza transversal, adotando uma abordagem exploratória, sem intervenção direta no fenômeno em análise. A coleta de dados consistiu unicamente no registro da TP por meio da termografia infravermelha, realizada em uma única sessão. Este procedimento foi conduzido em conformidade com modelos de estudos previamente conduzidos por Marins et al. (2014b), Marins et al. (2014a), Marinho et al. (2022), Rezende et al. (2019), nos quais o perfil termográfico foi estabelecido em diversas modalidades esportivas. A seleção dos participantes do estudo foi realizada por conveniência, recrutando-se indivíduos disponíveis e acessíveis para a pesquisa, em consonância com uma abordagem prática e viável, considerando as limitações de recursos e tempo disponíveis.

Amostra

Foram selecionados 89 participantes, dos quais 57 eram do sexo masculino (idade: $21,25 \pm 1,9$ anos; estatura: $180,79 \pm 9,5$ cm; massa corporal: $72,6 \pm 5,83$ kg; IMC: $27,7 \pm 5,25$ kg/m²; percentual de gordura: $9,40 \pm 1,8$) e 32 eram do sexo feminino (idade: $20,0 \pm 1,2$ anos; estatura: $171,88 \pm 4,9$ cm; massa corporal: $62,37 \pm 4,38$ kg; IMC: $17,33 \pm 3,04$ kg/m²; percentual de gordura: $11,83 \pm 2,91$). O Quadro 1 apresenta a distribuição do número de participantes por modalidade e sexo. Todos os participantes eram atletas de alto desempenho, com pelo menos cinco anos de prática na modalidade, desde as categorias de base até o nível de alto rendimento, competindo regularmente em campeonatos estaduais, nacionais e internacionais. Vale ressaltar que 15 desses atletas também tinham participação em seleções nacionais de suas respectivas modalidades nos últimos dois anos. A frequência de treinamento semanal habitual dos atletas consiste em 6 dias, com sessões de aproximadamente 90 minutos cada, incluindo treinamento físico, técnico e tático. As características descritivas dos participantes estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 1. Distribuição do número de participantes por modalidade e sexo.

Sexo	Basquete	Futsal	Judô	Voleibol	Total
Homens	15	22	12	8	57
Mulheres	-	-	20	12	32

Quadro 2. Características descritivas dos participantes (Média e Desvio padrão).

Sexo	Variável	Modalidade esportiva			
		Basquete (a)	Futsal (b)	Judô (c)	Voleibol (d)
Homens	Idade (anos)	20,8 ± 1,7 ^{b,c,d}	19,8 ± 1,2 ^{a,c,d}	22,6 ± 1,6 ^{a,b,d*}	21,6 ± 1,8 ^{a,b,c*}
	Altura (cm)	183,3 ± 8,25 ^{b,c,d}	173,5 ± 7,3 ^{a,c,d}	178,2 ± 9,1 ^{a,b,d}	188,0 ± 10,0 ^{a,b,c}
	Massa Corporal (kg)	73,9 ± 5,5 ^b	68,9 ± 5,3 ^{a,c,d}	72,8 ± 5,6 ^{b*}	75,0 ± 5,0 ^b
	IMC (kg/m ²)	27,9 ± 5,2	26,4 ± 5,3	22,9 ± 5,1 [*]	21,2 ± 5,1
	% Gordura	9,6 ± 1,7 ^b	8,6 ± 1,8 ^{a,c}	10,6 ± 1,7 ^{b,d*}	9,1 ± 1,8 ^c
Mulheres	Idade (anos)	-	-	20,8 ± 0,8 ^{d*}	19,1 ± 0,8 ^{c*}
	Altura (cm)	-	-	169,4 ± 3,7 ^{d*}	174,3 ± 4,7 ^{c*}
	Massa Corporal (kg)	-	-	63,3 ± 4,3 [*]	61,3 ± 4,2 [*]
	IMC (kg/m ²)	-	-	22,1 ± 1,1 ^{d*}	20,2 ± 1,8 ^{c*}
	% Gordura	-	-	12,0 ± 2,9 [*]	11,5 ± 2,9 [*]

IMC: índice de massa corporal.

As letras (a, b, c, d) representam diferenças significativas entre as modalidades, '*' representa diferenças entre homens e mulheres na modalidade correspondente. Uma ANOVA de dois fatores foi utilizada para comparar variáveis entre sexo e modalidade esportiva

Todos os participantes foram recrutados voluntariamente e atenderam aos critérios de inclusão: serem atletas de alto desempenho, não terem sofrido lesões musculoesqueléticas nos últimos 15 dias e participarem regularmente de treinamentos. Seguindo as diretrizes propostas por Fernández-Cuevas et al. (2015), não foram incluídos participantes fumantes, com alergias cutâneas, distúrbios do sono, sintomas recentes de febre ou aqueles em tratamento médico ou fisioterápico com a aplicação de loções, pomadas ou cremes nas áreas de coleta nas horas antes do procedimento. Além disso, participantes que usaram antipiréticos, anti-inflamatórios, diuréticos ou suplementos alimentares que pudessem afetar o equilíbrio hídrico ou a temperatura corporal nos últimos 15 dias foram excluídos.

Para mitigar o efeito da fase do ciclo menstrual na TP, as participantes femininas foram selecionadas com base no uso de contraceptivos hormonais. Isso reduziu a relevância da fase do ciclo menstrual para variações de temperatura, uma vez que estudos indicam uma estabilização da temperatura ao longo do ciclo menstrual em mulheres que utilizam esses contraceptivos (Grucza et al., 1993; Rogers et al., 1997).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade e registrado sob o número 44856821.0.0000.5153 (Anexo 6.1), seguindo todas as recomendações nacionais para estudos com seres humanos. Os princípios éticos da Declaração de Helsinque (Finlândia, 1964) foram seguidos, e os participantes forneceram

consentimento informado por escrito para participar do estudo, conforme o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) no Anexo 6.2.

Procedimentos

Os procedimentos adotados neste estudo foram organizados em duas etapas distintas. Na primeira etapa, foi realizado o levantamento antropométrico, que inclui a medição da massa corporal (kg) e da estatura (m) dos participantes, permitindo calcular o Índice de Massa Corporal (IMC) (kg/m^2). Para isso, foram utilizados uma balança antropométrica (BK200 FAN, Balmak®) com capacidade de 200 kg e um estadiômetro na parede (EST-222, Balmak®). O Plicômetro Científico Tradicional Cescorf® foi utilizado para medir a espessura das dobras cutâneas (mm) em diferentes pontos do corpo, incluindo as áreas subescapular, tríceps, bíceps, peitoral, axilar média, supra-íliaca, abdominal, coxa e perna, tanto em indivíduos do sexo masculino quanto feminino. Essas medições foram essenciais para calcular a porcentagem de gordura corporal, utilizando a equação de Jackson e Pollock (1978) para estimar a densidade corporal, associada à equação de Siri (1961) para estimar a porcentagem de gordura. Todos os procedimentos antropométricos foram conduzidos por um único avaliador, credenciado ISAK nível 1, seguindo estritamente as diretrizes estabelecidas pela Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (Marfell-Jones et al., 2006).

A segunda etapa consistiu na captura das imagens térmicas utilizando um sensor de infravermelho (FLIR® T420, Estocolmo, Suécia), que possui uma faixa de detecção de temperatura entre -20 e 650°C , precisão de 2%, sensibilidade $\leq 0,05^\circ\text{C}$, banda espectral dos infravermelhos de 7,5 a 13 μm , taxa de atualização de 60 Hz, foco automático e resolução de 320×240 pixels. Todas as imagens foram processadas utilizando um fator de emissividade configurado em 0,98, para garantir a precisão das temperaturas da pele humana, conforme recomendações anteriores (Moreira et al., 2017). Os participantes foram posicionados em postura anatômica, a uma distância de 3 metros da câmera, que foi ativada 30 minutos antes da coleta para garantir a calibração adequada do sensor, seguindo as orientações do fabricante. A câmera foi montada sobre um tripé (marca WF®, modelo WT 3770) e as capturas de imagem foram realizadas perpendicularmente à área de interesse, sempre pelo

mesmo profissional, previamente treinado para essa tarefa. A Figura 1 ilustra o ambiente de coleta de dados.

Figura 1. Exemplo do ambiente de captação da imagem termográfica.



A coleta de dados foi realizada ao longo de duas semanas, durante o mês de setembro de 2023, das 8:00 às 12:00. Este intervalo de tempo foi estabelecido para evitar a influência do ritmo circadiano na TP (Costa et al., 2016). Os participantes foram instruídos a evitar atividades físicas intensas 48 horas antes da coleta de dados. Este período foi estabelecido para evitar qualquer interferência com exercícios físicos realizados no dia anterior, como observado em estudos anteriores (Fernandes et al., 2017a), nos quais a carga física da competição alterou significativamente o perfil térmico do jogador de futebol.

As condições ambientais foram adequadamente preparadas, com iluminação artificial de LED, temperatura ambiente em $21,5 \pm 0,3$ °C e umidade relativa em $50,8 \pm 1,5\%$. As condições ambientais foram controladas usando um ar condicionado refrigerado Springer 22000 BTU, com o fluxo de ar não direcionado para a área de coleta de imagem. Essas condições térmicas estavam em conformidade com as diretrizes de Moreira et al. (2017). Um período de aclimação de pelo menos 10 minutos foi estabelecido para os participantes, seguindo as recomendações propostas por Marins et al. (2014b).

Antes e durante o procedimento, os participantes foram instruídos a não cruzar os braços, evitar movimentos bruscos e não esfregar as mãos ou qualquer parte do corpo. Para cada participante, foram obtidos quatro termogramas: um anterior e um posterior da parte superior do corpo, e um anterior e posterior da parte inferior. As RCI analisadas variaram de acordo com o gênero dos participantes. Nos homens, as RCI incluíram Trapézio, Ombro, Peitoral, Bíceps, Abdômen, Antebraço, Tríceps e Dorsal na parte superior; e Isquiotibiais, Quadríceps, Tibial Anterior e Panturrilha na parte inferior. Nas mulheres, as regiões do Peitoral, Trapézio e Dorsal não foram incluídas nas análises devido à utilização de vestimenta específica. Adicionalmente, nas regiões do Dorsal, Panturrilha, Quadríceps e Antebraço, a temperatura média foi calculada considerando todas as RCI dos segmentos analisados. As RCI consideradas estão ilustradas na Figura 2 para os homens e na Figura 3 para as mulheres.

Figura 2. Termogramas dos homens avaliados, vista anterior superior (A) e inferior. (B), bem como a posterior superior (C) e inferior (D), destacando as RCI para avaliação da temperatura da pele.

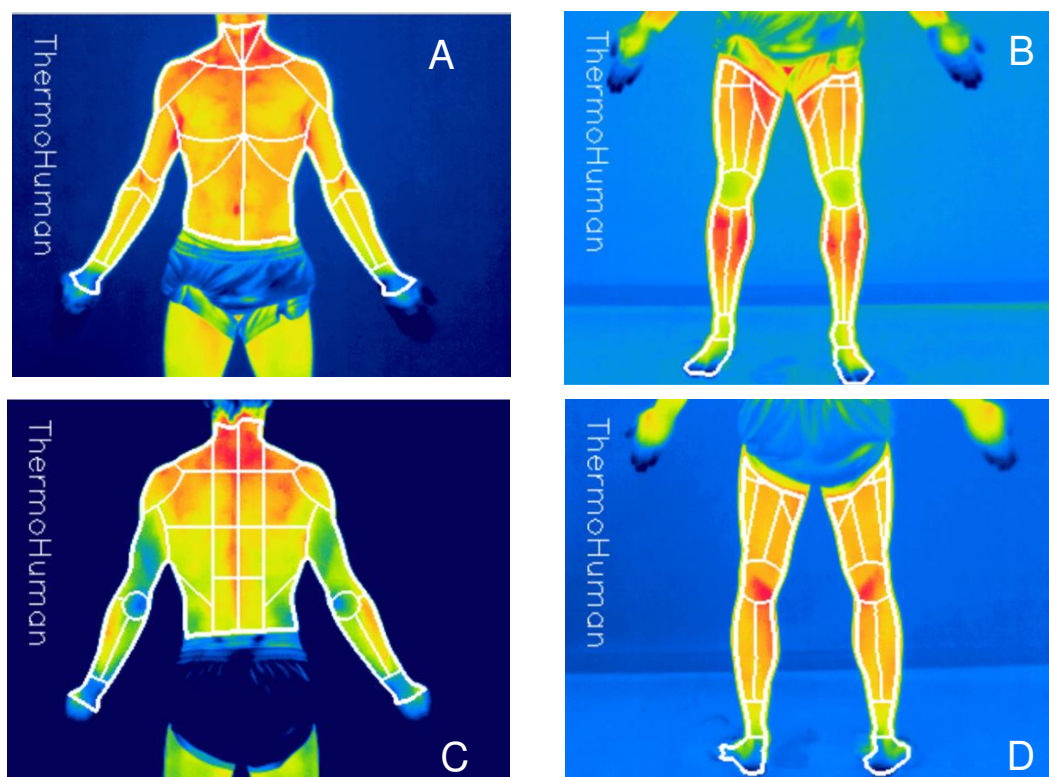
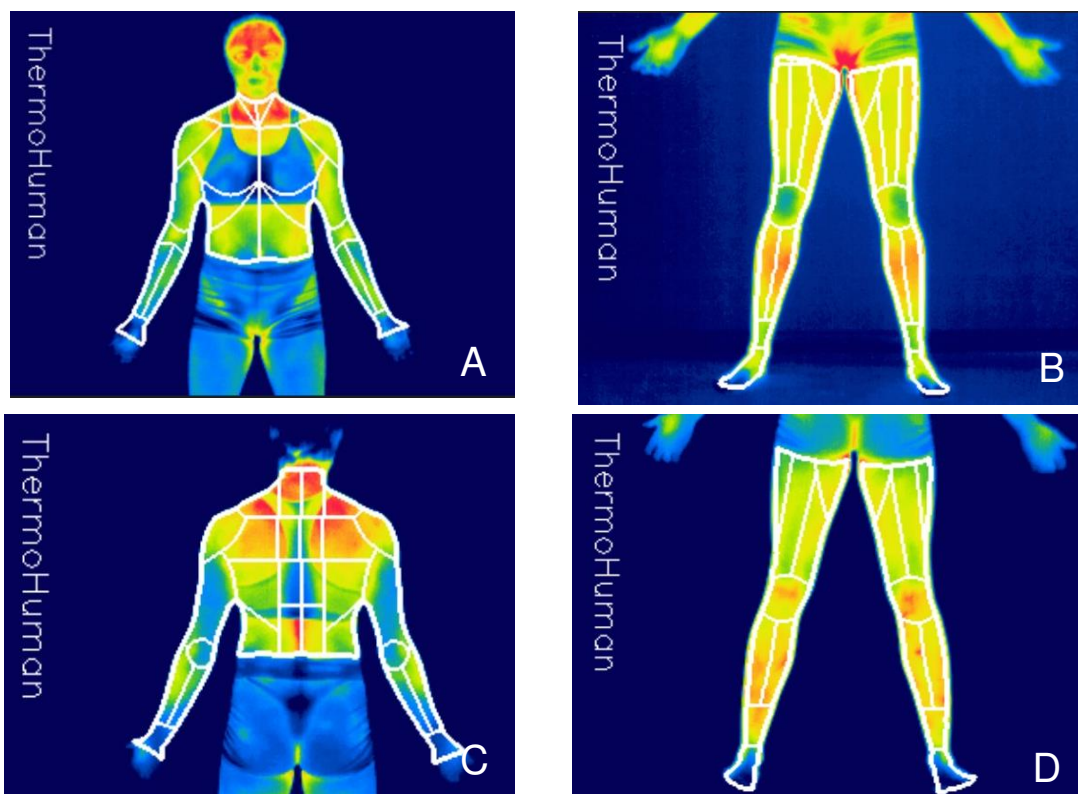


Figura 3. Termogramas das mulheres avaliadas, vista anterior superior (A) e inferior (B), bem como a posterior superior (C) e inferior (D), destacando as RCI para avaliação da temperatura da pele.



As imagens térmicas foram analisadas utilizando o software ThermoHuman® versão 2.12 (PEMA THERMO GROUP S.L., Madrid, Espanha). Foram registrados os valores médios de TP, os quais foram automaticamente quantificados em cada RCI para a parte superior e inferior do corpo, conforme ilustrado na Figura 2 e 3. Vale ressaltar que este software já foi usado em vários estudos, como por exemplo, no trabalho de Reis et al. (2023), sendo validado por Requena-Bueno et al. (2020).

Tratamento Estatístico

A distribuição dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk, e a homogeneidade da variância foi verificada pelo teste de Levene. Como os dados apresentaram ou distribuição normal ou homogeneidade de variância, a análise foi realizada utilizando testes paramétricos. Foi realizada análise de variância de três fatores para verificar o efeito da modalidade esportiva, lado corporal (direito vs. esquerdo) e do sexo na temperatura de cada RCI analisada. Foram realizadas análises de interação entre os fatores lado corporal, modalidade e sexo. Quando foram encontrados valores significativos de F, uma análise post hoc de Bonferroni foi

aplicada com ajuste para comparações múltiplas. Adicionalmente, os percentis 5, 15, 50, 85 e 95 foram utilizados para propor pontos de corte para RCI classificadas como muito hiporradiadas (percentil < 5), hiporradiadas (percentil < 15), normal (percentil 15 a percentil 85), hiper radiadas (percentil > 85) e muito hiper-radiadas (percentil > 95).

O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software SPSS 23.0. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão e/ou intervalo de confiança de 95% para diferenças médias. Os tamanhos de efeito d de Cohen (TE) foram calculados e classificados como pequenos (0,2 – 0,49), moderados (0,5 – 0,79) ou grandes ($\geq 0,8$) (Cohen, 1988).

3.5 Resultados

A tabela 1 apresenta os resultados da ANOVA para os fatores lado corporal, sexo e modalidade esportiva isoladamente, enquanto a tabela 2 mostra os resultados da análise de interação entre os fatores.

Tabela 1. Resultados da ANOVA para os fatores lado corporal, sexo e modalidade esportiva.

RCI	Lado corporal		Sexo		Modalidade	
	F	Valor de p	F	Valor de p	F	Valor de p
Ombro	0,032	0,858	1,700	0,194	10,519	< 0,001 *
Bíceps	0,058	0,810	0,47	0,829	3,223	0,024 *
Abdômen	0,103	0,749	1,417	0,236	3,890	0,010 *
Antebraço	0,009	0,924	2,254	0,135	9,316	< 0,001 *
Tríceps	1,960	0,163	0,075	0,785	29,730	< 0,001 *
Quadríceps	1,954	0,164	4,578	0,034 *	13,153	< 0,001 *
Isquiotibiais	0,693	0,406	7,349	0,007 *	13,513	< 0,001 *
Tibial anterior	0,026	0,873	0,247	0,620	9,155	< 0,001 *
Panturrilha	2,699	0,102	1,308	0,254	6,430	< 0,001 *

“**” representa diferença significativa ($p < 0,05$).

Tabela 2. Resultados da ANOVA para as análises de interação entre os fatores.

RCI	Lado vs. Sexo		Lado vs. Modalidade		Modalidade vs. Sexo	
	F	Valor de p	F	Valor de p	F	Valor de p
Ombro	0,192	0,662	0,156	0,926	3,822	0,052
Bíceps	0,114	0,736	0,155	0,926	3,222	0,074
Abdômen	0,009	0,924	0,023	0,995	0,600	0,440
Antebraço	1,179	0,279	0,337	0,799	8,618	0,004 *
Tríceps	0,685	0,409	0,501	0,682	21,064	< 0,001 *
Quadríceps	0,004	0,948	0,081	0,970	4,490	0,036 *
Isquiotibiais	0,165	0,685	0,186	0,906	5,929	0,016 *
Tibial anterior	0,143	0,706	0,312	0,817	0,413	0,521
Panturrilha	0,083	0,774	0,027	0,994	0,074	0,786

“**” representa diferença significativa ($p < 0,05$).

A análise de variância mostrou que todas as RCI apresentaram simetria térmica bilateral, pois não houve diferença significativa de TP entre os lados direito e esquerdo (fator lado corporal) (Tabela 1). Além disso, não foi observada interação significativa entre os fatores lado corporal e modalidade, nem entre lado corporal e sexo (Tabela 2), indicando que a simetria térmica bilateral observada foi similar entre as modalidades esportivas e entre atletas do sexo masculino e feminino. A tabela 3 apresenta os valores de TP para o fator lado corporal, assim como os valores médios de diferença térmica bilateral em cada RCI.

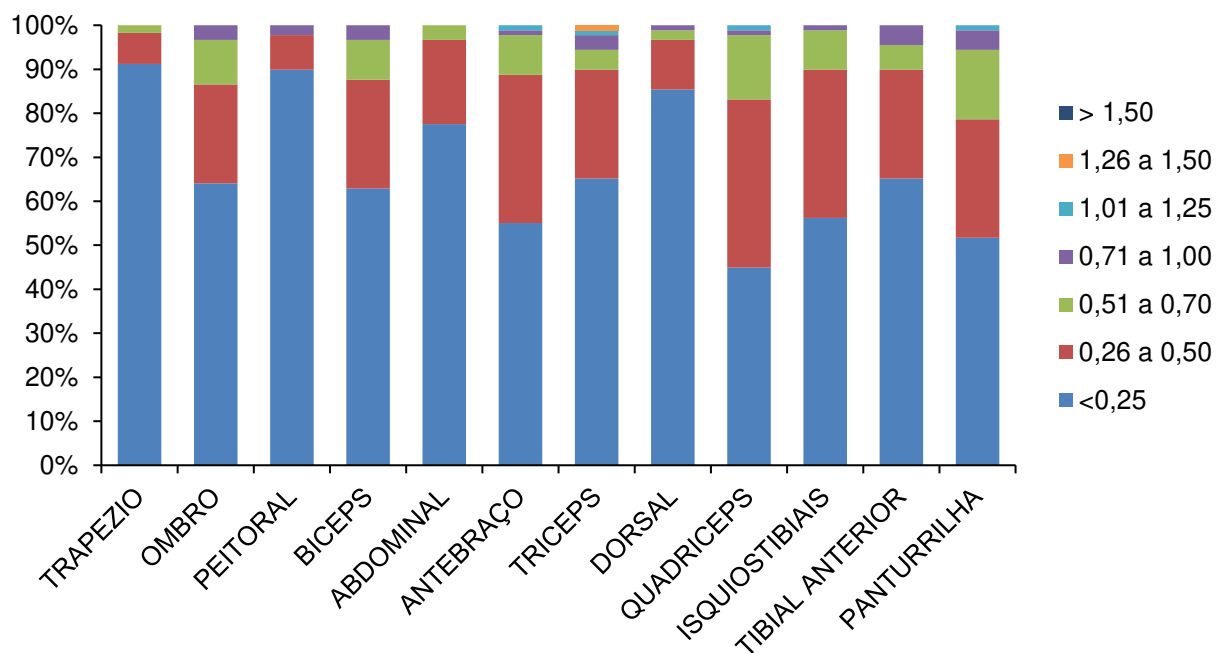
Tabela 3. Valores de temperatura da pele das RCI considerando o fator lado corporal.

RCI	Temperatura da pele (°C)		
	Lado direito	Lado esquerdo	Δ °C
Ombro	30,5 ± 0,8	30,4 ± 0,7	0,1 ± 0,1
Bíceps	30,0 ± 0,8	30,0 ± 0,8	0,0 ± 0,0
Abdômen	29,9 ± 1,1	29,9 ± 1,1	0,0 ± 0,0
Antebraço	29,2 ± 0,8	29,2 ± 0,8	0,0 ± 0,0
Tríceps	28,7 ± 0,9	28,6 ± 0,9	0,1 ± 0,0
Quadríceps	28,2 ± 0,9	28,3 ± 0,9	0,1 ± 0,0
Isquiotibiais	28,7 ± 1,0	28,5 ± 0,9	0,2 ± 0,1
Tibial anterior	28,4 ± 0,9	28,5 ± 0,8	0,1 ± 0,1
Panturrilha	28,4 ± 0,9	28,1 ± 0,9	0,3 ± 0,0

Δ : diferença entre os lados direito e esquerdo.

A figura 4 mostra a distribuição percentual da diferença bilateral da TP das RCI pareadas nos atletas.

Figura 4. Distribuição percentual da ΔTP das RCI pareadas nos atletas.



Fator Sexo

Considerando o fator sexo isoladamente, foram observadas diferenças significativas apenas no quadríceps e isquiotibiais (Tabela 1), com os homens apresentando maior TP nessas regiões comparado às mulheres (quadríceps: $\Delta 0,5$ °C [IC 95% 0,2 – 0,7 °C], $p = 0,001$; isquiotibiais: $\Delta 0,6$ °C [IC 95% 0,3– 0,9 °C], $p < 0,001$). A tabela 4 apresenta os valores médios de TP para atletas do sexo masculino e feminino.

Tabela 4. Valores de temperatura da pele das RCI considerando o fator sexo.

RCI	Temperatura da pele (°C)		
	Homens	Mulheres	Δ °C
Ombro	30,6 ± 0,8	30,3 ± 0,7	0,3
Bíceps	30,1 ± 0,8	29,9 ± 0,8	0,2
Abdômen	30,0 ± 1,0	29,8 ± 1,2	0,2
Antebraço	29,2 ± 0,8	29,2 ± 0,9	0,0
Tríceps	28,7 ± 0,9	28,6 ± 0,7	0,1
Quadríceps	28,4 ± 0,9	28,0 ± 0,8	0,4*
Isquiotibiais	28,8 ± 1,0	28,2 ± 0,8	0,6*
Tibial anterior	28,4 ± 0,8	28,5 ± 0,8	0,1
Panturrilha	28,3 ± 0,8	28,2 ± 1,0	0,1

“*”representa diferença significativa ($p < 0,05$)

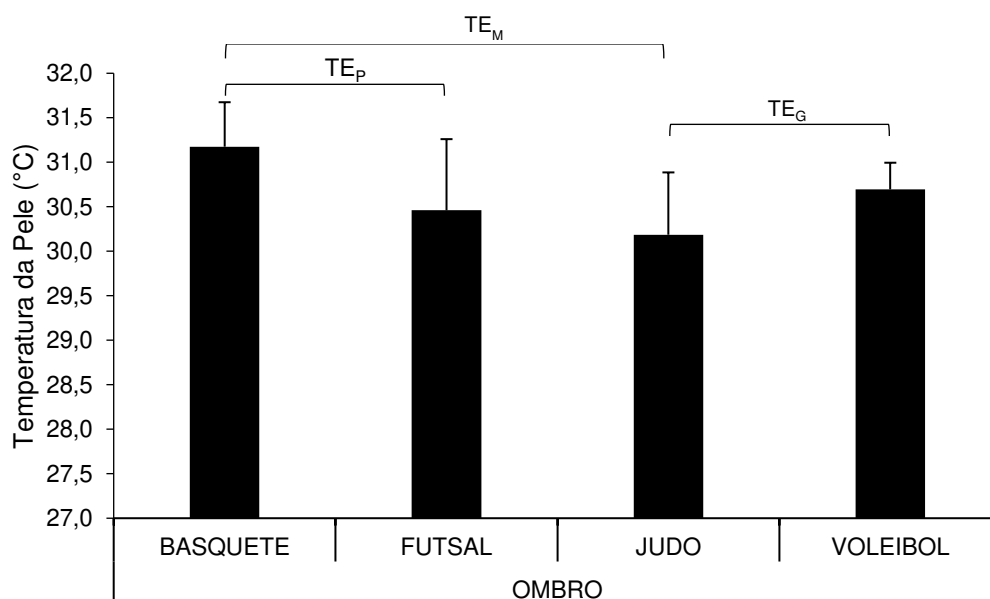
Fator modalidade

Foi observado que a modalidade praticada interferiu na TP em todas as RCI (Tabela 1). A seguir, são apresentados os post-hocs referentes ao fator modalidade para cada RCI.

Ombro

A TP no ombro foi significativamente maior nos jogadores de basquete em comparação aos jogadores de futsal ($\Delta 0,7$ °C [IC 95% 0,2 – 1,1 °C], $p < 0,001$, TE = 0,4) e judô ($\Delta 0,9$ °C [IC 95% 0,5 – 1,4 °C], $p < 0,001$, TE = 0,7). No judô, a TP foi significativamente menor em comparação aos atletas de vôlei ($\Delta 0,5$ °C [IC 95% 0,9 – 0,6 °C], $p = 0,016$, TE = 0,9) (Figura 5).

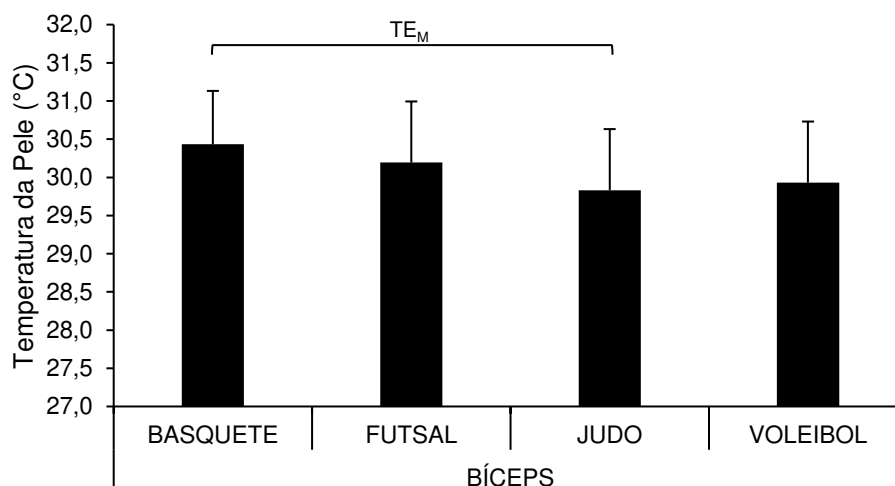
Figura 5. Valores da temperatura da pele do ombro considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G ; tamanho de efeito moderado TE_M , tamanho do efeito pequeno TE_p).



Bíceps

O basquete apresentou TP significativamente maior em comparação ao judô ($\Delta 0,6$ °C [IC 95% 0,1 – 1,0 °C], $p = 0,006$, $TE = 0,7$) (Figura 6).

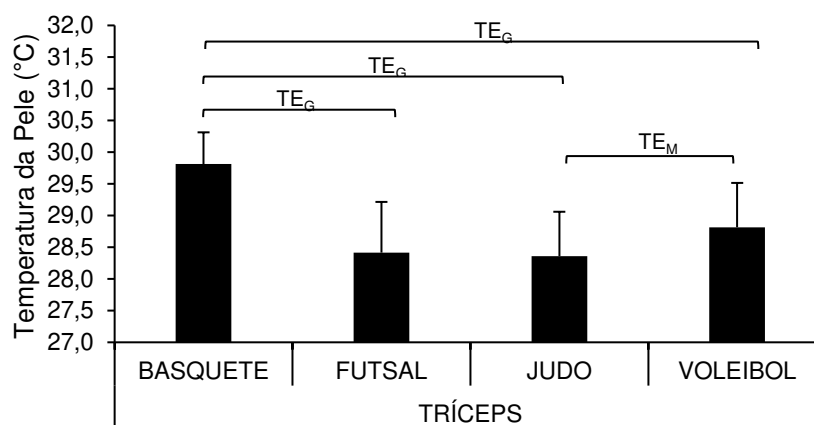
Figura 6. Valores da temperatura da pele do bíceps considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito moderado TE_M).



Tríceps

A TP foi significativamente maior no basquete em comparação ao futsal ($\Delta 1,3 \text{ }^\circ\text{C}$ [IC 95% 0,9 – 1,8 $^\circ\text{C}$], $p < 0,001$, TE = 2,0), judô ($\Delta 1,4 \text{ }^\circ\text{C}$ [IC 95% 1,0 – 1,8 $^\circ\text{C}$], $p < 0,001$, TE = 2,3) e vôlei ($\Delta 0,9 \text{ }^\circ\text{C}$ [IC 95% 0,4 – 1,5 $^\circ\text{C}$], $p < 0,001$, TE = 1,6). No judô, a TP foi significativamente menor em comparação aos atletas de vôlei ($\Delta 0,4 \text{ }^\circ\text{C}$ [IC 95% 0,8 – 0,2 $^\circ\text{C}$], $p = 0,032$, TE = 0,5) (Figura 7).

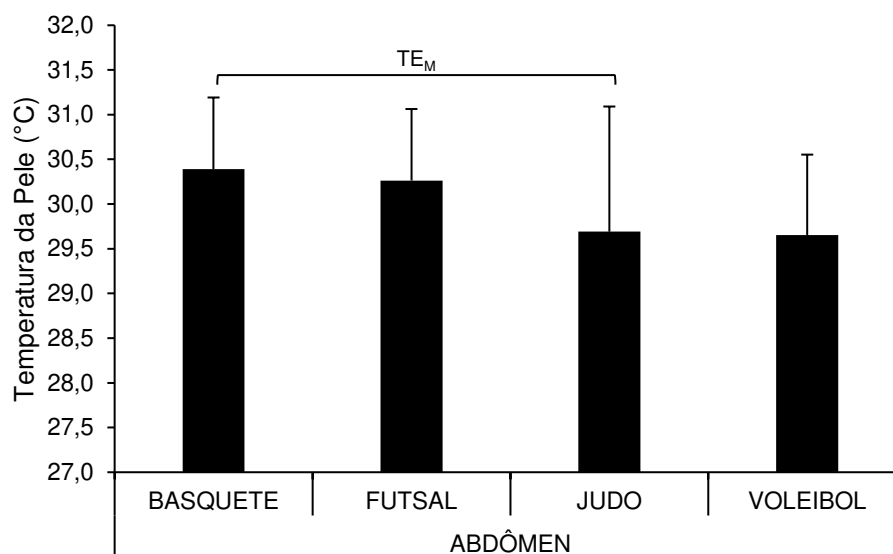
Figura 7. Valores da temperatura da pele do tríceps considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G; tamanho de efeito moderado TE_M).



Abdômen

A TP foi significativamente maior no basquete em comparação ao judô ($\Delta 0,7 \text{ }^\circ\text{C}$ [IC 95% 0,3 – 1,3 $^\circ\text{C}$], $p = 0,034$, TE = 0,6) (Figura 8).

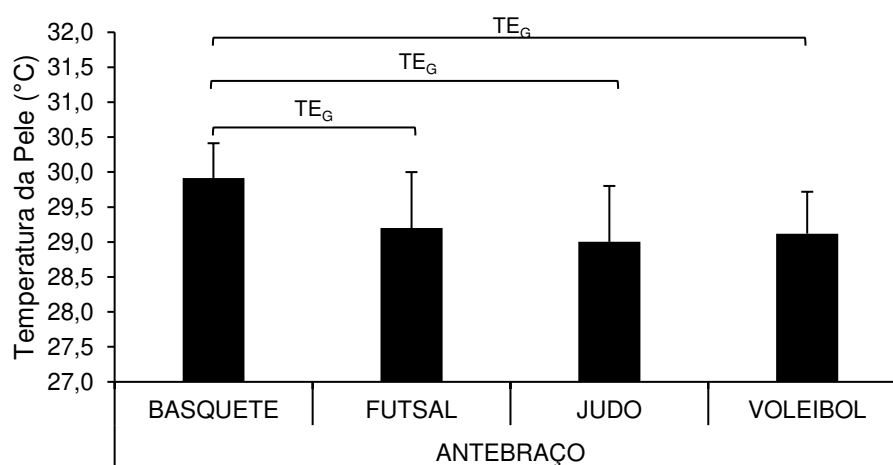
Figura 8. Valores da temperatura da pele do abdômen considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito moderado TE_M).



Antebraço

A TP foi significativamente maior no basquete em comparação ao futsal (Δ 0,7 °C [IC 95% 0,2 – 1,2 °C], $p = 0,002$, $TE = 1,0$), judô (Δ 0,9 °C [IC 95% 0,4 – 1,3 °C], $p < 0,001$, $TE = 1,3$) e vôlei (Δ 1,4 °C [IC 95% 1,0 – 1,8 °C], $p = 0,001$, $TE = 1,4$) (Figura 9).

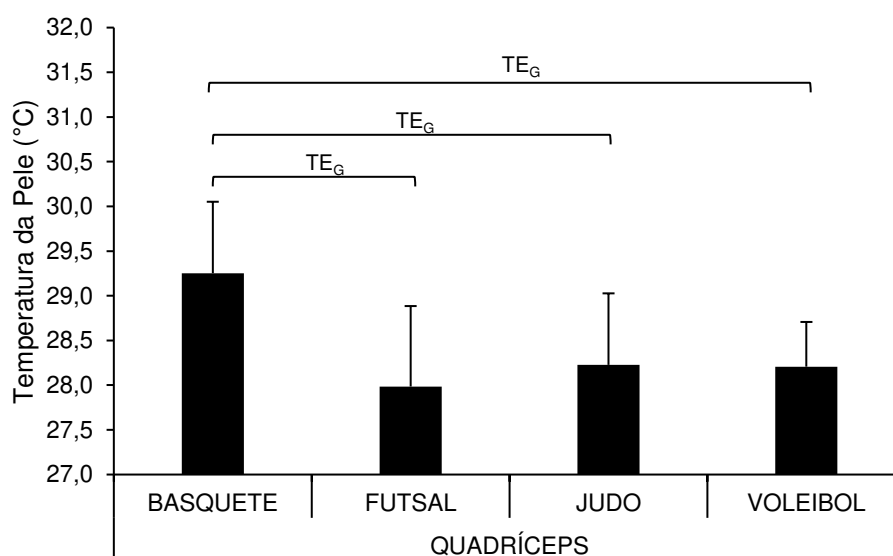
Figura 9. Valores da temperatura da pele do antebraço considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).



Quadríceps

A TP foi significativamente maior no basquete em comparação ao futsal ($\Delta 1,2$ °C [IC 95% 0,7 – 1,8 °C], $p < 0,001$, $TE = 1,5$), judô ($\Delta 1,0$ °C [IC 95% 0,5 – 1,5 °C], $p < 0,001$, $TE = 1,3$) e vôlei ($\Delta 1,0$ °C [IC 95% 0,4 – 1,6 °C], $p < 0,001$, $TE = 1,6$) (Figura 10).

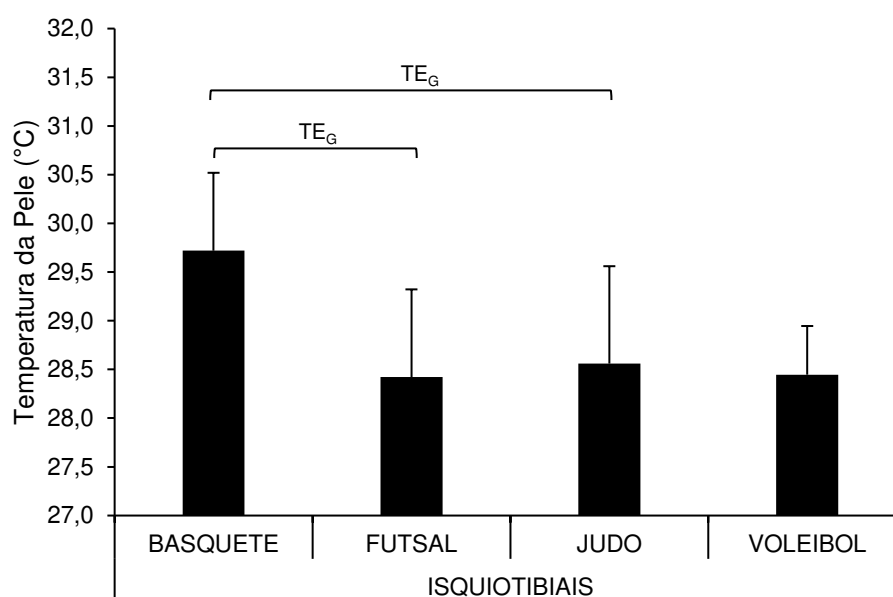
Figura 10. Valores da temperatura da pele do quadríceps considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).



Isquiotibiais

A TP foi significativamente maior no basquete em comparação ao futsal (Δ 1,2 °C [IC 95% 0,7 – 1,8 °C], $p < 0,001$, TE = 1,5) e judô (Δ 1,1 °C [IC 95% 0,6 – 1,6 °C], $p < 0,001$, TE = 1,2) (Figura 11).

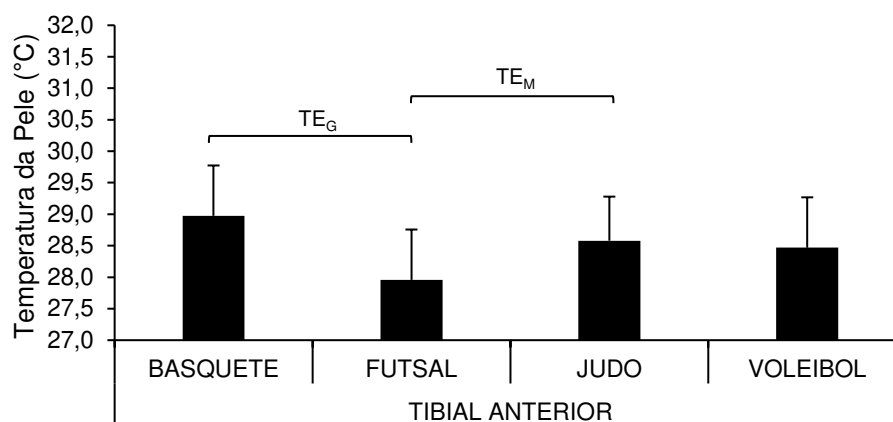
Figura 11. Valores da temperatura da pele do isquiotibiais considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).



Tibial anterior

A TP foi significativamente maior no basquete em comparação ao futsal (Δ 1,0 °C [IC 95% 0,4 – 1,5 °C], $p < 0,001$, TE = 1,2). Já no futsal, a TP foi significativamente menor em comparação ao judô (Δ 0,6 °C [IC 95% 1,0 – 0,1 °C], $p = 0,001$, TE = 0,7) (Figura 12).

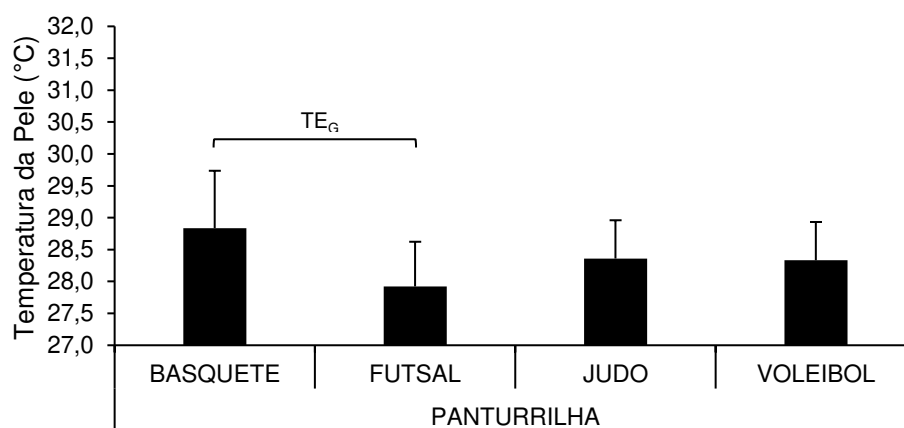
Figura 12. Valores da temperatura da pele do tibial anterior considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G ; tamanho de efeito moderado TE_M).



Panturrilha

A TP foi significativamente maior no basquete em comparação ao futsal ($\Delta 0,9^\circ\text{C}$ [IC 95% 0,3 – 1,4 °C], $p < 0,001$, $TE = 1,1$) (Figura 13).

Figura 13. Valores da temperatura da pele da panturrilha considerando o fator modalidade. As diferenças significativas são representadas por símbolos de colchetes e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).



Interação entre modalidade e sexo

Houve interação significativa apenas entre modalidade e sexo nas RCI do antebraço, tríceps, quadríceps e isquiotibiais (Tabela 5), indicando que a TP foi influenciada pelo sexo de maneira diferente entre as modalidades nessas RCI.

Tabela 5. Valores de temperatura da pele das RCI considerando a interação entre sexo e modalidade esportiva.

Sexo	Modalidade	Temperatura da pele das RCI (°C)			
		Tríceps	Antebraço	Quadríceps	Isquiotibiais
Mulheres	Judô (c)	28,7 ± 0,7*	29,3 ± 0,8 ^d *	28,2 ± 0,9	28,5 ± 0,8 ^d
	Voleibol (d)	28,4 ± 0,8*	28,9 ± 0,9 ^c	27,8 ± 0,7*	27,9 ± 0,6 ^c
Homens	Basquete (a)	29,8 ± 0,5 ^{b,c}	29,9 ± 0,5 ^{b,c}	29,2 ± 0,8 ^{b,c}	29,7 ± 0,7 ^{b,c}
	Futsal (b)	28,4 ± 0,7 ^{a,d}	29,2 ± 0,7 ^{a,c}	27,9 ± 0,9 ^a	28,4 ± 0,9 ^a
	Judô (c)	27,9 ± 0,6 ^{a,d,*}	28,6 ± 0,8 ^{a,b,*}	28,2 ± 0,8 ^a	28,5 ± 0,9 ^a
	Voleibol (d)	29,1 ± 0,6 ^{b,c,*}	29,2 ± 0,6	28,6 ± 0,4*	28,9 ± 0,6

As letras (a, b, c, d) representam diferenças significativas entre as modalidades, '*' representa diferenças entre homens e mulheres na modalidade correspondente.

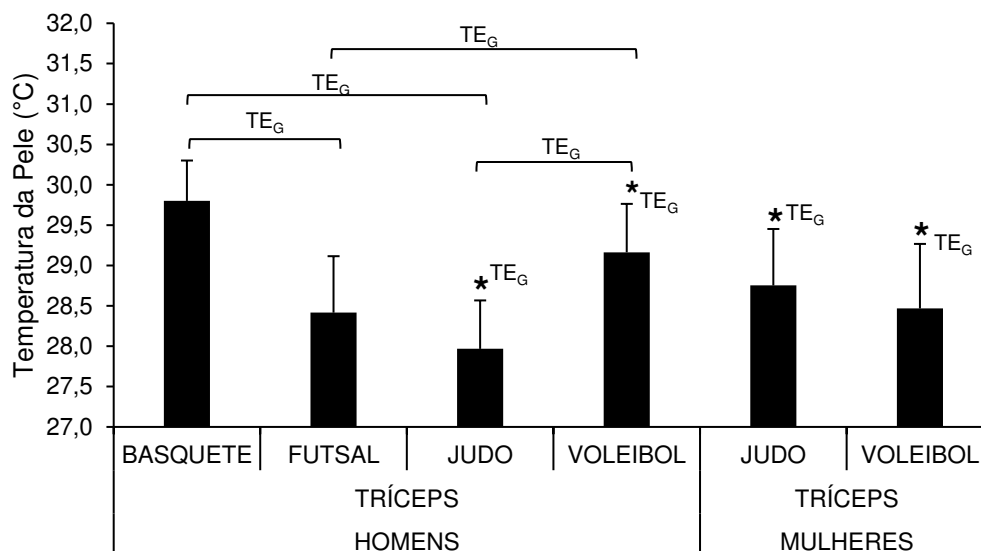
A seguir, são apresentados os post-hocs referentes à interação modalidade vs. sexo.

Tríceps

A TP foi significativamente maior nos homens do basquete em comparação aos homens do futsal (Δ 1,3 °C [IC 95% 0,9 – 1,8 °C], $p < 0,001$, TE = 2,3) e judô (Δ 1,8 °C [IC 95% 1,3 – 2,3 °C], $p < 0,001$, TE = 3,2); nos homens do futsal a TP foi significativamente menor em comparação aos homens do voleibol (Δ 0,7 °C [IC 95% 1,4 – 0,0 °C], $p = 0,022$, TE = 1,2); já nos homens do judô a TP foi significativamente menor em comparação aos homens do voleibol (Δ 1,1 °C [IC 95% 1,9 – 0,4 °C], $p < 0,001$, TE = 2,0) (Figura 13).

Referente às comparações intragrupo, foi observado que a TP das judocas mulheres foi significativamente maior comparado aos judocas homens (Δ 0,7 °C [IC 95% 0,4 – 1,1 °C], $p < 0,001$, TE = 1,0), enquanto o voleibol feminino apresentou TP significativamente menor em comparação aos atletas do voleibol masculino (Δ 0,6 °C [IC 95% 1,2 – 0,1 °C], $p = 0,011$, TE = 1,1) (Figura 14).

Figura 14. Valores da temperatura da pele do tríceps considerando a integração modalidade e sexo. Colchetes representam diferença significativa entre modalidades, * representa diferença significativa intragrupo (homens vs. mulheres na modalidade correspondente) e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).

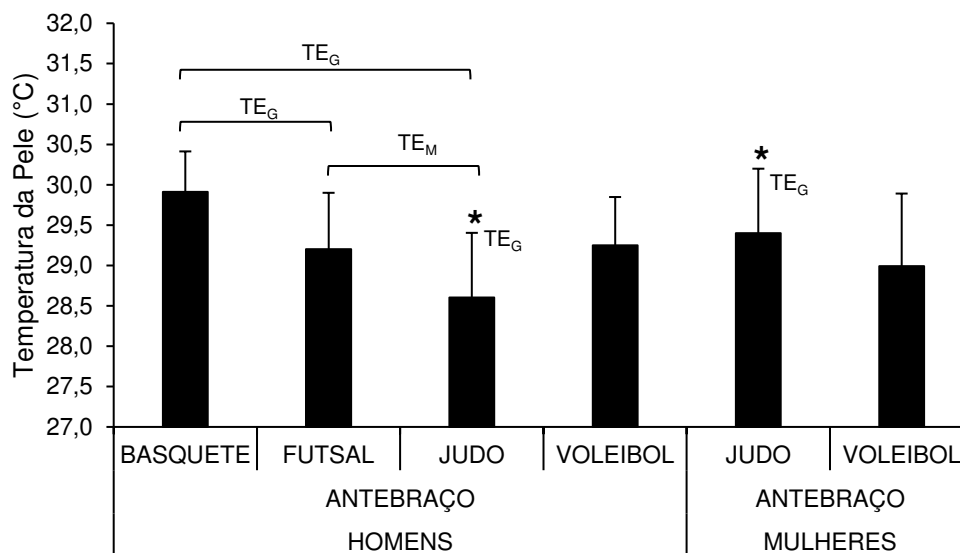


Antebraço

Homens do basquete tiveram maior TP em comparação aos homens do futsal ($\Delta 0,7$ °C [IC 95% 0,2 – 1,2 °C], $p = 0,002$, $TE = 1,1$) e aos do judô ($\Delta 1,3$ °C [IC 95% 0,7 – 1,8 °C], $p < 0,001$, $TE = 1,9$); no futsal, a TP foi significativamente menor em comparação aos homens do judô ($\Delta 0,5$ °C [IC 95% 0,0 – 1,1 °C], $p = 0,013$, $TE = 0,7$) (Figura 17).

Referente às comparações intragrupo, as judocas mulheres apresentaram TP significativamente maior comparado aos judocas homens ($\Delta 0,7$ °C [IC 95% 0,4 – 1,1 °C], $p < 0,001$, $TE = 1,0$) (Figura 15).

Figura 15. Valores da temperatura da pele do antebraço considerando a integração modalidade e sexo. Colchetes representam diferença significativa entre modalidades, * representa diferença significativa intragrupo (homens vs. mulheres na modalidade correspondente) e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G ; tamanho de efeito moderado TE_M).

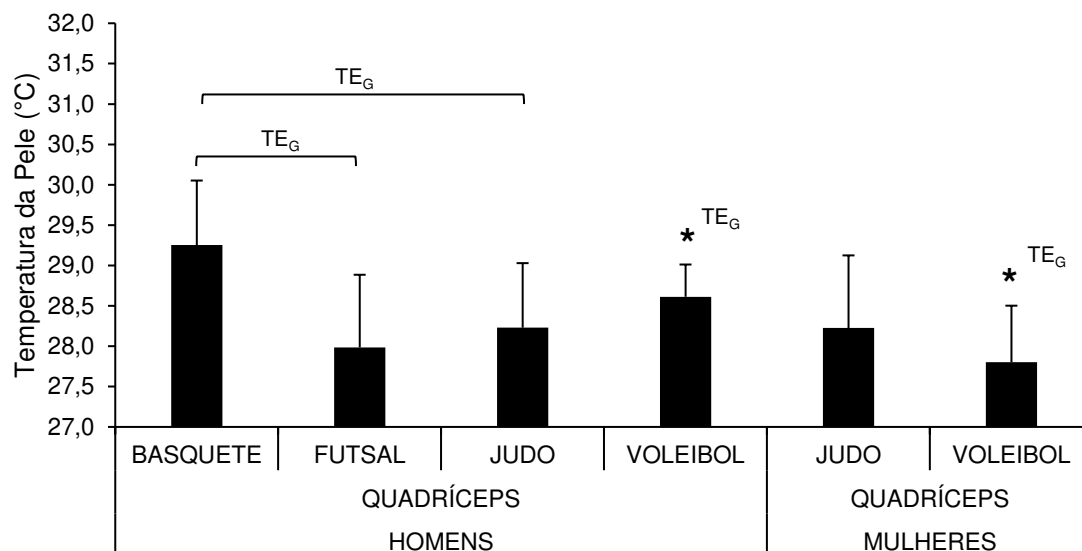


Quadríceps

A TP foi significativamente maior nos homens do basquete em comparação aos homens do futsal ($\Delta 1,2^\circ\text{C}$ [IC 95% 0,7 – 1,8 °C], $p < 0,001$, $TE = 1,5$) e aos homens do judô ($\Delta 1,0^\circ\text{C}$ [IC 95% 0,4 – 1,6 °C], $p < 0,001$, $TE = 1,3$) (Figura 18).

As comparações intragrupo mostraram que as mulheres do voleibol apresentaram TP significativamente menor em comparação aos homens do voleibol ($\Delta 0,8^\circ\text{C}$ [IC 95% 1,4 – 0,1 °C], $p = 0,012$, $TE = 1,4$) (Figura 16).

Figura 16. Valores da temperatura da pele do quadríceps considerando a integração modalidade e sexo. Colchetes representam diferença significativa entre modalidades, * representa diferença significativa intragrupo (homens vs. mulheres na modalidade correspondente) e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G).

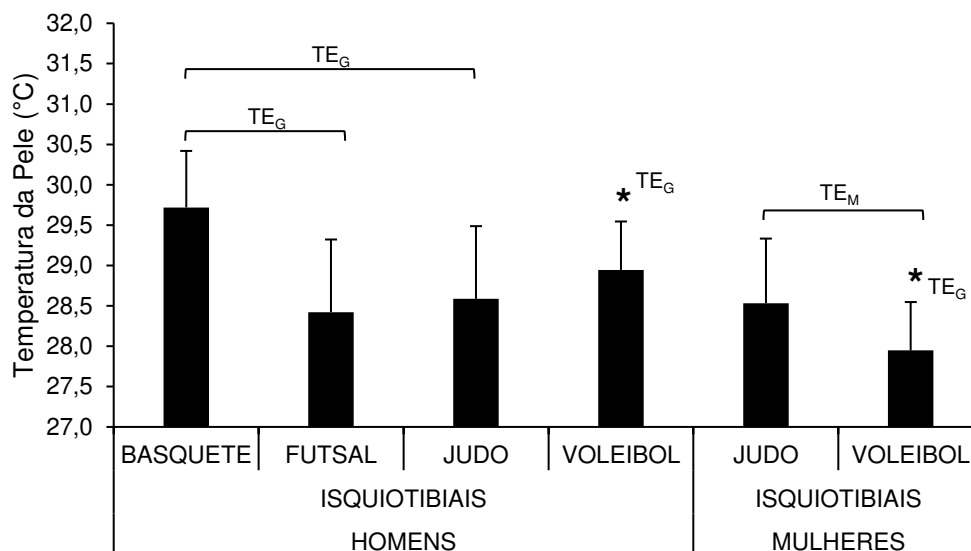


Isquiotibiais

A TP foi significativamente maior nos homens do basquete em comparação aos homens do futsal ($\Delta 1,2$ °C [IC 95% 0,7 – 1,8 °C], $p < 0,001$, TE = 1,6) e do judô ($\Delta 1,1$ °C [IC 95% 0,5 – 1,7 °C], $p < 0,001$, TE = 1,6). Nas mulheres, a TP das atletas de judô foi significativamente maior em comparação às atletas de voleibol ($\Delta 0,5$ °C [IC 95% 0,1 – 1,0 °C], $p = 0,009$, TE = 0,7) (Figura 19).

Em comparações intragrupo, os atletas do voleibol masculino apresentaram TP significativamente maior em comparação às mulheres do voleibol ($\Delta 0,9$ °C [IC 95% 0,3 – 1,6 °C], $p = 0,002$, TE = 1,4) (Figura 17).

Figura 17. Valores da temperatura da pele do isquiotibiais considerando a integração modalidade e sexo. Colchetes representam diferença significativa entre modalidades, * representa diferença significativa intragrupo (homens vs. mulheres na modalidade correspondente) e o tamanho do efeito (tamanho de efeito grande TE_G ; tamanho de efeito moderado TE_M).



Percentis

Foram propostas faixas de normalidade térmica e áreas de anormalidades para as RCI do quadríceps e isquiotibiais com base na curva de percentil (Tabela 6) e na integração entre os sexos. Além disso, foram definidas faixa de normalidade térmica e dez áreas de anormalidades considerando a integração entre as modalidades (Tabela 7). Para finalizar, foram propostas faixas de normalidade térmica e quatro áreas de anormalidades, levando em conta a integração entre sexo e modalidade (Tabela 8), todas baseadas na curva de percentil.

Um percentil igual ou inferior a 5 foi considerado uma região hiporradiada, enquanto um percentil igual ou superior a 95 foi considerado uma região hiperradiada.

Tabela 6. Percentis 5,15, 50, 85 e 95 da Temperatura da RCI dos sexos.

Sexo	Percentis da Temperatura das RCI (°C)									
	Quadríceps					Isquiotibiais				
	5%	15%	50%	85%	95%	5%	15%	50%	85%	95%
Homens	26,7	27,5	28,5	29,4	29,9	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
Mulheres	25,9	27,3	28,3	28,9	29,1	26,5	27,5	28,5	29,0	29,6

Tabela 8. Percentis 5,15, 50, 85 e 95 da Temperatura das RCI entre as modalidades e sexo.

		Percentis da Temperatura das RCI (°C)																			
		ANTEBRAÇO					TRÍCEPS					QUADRÍCEPS					ISQUIOTIBIAIS				
Sexo	Modalidade	5%	15%	50%	85%	95%	5%	15%	50%	85%	95%	5%	15%	50%	85%	95%	5%	15%	50%	85%	95%
Masculino	Basquete	28,7	29,4	30,0	30,4	30,5	27,7	29,2	29,8	30,4	30,6	27,7	28,7	29,2	30,0	30,4	28,2	29,2	29,8	30,4	30,7
	Futsal	28,1	28,5	29,1	30,1	30,7	26,9	27,9	28,5	29,1	29,5	26,3	26,9	28,0	28,9	29,3	26,8	27,5	28,5	29,4	29,8
	Judô	27,5	27,6	28,7	29,4	29,9	26,6	27,4	28,1	28,6	29,0	26,6	27,7	28,3	28,9	29,3	26,5	28,1	28,8	29,2	29,9
	Voleibol	28,6	28,8	29,2	29,5	30,2	28,1	28,4	29,3	29,8	30,0	28,0	28,2	28,6	29,1	29,2	28,1	28,2	28,9	29,7	29,9
Feminino	Judô	28,0	28,4	29,5	30,1	30,6	27,6	27,9	28,8	29,4	29,7	25,9	27,7	28,4	29,0	29,2	26,4	28,0	28,7	29,3	29,6
	Voleibol	26,7	28,5	29,1	29,7	30,1	27,0	27,9	28,4	29,4	29,7	26,2	27,1	28,0	28,5	28,7	26,8	27,3	28,1	28,6	28,7

3.6 Discussão

Este estudo investigou o comportamento da TP entre atletas de diferentes modalidades esportivas e sexos, bem como a simetria térmica bilateral. Os resultados obtidos fornecem uma compreensão aprofundada dos padrões térmicos observados, com implicações significativas para o monitoramento e a manutenção da saúde dos atletas.

Os resultados indicaram que a modalidade esportiva influencia significativamente a TP em 9 das 9 RCI analisadas. Atletas de basquete apresentaram TP mais altas em comparação com atletas de futsal, judô e voleibol. Embora modalidades como futsal e vôlei também envolvam mudanças rápidas de direção e esforços explosivos, a maior elevação da TP nos jogadores de basquete pode ser atribuída a fatores adicionais, como o maior tempo de exposição contínua em quadra, o volume de treino superior, e a intensidade das cargas de trabalho, que frequentemente incluem sessões mais prolongadas e um maior número de repetições em alta intensidade. Além disso, as cargas de treino diárias no basquete são frequentemente maiores em termos de horas diárias e dias de treinamento por semana, em comparação com as outras modalidades. No basquete, os atletas podem treinar até seis dias por semana, com sessões que frequentemente ultrapassam duas horas de duração, incorporando tanto treinamento técnico e tático quanto preparação física intensa. Esses fatores contribuem para um maior acúmulo de calor corporal. Estudos anteriores corroboram essa observação, indicando que atividades físicas de alta intensidade e curta duração, comuns no basquete, estão associadas a um aumento significativo na temperatura corporal (McInnes et al., 1995; Stojanović et al., 2018). Em contraste, atletas de futsal apresentaram TP mais baixas, possivelmente devido à menor frequência e volume de treinos semanais em comparação com o basquete. Enquanto no basquete é comum que os atletas treinem até seis vezes por semana com sessões que ultrapassam duas horas, no futsal, a frequência de treinos geralmente é de quatro a cinco vezes por semana, com sessões de menor duração, muitas vezes não excedendo 90 minutos. Essa diferença na carga de treino permite períodos de recuperação mais frequentes, resultando em uma menor acumulação de calor corporal (Chudecka; Lubkowska, 2010; Trovato et al., 2023).

Os tamanhos do efeito (TE) observados reforçam a magnitude das diferenças entre modalidades esportivas. Por exemplo, no tríceps, o basquete apresentou um TE

grande (TE = 2,0) quando comparado ao futsal e judô, indicando uma diferença substancial na TP. De forma similar, no quadríceps, a diferença de TP entre basquete e futsal teve um TE de 1,5, sugerindo que a intensidade dos movimentos no basquete contribui significativamente para a elevação da TP. Visando atender essa indicação, a tabela 7 propõe a curva de percentil por modalidade e RCI, permitindo a identificação de temperaturas anormais hipo e hiperradiadas. A maior parte dos estudos de perfil térmico realizados com atletas foi específica para nadadores (Rezende et al. 2019), jogadores de voleibol (Marinho et al. 2022) e atletas de futebol (Cogô et al. 2017; Marins et al. 2014a), todos com amostras compostas por homens. Contudo, este estudo comparou cinco modalidades acíclicas com atletas de alto rendimento, evidenciando a necessidade de mapas térmicos específicos por modalidade, em vez de utilizar uma única referencia.

A análise revelou diferenças significativas de TP entre os sexos, com homens exibindo TP mais altas nas regiões do quadríceps e isquiotibiais em comparação com as mulheres, mesmo em estado de repouso. Este achado está alinhado com a literatura existente, que sugere que essas diferenças podem ser atribuídas à maior massa muscular dos homens, que possui uma maior capacidade de armazenamento de calor, e ao metabolismo basal elevado, que pode resultar em uma maior produção de calor, mesmo em repouso (Costa et al., 2016; Marchand et al., 2001). Além disso, a menor quantidade de gordura subcutânea nos homens facilita a dissipação de calor, resultando em TP mais elevadas nas regiões musculares (Grucza et al., 1993; Fernandes et al., 2017b). A diferença na distribuição de massa muscular e gordura entre os sexos também pode explicar essas variações térmicas, já que a gordura subcutânea atua como um isolante térmico, retardando a dissipação de calor (Côte et al., 2019; Reis et al. 2023).

As diferenças significativas de TP entre os sexos foram acompanhadas por tamanhos de efeito moderados a grandes. Nos quadríceps, o TE foi de 0,5, enquanto nos isquiotibiais o TE foi de 0,6. Além disso, a interação significativa entre modalidade e sexo nas RCI do tríceps, antebraço, quadríceps e isquiotibiais destaca ainda mais a complexidade da termorregulação em atletas. Por exemplo, homens do basquete apresentaram TP significativamente maiores que homens do futsal e judô, com TE variando entre 1,0 e 1,9, indicando que a influência do sexo na TP varia conforme a modalidade esportiva, afetando 4 RCI das 9 analisadas. Esses achados sublinham a importância de considerar tanto o sexo quanto a modalidade ao analisar perfis

térmicos, proporcionando uma compreensão mais detalhada e aplicada das variações térmicas observadas em atletas de alto rendimento.

A interação entre modalidade esportiva e sexo mostrou-se significativa em várias RCI, sugerindo que a resposta térmica pode variar dependendo da combinação desses fatores. Por exemplo, as judocas mulheres apresentaram TP mais altas no antebraço e tríceps em comparação com os judocas homens. Embora se espere que homens possuam maior massa muscular e menor gordura no braço em comparação às mulheres, outras variáveis podem contribuir para essas diferenças. Fatores como variações individuais no condicionamento físico, técnicas de treino e recuperação, podem afetar a termorregulação. Além disso, a variação nos percentuais de gordura corporal, aliada às diferenças na percepção e tolerância ao calor, bem como na eficiência na dissipação térmica, também pode ter influenciado os resultados observados (Rogers et al., 1997; Salamunes et al., 2017).

Em termos práticos, as tabelas normativas de perfil térmico também devem ser elaboradas (tabela 8), para auxiliar a interpretação dos resultados obtidos nos termogramas. A simetria térmica bilateral foi observada em todas as RCI analisadas, sem diferenças significativas de TP entre os lados direito e esquerdo. Este resultado é consistente com estudos anteriores que apontam para a simetria térmica como um indicador de normalidade fisiológica em indivíduos saudáveis (Self et al., 2008; Ring; Ammer, 2012).

As diferenças bilaterais médias observadas nas 9 RCI analisadas foram inferiores aos 0,5°C conforme preconizado por Marins et al. (2014b) como critério de normalidade térmica, reforçando os dados obtidos em jogadores de futebol (Cogô et al. 2017; Marins et al. 2014a) e atletas de voleibol (Marinho et al. 2022). Desta forma, o tipo de modalidade acíclica praticado no estudo, não influenciou na diferença bilateral. A Figura 4 analisa o gráfico proposto de distribuição percentual da diferença bilateral da TP das RCI pareadas nos atletas. Pode-se observar que a maior parte das RCI está concentrada na escala de < 0,25, com uma média de aproximadamente 67%. Essa predominância sugere uma simetria bilateral considerável na maioria das RCI analisadas. No entanto, algumas variações podem ser notadas em determinadas RCI. Por exemplo, as regiões trapézio, ombro, peitoral e dorsal apresentam uma parcela significativa na faixa de 0,26 a 0,50, indicando uma leve assimetria nessas regiões. RCI como quadríceps, isquiotibiais e panturrilha mostram distribuições mais dispersas, com porções consideráveis também nas faixas de 0,71 a 1,00 e acima de

1,50. Esses resultados evidenciam a importância de monitorar as diferenças bilaterais em determinadas RCI para evitar desequilíbrios que possam afetar o desempenho e aumentar o risco de lesões nos atletas.

Assim, mesmo em atletas de modalidade acíclicas, observou-se um comportamento similar ao observado em atletas de modalidade cíclica como em nadadores (Rezende et al 2019). A uniformidade na distribuição do fluxo sanguíneo e na regulação térmica entre os lados do corpo sugere que a termografia pode ser uma ferramenta confiável para detectar anomalias térmicas que possam indicar lesões ou inflamações (Moreira et al., 2017; Wang et al., 2023) caso as diferenças sejam maiores que 0,5°C. A ausência de assimetrias térmicas significativas reforça um quadro de normalidade térmica.

A diferença entre os sexos na resposta termográfica tem atraído interesse devido à complexidade dos mecanismos de termorregulação e suas variações de gênero. Pesquisas como as de Chudecka e Lubkowska (2015) e Marins et al. (2014c) mostram que homens e mulheres apresentam diferenças notáveis nos perfis térmicos, possivelmente devido a fatores hormonais e composição corporal. Essas variações são essenciais para a interpretação das imagens termográficas, especialmente em atletas de alto desempenho, onde o equilíbrio térmico pode ser um fator crucial na prevenção de lesões e na otimização do desempenho.

A definição de faixas de normalidade térmica e a identificação de áreas de anomalias térmicas, baseadas nos percentis 5, 15, 50, 85 e 95, são essenciais para a interpretação precisa dos termogramas. Estas faixas permitem identificar regiões hiporradiadas e hiperradiadas, facilitando a detecção precoce de condições patológicas ou estados de fadiga. Estudos anteriores indicam que diferenças térmicas superiores a 0,5°C entre lados contralaterais podem ser indicativas de inflamação ou lesões, reforçando a importância de uma avaliação cuidadosa das imagens térmicas (Self et al., 2008; Ring; Ammer, 2012; Fernandez-Cuevas et al., 2017).

As tabelas 7 e 8 de percentis esperados são importantes, pois devem ser utilizadas como referência para classificar se uma RCI estava muito hiporradiada (percentil < 5), hiporradiada (percentil < 15), hiper-radiada (percentil > 85) e muito hiper-radiada (percentil > 95), de acordo com a modalidade e o sexo dos atletas. Além disso, proporcionam uma ferramenta prática para interpretar os resultados termográficos, facilitando tanto intervenções preventivas quanto corretivas.

Embora este estudo forneça insights valiosos sobre os padrões térmicos de atletas de diferentes modalidades esportivas e sexos, é importante destacar algumas limitações. A amostra foi selecionada por conveniência, composta por atletas de alto rendimento, o que pode não refletir a totalidade das variáveis presentes em cada modalidade esportiva, porém é um referencial importante pelo nível esportivo da amostra. Além disso, a coleta de dados foi realizada em uma única sessão, restringindo a observação de variações térmicas ao longo do tempo e em diferentes situações de treinamento e competição. Embora tenha havido um controle do ciclo menstrual através do uso de contraceptivos hormonais, possíveis influências na TP não foram completamente eliminadas. Apesar do controle do ciclo menstrual através do uso de contraceptivos hormonais, as possíveis influências do ciclo sobre a TP não foram completamente eliminadas. Essas limitações indicam que os resultados devem ser interpretados de forma exploratória, especialmente no desenvolvimento de estratégias de monitoramento e prevenção de lesões. No entanto, entender como essas variáveis influenciam os padrões térmicos ainda pode contribuir significativamente para a melhoria de protocolos de tratamento e reabilitação no contexto esportivo.

Para aprofundar ainda mais sobre o TP em atletas, é recomendado que estudos futuros considerem amostras mais amplas e diversificadas, incluindo atletas de diferentes níveis de desempenho e modalidades esportivas. Investigações longitudinais poderiam fornecer informações sobre como as variações térmicas evoluem ao longo do tempo e em resposta a diferentes fases do treinamento e competição. Além disso, seria interessante explorar o impacto de variáveis adicionais, como a influência das fases do ciclo menstrual em mulheres que não utilizam contraceptivos hormonais. A realização de estudos comparativos entre modalidades acíclicas e cíclicas, abrangendo uma maior variedade de esportes, também poderia oferecer uma visão mais completa das diferenças e semelhanças nos perfis térmicos.

Os resultados deste estudo contribuem significativamente para o entendimento dos padrões térmicos em atletas de diferentes modalidades esportivas, destacando a importância da modalidade e do sexo na variação da TP. A utilização da termografia infravermelha como ferramenta de monitoramento permite aos treinadores e profissionais de saúde identificar precocemente alterações térmicas indicativas de lesões ou sobrecarga, possibilitando intervenções oportunas e personalizadas.

As principais aplicações práticas incluem a identificação de padrões térmicos normais e anormais (hipo ou hiper radiados), podendo auxiliar no monitoramento contínuo do estado de saúde dos atletas, permitindo intervenções precoces em caso de anomalias térmicas, gerando assim uma condição de prevenção de lesões. Por exemplo, a detecção de uma diferença térmica bilateral significativa pode indicar a necessidade de ajustes na carga de treinamento ou de intervenções fisioterapêuticas específicas também para prevenir lesões. Além disso, o estabelecimento de perfis térmicos normativos pode servir como referência para a avaliação comparativa de atletas, facilitando a identificação de desvios e a implementação de estratégias personalizadas para a prevenção de lesões. O perfil térmico deve ser estabelecido por modalidade como pelo fator sexo.

3.7 Conclusão

Quanto à simetria térmica bilateral, atletas de todas as modalidades esportivas exibem simetria, independentemente do gênero. A modalidade esportiva específica impacta significativamente a temperatura média da pele dos atletas de alto rendimento, em particular, jogadores de basquete apresentaram valores de TP mais elevados em comparação com aqueles em futsal, judô e vôlei. Em termos de gênero, os homens registraram temperaturas mais altas do que as mulheres em todas as RCI analisadas, com diferenças significativas observadas nos quadríceps e isquiotibiais. Além disso, a análise de interação indicou que as respostas térmicas são específicas para homens e mulheres em algumas RCI entre as modalidades, destacando a necessidade de perfis térmicos personalizados.

3.8 Referências

BAI, Le; LAI, Xue-feng; HAN, Wei-qiang; WANG, Hao-guang; ZHOU, Jin-mei; LIAO, Sheng; ZHAO, Ru-jin. Infrared image nonuniformity correction method adapted to adjustment of integration time. *Acta Photonica Sinica*, v. 49, n. 1, p. 0110002, 2020.

BALCI, G. A.; BASARAN, T.; COLAKOGLY, M. Analysing visual pattern of skin temperature during submaximal and maximal exercises. *Infrared Physics & Technology*, v. 74, p. 57-62, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.12.002>.

BIAN, Z. Y. Research on the application of infrared imaging method to detect the defects of exterior walls of residential buildings. *Sichuan Cement*, v. 7, p. 99-100, 136, 2021.

BRIOSCHI, M. L.; MACEDO, J. F.; MACEDO, R. A. C. Termometria cutânea: novos conceitos. *Jornal Vascular Brasileiro*, v. 2, p. 151-160, 2003. (DOI não disponível).

BRITO, C. J.; MOREIRA, D. G.; FERREIRA, J. J.; DÍAZ-DE-DURANA, A. L.; MIARKA, B.; MARINS, J. C. B.; SILLERO-QUINTANA, M. Immune response related with skin thermal pattern in judokas: a new application for infrared thermography? *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 34, n. 10, p. 2886-2894, 2020. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002672. PMID: 29952866.

CHUDECKA, M. AND LUBKOWSKA, A. 2015. Thermal maps of young women and men. *Infrared Physics & Technology* 69, 81–87. DOI:10.1016/j.infrared.2015.01.012

CHUDECKA, M.; LUBKOWSKA, A. Temperature changes of selected body's surfaces of handball players in the course of training estimated by thermovision, and the study of the impact of physiological and morphological factors on the skin temperature. *Journal of Thermal Biology*, v. 35, p. 379-385, 2010. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2010.08.001.

CÔGO, W. T.; NOGUEIRA, P. H. R.; SILVA, A. G.; MARINS, J. C. B. Perfil térmico de membros inferiores de jogadores de futebol de categoria de base. *Revista Brasileira de Futebol*, v. 10, p. 4-24, 2017. (DOI não disponível).

COHEN, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2. ed. Nova York: Routledge, 1988. DOI: 10.4324/9780203771587.

CÔRTE, A. C.; PEDRINELLI, A.; MARTTOS, A.; SOUZA, I. F. G.; GRAVA, J.; HERNÁNDEZ, A. J. Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: pilot study. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, v. 5, n. 1, e000431, 2019. DOI: 10.1136/bmjsem-2018-000431. PMID: 30687515; PMCID: PMC6326304.

COSTA, C. M. A. et al. Daily oscillations of skin temperature in military personnel using thermography. *Journal of the Royal Army Medical Corps*, v. 162, 2016. DOI: 10.1136/jramc-2015-000462.

COSTA, C. M. A. et al. Daily rhythm of skin temperature of women evaluated by infrared thermal imaging. *Journal of Thermal Biology*, v. 72, p. 1-9, 2018. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2017.12.002.

FERNANDES, A. A. et al. Application of infrared thermography in the assessment of muscle damage in elite soccer athletes. *MOJ Orthopedics & Rheumatology*, v. 8, p. 328-329, 2017a. DOI: 10.15406/mojor.2017.08.00328

FERNANDES, A. A. et al. Effect of a professional soccer match in skin temperature of the lower limbs: a case study. *Journal of Exercise Rehabilitation*, v. 13, p. 330-334, 2017b. DOI: 10.12965/jer.1734934.467.

FERNANDES, A. A. et al. Measuring skin temperature before, during and after exercise: a comparison of thermocouples and infrared thermography. *Physiological Measurement*, v. 35, p. 189-203, 2014. DOI: 10.1088/0967-3334/35/2/189.

FERNÁNDEZ-CUEVAS, I. et al. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: a review. *Infrared Physics & Technology*, v. 71, p. 28-55, 2015. DOI: 10.1016/j.infrared.2015.02.007.

FERNÁNDEZ-CUEVAS, I.; ARNAÍZ LASTRAS, J.; ESCAMILLA GALINDO, V.; GÓMEZ CARMONA, P. Infrared thermography for the detection of injury in sports medicine. In: PRIEGO QUESADA, J. (Ed.). *Application of infrared thermography in sports science*. Cham: Springer, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-47410-6_4.

GRUCZA, R. et al. Influence of menstrual cycle and oral contraceptives on thermoregulatory responses to exercise in young women. *European Journal of Applied Physiology*, v. 67, p. 279-282, 1993. DOI: 10.1007/BF00864229.

HILDEBRANDT, C. et al. The application of medical infrared thermography in sports medicine. In: *An international perspective on topics in sports medicine and sports injury*, p. 257-274, 2012. DOI: 10.5772/28383.

HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors*, v. 10, p. 4700-4715, 2010. DOI: 10.3390/s100504700.

HOU, F.; ZHANG, Y.; ZHOU, Y.; ZHANG, M.; LV, B.; WU, J. Review on infrared imaging technology. *Sustainability*, v. 14, p. 11161, 2022. DOI: 10.3390/su141811161.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978. (DOI não disponível).

JIANG, L. J. et al. A perspective on medical infrared imaging. *Journal of Medical Engineering & Technology*, v. 29, p. 257-267, 2005. DOI: 10.1080/03091900512331333158.

KOLOSOVAS-MACHUCA, E. S.; GONZÁLEZ, F. J. Distribution of skin temperature in Mexican children. *Skin Research and Technology*, v. 22, p. 1-6, 2011. DOI: 10.1111/j.1600-0846.2011.00501.x.

LAHIRI, B. B. et al. Medical applications of infrared thermography: a review. *Infrared Physics & Technology*, v. 55, p. 221-235, 2012. DOI: 10.1016/j.infrared.2012.03.007.

MARCHAND, I.; JOHNSON, D.; MONTGOMERY, D.; BRISSON, G. R.; PERRAULT, H. Gender differences in temperature and vascular characteristics during exercise recovery. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v. 26, n. 5, p. 425-441, 2001. DOI: 10.1139/h01-026 PMID: 11675532.

MARFELL-JONES, M.; OLDS, T.; STEWART, A.; CARTER, L. International standards for anthropometric assessment (ISAK). South Africa: Potchefstroom, 2006. (DOI não disponível).

MARINHO, J. P. R. et al. Thermal characterization in professional volleyball athletes. *Revista Motricidade*, v. 18, 2022. DOI: 10.6063/motricidade.27700.

MARINS, J. C. B. et al. Applications of infrared thermography in sports: a review. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, v. 15, p. 805-824, 2015. (DOI não disponível).

MARINS, J. C. B. et al. Thermal body patterns for healthy Brazilian adults (male and female). *Journal of Thermal Biology*, v. 42, p. 1-8, 2014c. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2014.02.020. PMID: 24802142.

MARINS, J. C. B. et al. Thermographic profile of soccer players' lower limbs. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, v. 7, p. 1-6, 2014. (DOI não disponível).

MARINS, J. C. B. et al. Time required to stabilize thermographic images at rest. *Infrared Physics & Technology*, v. 65, p. 30-35, 2014b. DOI: 10.1016/j.infrared.2014.02.008.

MARINS, J. C. B.; CAZAL, M. M. *Nutrição & suplementação para o ganho de desempenho físico e esportivo*. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Rubio, v. 1, p. 512, 2023. (DOI não disponível).

MCINNES, S. E.; CARLSON, J. S.; JONES, C. J.; MCKENNA, M. J. The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, v. 13, n. 5, p. 387-397, 1995. DOI: 10.1080/02640419508732254. PMID: 8558625.

MOREIRA, D. G. et al. Thermographic imaging in sports and exercise medicine: a Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. *Journal of Thermal Biology*, v. 69, p. 155-162, 2017. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2017.07.006.

REIS, H. H. T. et al. Can the body mass index influence the skin temperature of adolescents assessed by infrared thermography? *Journal of Thermal Biology*, v. 111, 2023. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2022v24e89769>.

REQUENA-BUENO, L.; PRIEGO-QUESADA, J. I.; JIMENEZ-PEREZ, I.; GIL-CALVO, M.; PÉREZ-SORIANO, P. Validation of ThermoHuman automatic thermographic software for assessing foot temperature before and after running. *Journal of Thermal Biology*, v. 92, 2020. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2020.102639. PMID: 32888554.

REZENDE, C. M. et al. Análise da simetria térmica em atletas de natação de alto rendimento. *Pan American Journal of Medical Thermology*, v. 6, p. 21-29, 2019. DOI: 10.18073/pajmt.2019.6.21-29.

RING, E. F.; AMMER, K. Infrared thermal imaging in medicine. *Physiological Measurement*, v. 33, n. 3, p. R33-R46, 2012. DOI: 10.1088/0967-3334/33/3/R33. PMID: 22370242.

ROGERS, S. M.; BAKER, M. A. Thermoregulation during exercise in women who are taking oral contraceptives. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 75, n. 1, p. 34-38, 1997. DOI: 10.1007/s004210050123. PMID: 9007455.

SALAMUNES, A. C. C.; STADNIK, A. M. W.; NEVES, E. B. 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. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2017.03.006. PMID: 28477901.

SELFE, J.; WHITAKER, J.; HARDAKER, N. A narrative literature review identifying the minimum clinically important difference for skin temperature asymmetry at the knee. *Thermology International*, v. 18, n. 2, p. 41-44, 2008. (DOI não disponível).

SIRI, W. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Nutrition*, v. 9, n. 5, p. 480-491, 1961. (DOI não disponível).

STOJANOVIĆ, E.; STOJILJKOVIĆ, N.; SCANLAN, A. T. et al. The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: a systematic review. *Sports Medicine*, v. 48, p. 111-135, 2018. DOI: 10.1007/s40279-017-0794-z.

TROVATO, B. et al. Thermal profile classification of the back of sportive and sedentary healthy individuals. *Journal of Thermal Biology*, v. 118, p. 103751, 2023. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2023.103751.

TUMILTY, S.; ADHIA, D. B.; SMOLIGA, J. M.; GISSELMAN, A. S. Thermal profiles over the Achilles tendon in a cohort of non-injured collegiate athletes over the course of a cross country season. *Physical Therapy in Sport*, v. 36, p. 110-115, 2019. DOI: 10.1016/j.ptsp.2019.01.009. PMID: 30716561.

VARDASCA, R.; RING, E. F. J.; PLASSMANN, P.; JONES, C. Thermal symmetry of the upper and lower extremities in healthy subjects. *Thermology International*, v. 22, p. 53-60, 2012. (DOI não disponível).

VARGAS, J. V. C. et al. Normalized methodology for medical infrared imaging. *Infrared Physics & Technology*, v. 52, p. 42-47, 2009. DOI: 10.1016/j.infrared.2008.11.003.

WANG, X.; CHOU, K.; ZHANG, G. et al. Breast cancer pre-clinical screening using infrared thermography and artificial intelligence: a prospective, multicentre, diagnostic accuracy cohort study. *International Journal of Surgery*, v. 109, n. 10, p. 3021-3031, 2023. DOI: 10.1097/JS9.0000000000000594. PMID: 37678284; PMCID: PMC10583949.

WANG, J.; HONG, W. Q.; GE, P.; WANG, X. D.; PAN, C. Um método melhorado para correção de não uniformidade de imagens infravermelhas com base na autocalibração radiométrica em nível de pixel. *Infrared Technology*, v. 43, p. 246-250, 2021.

ZAPROUDINA, N.; VARMAVUO, V.; AIRAKSINEN, O.; NÄRHI, M. Reproducibility of infrared thermography measurements in healthy individuals. *Physiological Measurement*, v. 29, n. 4, p. 515-524, 2008. DOI: 10.1088/0967-3334/29/4/007. PMID: 18401069.

4. Artigo 2 - Padrões de normalidade térmica da articulação do joelho em atletas profissionais de diferentes modalidades esportivas.

4.1 Resumo

Analisar o perfil térmico do joelho de atletas de elite de diferentes modalidades esportivas e propor padrões térmicos normativos. Participaram do estudo 89 atletas de elite não lesionados, 57 homens (idade: $21,25 \pm 1,9$ anos) e 32 mulheres ($20,0 \pm 1,2$ anos) que praticavam basquete, futsal, judô ou vôlei. Foram registrados termogramas das extremidades inferiores anteriores e posteriores, e as temperaturas irradiadas da pele do joelho foram quantificadas usando o software Thermohuman. Uma ANOVA de três vias foi conduzida para comparar a temperatura da pele (TP) média e a diferença térmica anteroposterior (Δ) entre os lados direito e esquerdo, entre os sexos e entre as modalidades esportivas. Verificamos que a assimetria da TP entre os joelhos anteriores e posteriores foi menor que $0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e não foi afetada pelo sexo ou modalidade. No entanto, a TP variou significativamente entre as modalidades esportivas, com jogadores de basquete tendo maior TP anterior do joelho em comparação com atletas de futsal e judô, enquanto atletas de futsal tiveram menor TP anterior do joelho em comparação com jogadores de vôlei. Na visão subsequente, jogadores de basquete tiveram maior TP em comparação com atletas de futsal, judô e vôlei. Judocas tiveram menor TP posterior do joelho em comparação com atletas de futsal. A diferença térmica anteroposterior foi maior no futsal do que nas outras modalidades. Atletas de elite não lesionados apresentam padrões de TP do joelho termicamente simétricos independentemente do sexo ou modalidade esportiva. Além disso, a modalidade esportiva impacta a TP e a diferença térmica anteroposterior na articulação do joelho. Padrões térmicos normativos foram propostos para facilitar a interpretação dos resultados termográficos e auxiliar na prevenção e tratamento de lesões.

Palavras-chave: Termografia; Temperatura da Pele; Esportes; Medicina Esportiva.

* Artigo submetido a revista Journal of Thermal Biology, qualis capes A1, aguardando aceite final.

4.2 Abstract

To analyze the thermal profile of the knees of elite athletes from different sports and propose normative thermal standards. Eighty-nine uninjured elite athletes participated in the study, 57 men (age: 21.25 ± 1.9 years) and 32 women (20.0 ± 1.2 years) who practiced basketball, futsal, judo, or volleyball. Thermograms of the anterior and posterior lower extremities were recorded, and the radiated knee skin temperatures (TP) were quantified using Thermohuman software. A three-way ANOVA was performed to compare the mean TP and the anteroposterior thermal difference (Δ) between the right and left sides, between sexes, and between sports. We found that the asymmetry of TP between the anterior and posterior knees was less than $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ and was not affected by sex or sport. However, TP varied significantly between sports, with basketball players having higher anterior knee TP compared to futsal and judo athletes, while futsal athletes had lower anterior knee TP compared to volleyball players. In the subsequent view, basketball players had higher TP compared to futsal, judo and volleyball athletes. Judo athletes had lower posterior knee TP compared to futsal athletes. The anteroposterior thermal difference was higher in futsal than in the other sports. Uninjured elite athletes present thermally symmetrical knee patterns regardless of gender or sport modality. Furthermore, sport modality impacts TP and anteroposterior thermal difference at the knee joint. Normative thermal standards have been proposed to facilitate the interpretation of thermographic results and aid in the prevention and treatment of injuries.

Keywords: Thermography; Skin Temperature; Sports; Sports Medicine.

4.3 Introdução

A Termografia Infravermelha (TI) é um método inovador e acessível, caracterizado pela segurança, custo reduzido e rapidez na avaliação da condição térmica de uma determinada região corporal de interesse (RCI) sem contato e de forma não invasiva (Brioschi et al., 2003; Jiang e outros, 2005). A aplicação da TI tem sido frequentemente utilizada para monitorar funções fisiológicas associadas à temperatura da pele (TP) (Fernandes-Cuevas et al., 2015; Bandeira et al., 2012). A TI se destaca pela capacidade de registrar o calor irradiado do corpo e fornecer visualização em tempo real da TP, com notável sensibilidade e precisão (Zaproudina et al., 2008), inclusive no ambiente esportivo.

Vários pesquisadores investigaram diversas aplicações da TI no desporto e no exercício, demonstrando a sua eficácia na monitorização das alterações térmicas em resposta ao exercício. Ludwig et al. (2012) encontraram alterações específicas de TP associadas ao treinamento respiratório torácico e diafragmático. Fernandes et al. (2014) compararam medições de TP entre TI e termopares antes, durante e depois de uma sessão de corrida em esteira, destacando a precisão e a conveniência da TI como ferramenta para monitoramento contínuo. Priego Quesada et al. (2015) observaram correlação direta entre TP e ativação muscular durante exercício incremental de ciclismo, indicando a influência da aptidão física na termorregulação. Além disso, Costello et al. (2012) conduziram uma revisão abrangente da literatura sobre as respostas TP após a crioterapia, demonstrando a relevância da TI na avaliação de tratamentos terapêuticos para atletas. Além disso, a TI tem sido especificamente estudada com particular enfoque na prevenção de lesões (Garagiola et al., 1990), na monitorização do tratamento de lesões e no controle da carga de treino em atletas (Silva et al., 2022; Afonso et al., 2022; Marins et al., 2022; Marins et al., 2022; al., 2014a).

A prevenção de lesões músculo-esqueléticas desempenha um papel de extrema importância ao longo do tempo esportivo, permitindo aos atletas realizarem os seus treinos, o que pode ser decisivo para o sucesso da equipe no desporto coletivo (Gómez-Carmona et al., 2020). No contexto do futebol profissional de alto nível, são frequentemente observadas lesões musculares na região das coxas e pernas (isto é, distensões e rupturas de quadríceps e isquiotibiais) ou lesões ligamentares no joelho

(isto é, ruptura do ligamento cruzado anterior e ligamento colateral medial) (Ekstrand et al., 2011).

Outros desportos também apresentam um risco significativo de lesões nos joelhos (Takahashi et al., 2019). Por exemplo, as lesões mais comuns no judô incluem entorses de joelho durante técnicas de arremesso e torção (Pocecco et al., 2013). No voleibol, saltos frequentes e mudanças rápidas de direção podem predispor os atletas a lesões como ligamento cruzado anterior (LCA) e rupturas de menisco (Lesman et al., 2020). Da mesma forma, cortes rápidos e saltos frequentes no basquete aumentam o risco de lesões nos joelhos, incluindo entorses e rupturas de ligamentos (Stojanovic et al., 2023). A prevenção e o tratamento adequado dessas lesões, principalmente no joelho, são de suma importância para a saúde e o desempenho dos atletas dessas modalidades. Portanto, estabelecer um padrão de normalidade térmica da articulação do joelho pode ser essencial para auxiliar no controle da carga de treinamento e nas abordagens fisioterapêuticas preventivas, auxiliando assim no sucesso esportivo do atleta.

Uma das abordagens mais inovadoras para a prevenção de lesões envolve a observação da simetria térmica bilateral. Variações superiores a 0,5 °C nas RCI contralaterais são clinicamente relevantes e podem indicar alterações fisiológicas e metabólicas significativas em uma delas (Selfe et al., 2008; Ammer et al., 2006). Essa diferença pode ser causada por uma das regiões ter temperatura mais alta ou a outra ser mais fria. Um exemplo foi o trabalho de Stroppa et al. (2017) com jogadores de futebol da seleção haitiana, em que as diferenças térmicas bilaterais médias observadas foram de $0,07 \pm 0,38$ °C na vista anterior e $0,18 \pm 0,59$ °C na vista posterior.

Porém, outra forma de análise deve ser considerada, que inclui a normalidade térmica na comparação das diferenças térmicas anteroposteriores. Devido à anatomia do joelho, a presença da patela significa necessariamente que a TP é mais baixa do que na região posterior, onde a radiação térmica emitida pela artéria poplítea é transferida diretamente para a pele. Este tipo de análise foi proposto apenas por trabalhos preliminares com jogadoras de futebol (Stroppa et al., 2017), o que destaca a relevância de analisar a diferença térmica anteroposterior em atletas de elite de diferentes esportes e sexos.

Estudos que investigam diferenças térmicas na articulação do joelho em esportes como futsal, vôlei, judô e basquete são escassos e faltam investigações

sobre o assunto. Também é importante verificar se o tipo de esporte pode influenciar no padrão térmico. Por fim, visto que no estudo de Marins et al. (2015) o fator sexo foi considerado decisivo em quase todas as regiões musculares analisadas, é necessário verificar se este fator influencia no perfil térmico dos atletas.

Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar a temperatura da pele na articulação do joelho em atletas profissionais, tanto masculinos quanto femininos, de diferentes modalidades esportivas e propor padrões térmicos de normalidade para todos eles.

4.4 Materiais e Métodos

Participantes

A amostra foi composta por 89 participantes: sendo 57 homens e 32 mulheres. Todos os participantes eram atletas de alto rendimento com no mínimo 5 anos de prática na modalidade, desde categorias juvenis até profissionais, competindo regularmente em campeonatos estaduais, nacionais e internacionais. A rotina de treinamento era de pelo menos seis sessões (incluindo treinamento físico, técnico e tático) por semana e mais de 90 minutos por sessão. Dos participantes, 15 eram jogadores de basquete, 22 jogadores de futsal, 34 judocas e 18 jogadores de vôlei. Quinze destes atletas participaram em seleções nacionais nas respectivas modalidades desportivas nos últimos dois anos. A Tabela 1 apresenta as características dos participantes.

Tabela 1. Dados de características dos participantes.

Sexo	Variável	Modalidade esportiva			
		Basquete (a)	Futsal (b)	Judô (c)	Voleibol (d)
Homens	Idade (anos)	20,8 ± 1,7 ^{b,c,d}	19,8 ± 1,2 ^{a,c,d}	22,6 ± 1,6 ^{a,b,d*}	21,6 ± 1,8 ^{a,b,c*}
	Altura (cm)	183,3 ± 8,25 ^{b,c,d}	173,5 ± 7,3 ^{a,c,d}	178,2 ± 9,1 ^{a,b,d*}	188,0 ± 10,0 ^{a,b,c}
	Massa Corporal (kg)	73,9 ± 5,5 ^b	68,9 ± 5,3 ^{a,c,d}	72,8±5,6 ^{b*}	75,0 ± 5,0 ^b
	IMC (kg/m ²)	27,9±5,2	26,4±5,3	22,9±5,1 [*]	21,2±5,1
	% Gordura	9,6 ± 1,7 ^b	8,6 ± 1,8 ^{a,c}	10,6 ± 1,7 ^{b,d*}	9,1 ± 1,8 ^c
Mulheres	Idade (anos)	-	-	20,8±0,8 ^{d*}	19,1±0,8 ^{c*}
	Altura (cm)	-	-	169,4±3,7 ^{d*}	174,3±4,7 ^{c*}
	Massa Corporal (kg)	-	-	63,3±4,3 [*]	61,3±4,2 [*]
	IMC (kg/m ²)	-	-	18,0±3,0 ^{d*}	16,5±2,9 ^{c*}
	% Gordura	-	-	12,0±2,9 [*]	11,5±2,9 [*]

IMC: índice de massa corporal.

As letras (a,b,c,d,) representam diferenças significativas entre as modalidades, "*" representa diferenças entre homens e mulheres na modalidade correspondente. Uma ANOVA de dois fatores foi utilizada para comparar variáveis entre sexo e modalidade esportiva.

Todos os participantes foram recrutados voluntariamente e atenderam aos critérios de inclusão de serem atletas de alto rendimento, não apresentarem lesões musculoesqueléticas nos últimos 15 dias e participarem regularmente de treinamentos. Seguindo as orientações propostas por Fernández-Cuevas e seus colaboradores (2015), foram excluídos participantes fumantes, portadores de alergias cutâneas, distúrbios do sono, sintomas recentes de febre ou submetidos a terapia médica ou física com aplicação de loções, pomadas ou cremes nas áreas de coleta nas horas anteriores ao procedimento. Além disso, foram excluídos os participantes que usaram suplementos antitérmicos, anti-inflamatórios, diuréticos ou dietéticos que pudessem afetar o equilíbrio hídrico ou a temperatura corporal nos últimos 15 dias. Também foram excluídos atletas que apresentavam lesões nos joelhos, tanto agudas quanto crônicas.

Para mitigar o efeito da fase do ciclo menstrual na TP, as participantes do sexo feminino foram selecionadas com base no uso de contraceptivos hormonais. Isso reduziu a relevância da fase do ciclo menstrual para as variações da temperatura corporal, uma vez que estudos indicam uma estabilização da temperatura ao longo do ciclo menstrual em mulheres que utilizam esses anticoncepcionais (Grucza et al., 1993; Rogers et al., 1997).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade e registrado sob o número 44856821.0.0000.5153. Os princípios éticos da Declaração de Helsinque

foram seguidos e os participantes forneceram consentimento informado por escrito para participar do estudo.

Procedimentos

O estudo foi realizado no Brasil, com atletas de um mesmo clube esportivo de Belo Horizonte (Minas Gerais), que possui equipes de alto nível disputando campeonatos nacionais e internacionais. A abordagem metodológica empregada consistiu em um estudo exploratório sem intervenção direta no fenômeno em análise, em consonância com outros estudos com abordagem semelhante (Dias et al., 2022; Marins et al., 2014a). O estudo foi realizado em duas etapas distintas: primeiro, uma avaliação antropométrica detalhada e, em seguida, a obtenção de imagens termográficas para análise.

Medidas antropométricas

A coleta de dados antropométricos incluiu a mensuração da massa corporal e da estatura, permitindo a estimativa do Índice de Massa Corporal (IMC kg/m^2). Para tanto, foram utilizados uma balança antropométrica (BK200 FAN, Balmak[®]) com capacidade para 200 kg e um estadiômetro de parede (EST-222, Balmak[®]). O Plicômetro Científico Tradicional Cescorf[®] foi utilizado para medir a espessura das dobras cutâneas (mm) em diferentes pontos do corpo, incluindo subescapular, tríceps, bíceps, peitoral, axilar médio, supra ilíaca, abdominal, coxa e perna, tanto em indivíduos do sexo masculino quanto do feminino. Essas medidas foram cruciais para o cálculo do percentual de gordura corporal, utilizando a equação de Jackson e Pollock (1978) para estimar a densidade corporal, associada à equação de Siri (1961) para estimar o percentual de gordura. Todos os procedimentos antropométricos foram conduzidos por um único avaliador credenciado pelo ISAK nível 1, seguindo rigorosamente as diretrizes estabelecidas pela Sociedade Internacional para o Avanço da Cinantropometria (Marfell -Jones et al., 2006).

Protocolo termográfico

A segunda etapa consistiu na captura de termogramas utilizando um termovisor infravermelho (FLIR[®] T420, Estocolmo, Suécia), que possui faixa de detecção

de temperatura entre - 20 e 650°C, precisão de 2%, sensibilidade < 0,05 °C, infravermelho banda espectral de 7,5 a 13 µm, taxa de atualização de 60 Hz, foco automático e resolução térmica de 320×240 pixels. Todas as imagens foram processadas com fator de emissividade de 0,98, seguindo recomendações anteriores (Fernández -Cuevas et al., 2015). Os participantes ficaram a uma distância de 3 metros da câmera, que foi acionada 30 minutos antes do início da coleta de dados para garantir a estabilização adequada do sensor, seguindo as orientações do fabricante. A câmera foi montada em um tripé (marca WF®, modelo WT 3770), e as capturas das imagens foram realizadas perpendicularmente à RCI, sempre pelo mesmo profissional previamente treinado para esta tarefa (Marins et al., 2014b).

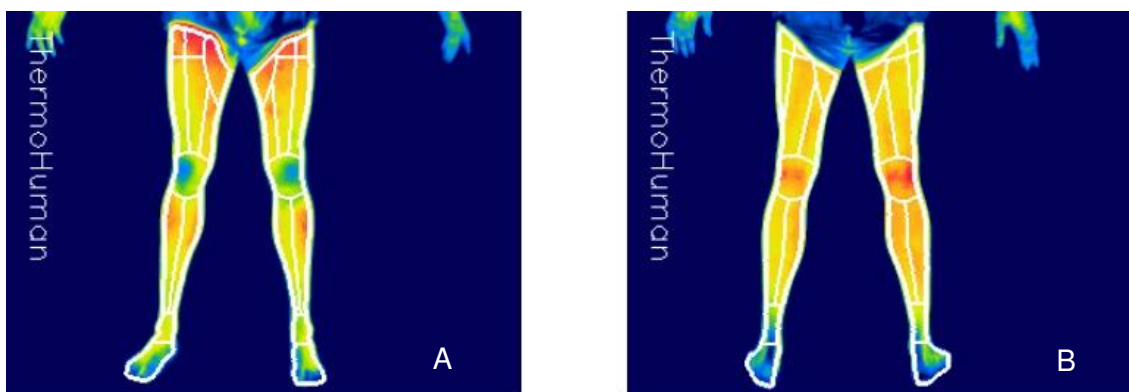
Os dados foram coletados durante duas semanas no mês de setembro, das 8h00 às 12h00. Esse intervalo de tempo foi estabelecido para evitar a influência do ritmo circadiano na TP (Costa et al., 2016). Os sujeitos foram orientados a evitar atividades físicas intensas 48 horas antes da coleta de dados. Esse período foi estabelecido para evitar qualquer interferência do exercício físico realizado no dia anterior, conforme observado em estudos anteriores (Fernandes et al., 2017), nos quais a carga física da competição foi decisiva na alteração do perfil térmico do jogador de futebol.

As condições ambientais foram adequadamente preparadas com iluminação artificial LED, temperatura ambiente de $21,5 \pm 0,3$ °C e umidade relativa de $50,8 \pm 1,5\%$. As condições ambientais foram controladas por meio de ar condicionado refrigerado Springer 22.000 BTU, com fluxo de ar não direcionado para a área de coleta de imagens. Estas condições térmicas estavam de acordo com as diretrizes do TISEM (Moreira et al., 2017). Foi estabelecido um período de aclimação de pelo menos 10 minutos para os participantes, seguindo as recomendações propostas por Marins et al. (2014b).

Antes e durante a coleta de dados térmicos, os participantes foram orientados a não cruzar as pernas, evitar movimentos bruscos e não esfregar os joelhos ou qualquer parte do corpo. Para cada participante foram obtidos dois termogramas de membros inferiores (anterior e posterior), conforme mostrado na Figura 1. As imagens térmicas foram analisadas utilizando o software ThermoHuman[®] versão 2.12 (PEMA THERMO GROUP SL, Madrid, Espanha). Este software forneceu valores médios de TP, que foram automaticamente selecionados e quantificados para cada RCI da parte inferior do corpo (22 RCI de cada termograma). No presente estudo foram

considerados apenas os valores de TP dos joelhos direito e esquerdo, nas regiões anterior e posterior. Este software já foi utilizado em diversos estudos e foi validado por Requena -Bueno et al. (2020).

Figura 1. Exemplo de ambos os termogramas de membros inferiores mostrando a delimitação das RCI analisadas selecionadas automaticamente pelo ThermoHuman[®]. (A) região anterior, (B) região posterior.



Análise estatística

A distribuição dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade da variância foi verificada pelo teste de Levene. Como os dados estavam normalmente distribuídos ou apresentavam homogeneidade de variância, foi realizada uma análise de variância de três fatores para comparar TP e a diferença térmica anteroposterior (Δ) entre os joelhos direito e esquerdo (fator lado do corpo), entre os sexos (masculino vs. feminino) e modalidade esportiva (basquete vs. futsal vs. judô vs. vôlei). Foram realizadas análises de interação entre os fatores lado corporal, modalidade esportiva e sexo. Quando foram encontrados valores significativos de F, foi realizada análise post hoc de Bonferroni com ajuste para comparações múltiplas para identificar as diferenças. Por fim, foram utilizados os percentis 15, 50 e 85 para propor pontos de corte para joelhos hiporradiados (percentil < 15) e joelhos hiperirradiados (percentil > 85).

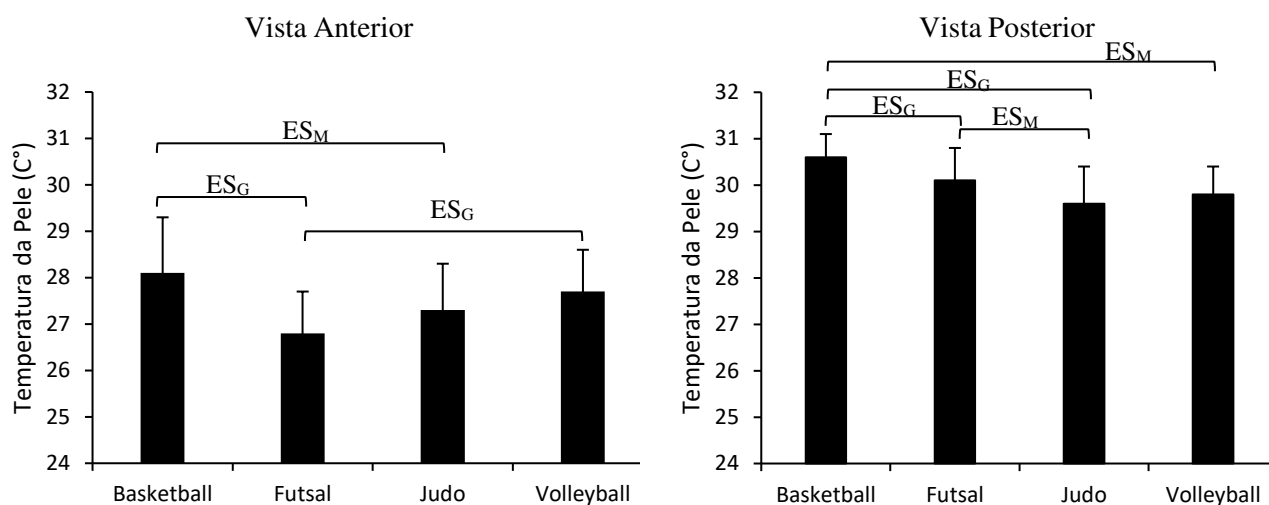
O nível de significância adotado foi fixado em $p < 0,05$. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software SPSS 23.0. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão e/ou intervalo de confiança de 95%. Os tamanhos de efeito d de Cohen (ES) foram calculados e classificados como pequeno (0,2 – 0,49), moderado (0,5 – 0,79) ou grande ($\geq 0,8$) (Cohen, 1988).

4.5 Resultados

A diferença média de TP entre os lados opostos foi mínima, não ultrapassando 0,3 °C nas vistas anterior e posterior, o que está dentro da normalidade para a região do joelho. A análise de variância mostrou que não houve diferença significativa na TP entre os lados direito e esquerdo (fator lado corpo) do joelho na vista anterior ($F = 0,195$, $p = 0,659$), bem como na vista posterior ($F = 0,195$, $p = 0,659$). Também não houve interação significativa entre os fatores modalidade versus lado do corpo, nem entre sexo versus lado do corpo, o que significa que a simetria térmica bilateral foi semelhante entre as modalidades nas regiões anterior ($F = 0,318$, $p = 0,812$) e posterior ($F = 0,511$, $p = 0,676$) do joelho, bem como entre sexos (visão anterior: $F = 0,210$, $p = 0,647$) (visão posterior: $F = 0,092$, $p = 0,763$). Levando em consideração apenas o fator sexo, não foram observadas diferenças significativas na TP do joelho tanto na visão anterior ($F = 0,040$, $p = 0,841$) quanto na posterior ($F = 0,061$, $p = 0,806$).

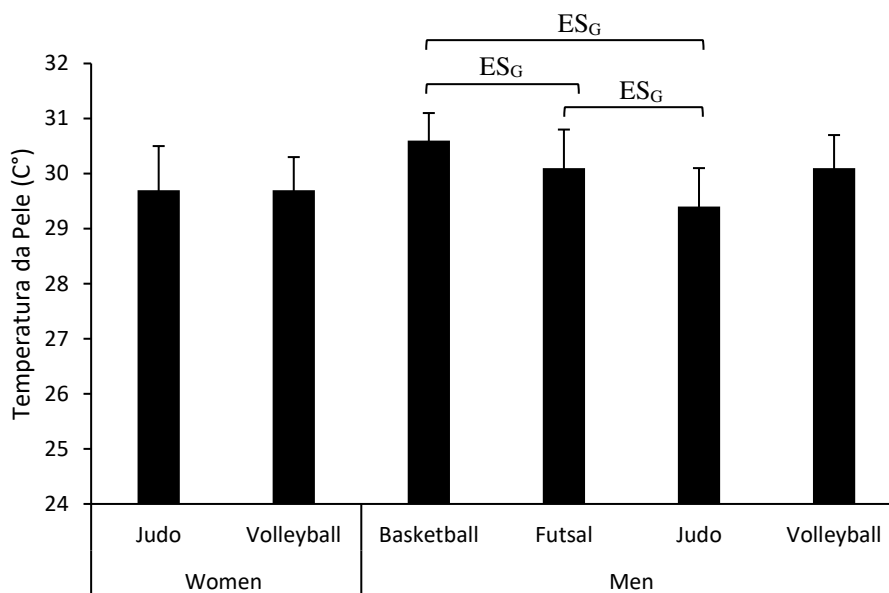
Porém, em relação ao fator modalidade, a modalidade praticada interferiu na TP do joelho na visão anterior ($F = 11,035$, $p < 0,001$) e posterior ($F = 13,171$, $p < 0,001$). Análises post hoc mostraram que, na visão anterior, a TP do joelho foi maior em jogadores de basquete em comparação com futsal ($\Delta 1,2$ °C [IC 95% 0,6 – 1,9 °C], $p < 0,001$, ES = 1,2) e judô ($\Delta 0,8$ °C [IC 95% 0,2 – 1,4 °C], $p = 0,004$, ES = 0,7); além disso, a TP no futsal foi menor do que em atletas de voleibol ($\Delta - 1,0$ °C [IC 95% - 0,3 – - 1,6 °C], $p < 0,001$, ES = 1). Na região posterior do joelho o basquete apresentou maior TP em relação ao futsal ($\Delta 0,5$ °C [IC 95% 0,06 – 0,9 °C], $p = 0,018$, ES = 0,8), judô ($\Delta 1,1$ °C [95% IC 0,7 – 1,5 °C], $p < 0,001$, ES = 1,4) e voleibol ($\Delta 0,7$ °C [IC 95% 0,2 – 1,2 °C], $p = 0,001$, ES = 0,6). Além disso, os judocas apresentaram valores de TP mais baixos em comparação ao futsal ($\Delta - 0,6$ °C [IC 95% - 0,2 – - 0,9 °C], $p < 0,001$, ES = 0,7).

Figura 2. Valores da temperatura da pele do Joelho considerando o fator modalidade esportiva nos termogramas anterior e posterior. As diferenças são representadas por símbolos de colchetes e pelo tamanho do efeito (tamanho do efeito grande ES_G ; tamanho do efeito moderado ES_M).



Em relação às análises de interação, foi encontrada interação significativa apenas entre modalidade e sexo na região posterior do joelho ($F = 4,439$, $p = 0,037$), o que significa que a TP foi influenciada pelo sexo de forma diferente entre as modalidades nesta RCI. A análise post hoc (Figura 3) mostrou que as mulheres tiveram TP semelhante entre o judô e o voleibol ($\Delta 0,03$ °C [IC 95% - 0,4 – 0,3 °C], $p = 0,869$). No entanto, nos homens, a TP no basquetebol foi superior à do futsal ($\Delta 0,5$ °C [IC 95% 0,06 – 0,9 °C], $p = 0,018$, $ES = 0,8$) e do judô ($\Delta 1,2$ °C [IC 95% 0,7 – 0,7 – 1,7 °C], $p < 0,001$, $ES = 1,9$). Além disso, a modalidade judô apresentou TP menor em comparação ao futsal ($\Delta - 0,7$ [IC 95% - 1,1 – - 0,3 °C], $p < 0,001$, $ES = 1$).

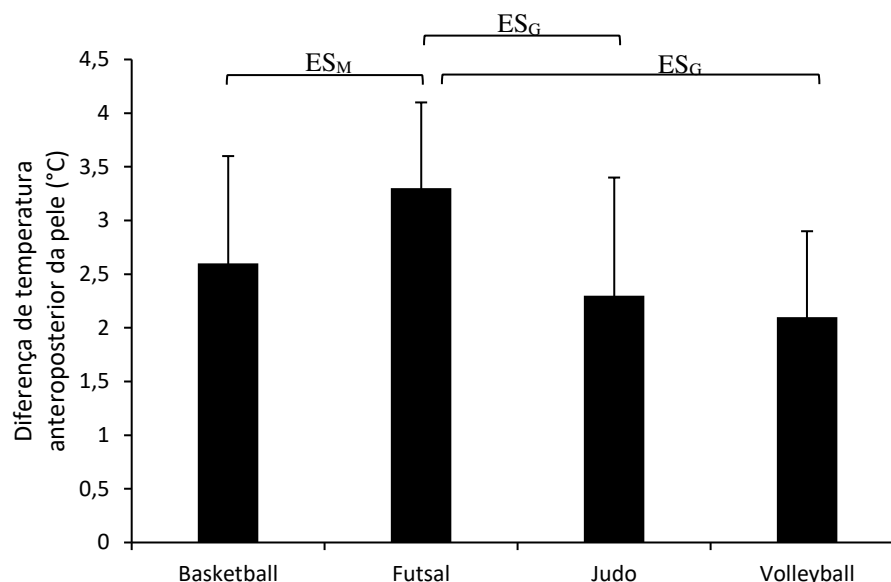
Figura 3. Valores da temperatura da pele do Joelho considerando a interação entre sexo e modalidade esportiva na visão posterior. As diferenças são representadas por símbolos de colchetes e pelo tamanho do efeito (tamanho do efeito grande ES_G ; tamanho do efeito moderado ES_M).



Diferenças Térmicas Anteroposteriores (Δ)

A análise de variância mostrou que a diferença térmica anteroposterior do joelho foi semelhante entre o lado direito ($\Delta 2,4$ °C [IC 95% 2,1 – 2,6 °C]) e esquerdo ($\Delta 2,5$ °C [IC 95% 2,3 – 2,8 °C]) ($F = 0,505$, $p = 0,478$) e não foi influenciado pelo sexo ($F = 0,000$, $p = 0,992$). Entretanto, a diferença térmica anteroposterior foi influenciada pelo esporte praticado ($F = 8,430$, $p < 0,001$), sendo significativamente maior no futsal ($3,3$ °C [IC 95% 3,0 – 3,6 °C]) em comparação ao basquete ($2,6$ °C [IC 95% 2,2 – 3,0 °C], $p = 0,010$, $ES = 0,7$), judô ($2,3$ °C [IC 95% 2,0 – 2,5 °C], $p < 0,001$, $ES = 1,0$) e voleibol ($2,1$ °C [IC 95% 1,7 – 2,5 °C], $p < 0,001$, $ES = 1,5$). A Figura 4 apresenta os resultados da diferença anteroposterior da TP de acordo com a modalidade esportiva.

Figura 4. Valores de diferença de temperatura da pele anteroposterior do joelho considerando o fator esporte praticado. As diferenças são representadas por símbolos de colchetes e pelo tamanho do efeito (tamanho do efeito grande ES_G ; tamanho do efeito moderado ES_M).



Em relação às análises de interação, não foram encontradas interações significativas entre os fatores lado corpo x sexo ($F = 0,382$, $p = 0,537$), lado corpo x modalidade ($F = 0,821$, $p = 0,484$), sexo x modalidade ($F = 0,176$, $p = 0,676$), nem lado do corpo vs. sexo vs. modalidade ($F = 0,207$, $p = 0,649$).

Percentis

Foi proposta uma faixa de normalidade térmica e duas áreas de anormalidades considerando a curva percentil (Tabelas 2 e 3). Um percentil igual ou inferior a 15 foi considerado joelho hiporradiado, enquanto um percentil igual ou superior ao percentil 85 foi considerado joelho hiperradiado. Também foram calculados os percentis da diferença térmica anteroposterior (Tabela 2), com os mesmos pontos de corte definidos como limites aceitáveis.

Tabela 2. Percentis 15, 50 e 85 da temperatura da pele do joelho na visão anterior e posterior e diferença térmica anteroposterior (Δ) conforme modalidade esportiva.

Modalidade	Percentis da temperatura da pele do joelho ($^{\circ}\text{C}$)								
	15%	50%	85%	15%	50%	85%	15%	50%	85%
	Vista anterior			Vista Posterior			Anteroposterior (Δ)		
Basquetebol	27,0	28,3	29,2	30,2	30,8	31,0	1,9	2,4	3,6
Futsal	25,8	26,7	27,7	29,5	30,2	30,7	2,4	3,3	4,2
Judo	26,5	27,5	28,0	28,6	29,7	30,4	1,2	2,3	3,1
Voleibol	27,0	27,8	28,5	29,5	29,9	30,3	1,4	2,0	2,8

Tabela 3. Percentis 15, 50 e 85 da temperatura da pele do joelho para visão posterior segundo sexo e modalidade esportiva.

Sexo	Modalidade	Percentis da temperatura da pele do joelho $^{\circ}\text{C}$		
		15%	50%	85%
Mulheres	Judo	28,7	29,8	30,5
	Voleibol	29,4	29,8	30,3
	Basquetebol	30,2	30,8	31,0
Homens	Futsal	29,5	30,2	30,7
	Judo	28,5	29,6	30,2
	Voleibol	29,6	30,2	30,4

4.6 Discussão

Este estudo teve como objetivo analisar o perfil térmico das regiões anterior e posterior dos joelhos em atletas de elite de diferentes modalidades esportivas e propor dados normativos para estas RCI. Embora seja necessário ter cautela na interpretação dos dados devido ao número relativamente baixo de participantes em algumas das atividades desportivas, considera-se, no entanto, que os resultados fornecem tendências claras que serão úteis para atletas e seus treinadores e equipes médicas. Os principais resultados mostraram que os participantes apresentaram simetria térmica bilateral comparável entre sexo e modalidade esportiva. Além disso, o perfil térmico para a TP média e a diferença térmica anteroposterior foi específico de acordo com a modalidade esportiva praticada, com tamanhos de efeito variando de moderado a grande.

As diferenças bilaterais médias de TP observadas não excederam $0,3^{\circ}\text{C}$, indicando notável consistência térmica entre os lados contralaterais dos joelhos. É importante ressaltar que, do ponto de vista clínico, os atletas apresentaram uma assimetria térmica considerada dentro dos limites normais e aceitáveis. As diferenças contralaterais observadas foram todas inferiores a $0,3^{\circ}\text{C}$, valor amplamente reconhecido na literatura como ponto de corte para classificação de assimetrias de

joelho (Vardasca et al., 2007). Valores abaixo de 0,5 °C são geralmente considerados aceitáveis, enquanto valores acima deste limite estão frequentemente associados a assimetrias clinicamente importantes, exigindo atenção especial (Vardasca et al., 2007).

Do ponto de vista prático, quando for observada uma condição de anormalidade térmica, será necessário um exame mais detalhado para estabelecer o estado do joelho do atleta, e medidas adicionais como redução da carga de treinamento, mudança do tipo de treinamento, ou mesmo suspendê-lo pode ser necessário. A anormalidade térmica também pode indicar a necessidade de um método de imagem adicional, como ecografia, raio-X ou ressonância magnética.

Não observamos efeito do sexo na TP. Era esperada uma diferença térmica entre os sexos, uma vez que os homens geralmente apresentam massa muscular esquelética consideravelmente maior que as mulheres (Binek et al., 2022), além do fato de que as mulheres tendem a ter um percentual de gordura corporal maior que os homens, o que pode atenuar a transferência de calor endógeno para a superfície corporal (Kaciuba-Uscilko et al., 2001). Em estudo anterior, ao comparar a TP de homens e mulheres em RCI sobre áreas musculares, Marins et al. (2015) encontraram valores de TP mais elevados em homens em comparação com mulheres. Entretanto, a TP pode ter sido semelhante entre homens e mulheres no presente estudo devido ao fato de ter sido analisada uma região articular (ou seja, sem músculo e com nível de gordura corporal semelhante em atletas).

Os resultados das diferentes modalidades desportivas revelaram um impacto significativo na TP do joelho. No caso do basquete, a alta frequência de saltos, as mudanças rápidas de direção e os movimentos explosivos podem sobrecarregar as articulações dos joelhos, levando ao aumento da temperatura nessa região (Scanlan et al., 2014). Por outro lado, esportes como o futsal e o judô podem impor um nível diferente de estresse mecânico nas articulações dos joelhos, com menor nível de movimentos impactantes. Estudos anteriores destacam que esportes de alto impacto, como o basquete, estão associados a taxas mais altas de lesões musculoesqueléticas, especialmente no joelho, em comparação com esportes de menor impacto, como futsal e judô (Andreoli et al., 2018; Frey et al., 2019; Lago-Fuentes et al., 2020).

No contexto do voleibol, os atletas realizam saltos explosivos e movimentos de alta intensidade, como bloqueios e ataques, o que pode resultar no aumento da

sobrecarga biomecânica nas articulações dos joelhos e, conseqüentemente, no aumento da temperatura do joelho (Kerr et al., 2018). Por outro lado, no futsal, embora ainda existam movimentos explosivos e mudanças rápidas de direção, o padrão de movimento pode ser diferente, com menos ênfase nos saltos e mais ênfase nas corridas e mudanças de direção (Borges et al., 2022). Essas variações nos padrões de movimento e nas demandas físicas específicas de cada modalidade podem influenciar as diferenças observadas na TP do joelho entre jogadores de voleibol e futsal.

Os tamanhos de efeito encontrados destacam a magnitude das diferenças térmicas entre os esportes. Por exemplo, no basquete, a TP anterior do joelho foi maior que no futsal e no judô e maior que no futsal, judô e voleibol na vista posterior. Esses tamanhos de efeito variaram de moderados a grandes, indicando diferenças substanciais na carga térmica e biomecânica nos joelhos dos atletas desses esportes. Esses achados enfatizam a necessidade de ajustes específicos nas estratégias de treinamento e prevenção de lesões baseadas no esporte.

Até onde sabemos, nosso estudo é o primeiro a abordar a diferença térmica anteroposterior em atletas de elite de diferentes esportes. A diferença térmica anteroposterior do joelho (Δ) foi semelhante entre os lados direito e esquerdo e não foi influenciada pelo sexo. Este achado sugere que a termorregulação entre homens e mulheres foi uniforme neste estudo, o que poderia reforçar a aplicabilidade da TI como uma ferramenta de avaliação neutra em termos de gênero para a análise da diferença térmica anteroposterior. Em relação às modalidades esportivas, a maior diferença térmica anteroposterior do joelho no futsal em comparação ao basquete, judô e voleibol (Figura 4) reforça a importância de considerar a especificidade das diferenças térmicas anteroposteriores no monitoramento da saúde e do desempenho de atletas nas diferentes modalidades esportivas.

É importante ressaltar a relevância dos dados para considerar joelhos hiporradiantes e hiperradiantes, considerando os percentis 15, 50 e 85 para cada modalidade proposta nas Tabelas 2 e 3. Esses dados poderão ser utilizados por profissionais de medicina esportiva, oferecendo um perfil térmico de referência para os indivíduos avaliados. Esses dados são de extrema importância para o acompanhamento longitudinal dos atletas, pois poderiam simplificar a identificação de possíveis casos de hipertermia local ou hipotermia nos joelhos. A inclusão dos dados em um gráfico simples facilitaria a visualização das variações da TP ao longo do tempo

e, em comparação aos padrões normativos, permitiria uma intervenção precoce caso fosse identificada alguma anormalidade térmica. Esta ferramenta pode ser valiosa para a prática clínica, pois permite uma abordagem mais proativa na gestão da saúde e do desempenho dos atletas.

Apesar dos achados relevantes, este estudo apresenta algumas limitações. Primeiro, os participantes eram atletas de um único clube desportivo, o que pode limitar a generalização dos resultados para outras populações de atletas. Além disso, a recolha de dados foi transversal, o que impede a análise das variações térmicas ao longo do tempo e em diferentes períodos de treino e competição. Estudos futuros devem incluir uma amostra mais diversificada e um desenho longitudinal para superar essas limitações. Por fim, embora tenhamos garantido que os dados estavam normalmente distribuídos e apresentavam homogeneidade de variância, não analisamos a distribuição de temperatura dentro das RCI, o que pode impactar a interpretação dos dados termográficos (Ammer e Formenti, 2016). Estudos futuros devem considerar esse aspecto para melhor compreender os padrões termográficos dos atletas.

Novos estudos devem ser realizados para analisar os valores térmicos de diferentes esportes de alto rendimento que apresentam sintomas de dor ou inflamação nos joelhos. Essas investigações permitiriam comparar o nível de diferença térmica entre atletas sintomáticos e assintomáticos, fornecendo informações valiosas sobre a relação entre as variações térmicas e o estado de saúde dos joelhos dos atletas. Sugerimos também que novos estudos se concentrem em outras articulações além dos joelhos, como os cotovelos, que são especialmente importantes para levantadores de peso, nadadores, arremessadores e outros atletas. Esta abordagem seria importante para estabelecer um perfil térmico da junta mais abrangente, auxiliando na interpretação das informações térmicas locais. A investigação de diferentes articulações permitiria uma compreensão mais abrangente da variação térmica do corpo humano durante a prática esportiva. Isto poderá contribuir significativamente para o desenvolvimento de estratégias de monitorização e prevenção de lesões, bem como para a melhoria dos protocolos de tratamento e reabilitação no contexto desportivo.

Os resultados deste estudo têm implicações práticas para a medicina e o treinamento esportivo. A identificação de padrões térmicos normais e anormais pode auxiliar no monitoramento contínuo do estado de saúde dos atletas, permitindo

intervenções precoces em caso de anomalias térmicas. Por exemplo, detectar uma diferença térmica anteroposterior significativa pode indicar a necessidade de ajustes na carga de treinamento ou de intervenções fisioterapêuticas específicas para prevenir lesões. Adicionalmente, o estabelecimento de perfis térmicos normativos pode servir de referência para avaliação comparativa de atletas, facilitando a identificação de desvios e a implementação de estratégias personalizadas para prevenção de lesões. A inclusão de gráficos térmicos simples nos relatórios pode facilitar a visualização das variações da TP ao longo do tempo, contribuindo para uma abordagem mais proativa no gerenciamento da saúde e do desempenho dos atletas.

4.7 Conclusão

Os atletas avaliados demonstraram simetria térmica na articulação do joelho, tanto na região anterior quanto posterior. Esses resultados apontam para uma diferença na TP contralateral inferior a $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ em atletas de elite de judô, basquete, futsal e voleibol, todos sem sintomas de dor ou lesão. A TP entre homens e mulheres foi semelhante em valores absolutos da região anterior e posterior dos joelhos. As modalidades esportivas também demonstraram diferenças significativas nos joelhos e diferenças anteroposteriores na TP, com diferenças que poderiam estar relacionadas aos padrões de movimento e às demandas físicas específicas de cada modalidade. Os resultados destacam a importância de considerar essas diferenças na interpretação dos resultados termográficos e na formulação de estratégias para monitorar e prevenir lesões em atletas.

4.8 Referências

- Afonso, A. S. F., Dias, F. A. M., & Marins, J. C. B. (2022). Thermography Applied to football. *Braz J Soccer Sci.*, 15(5), 1-6.
- Ammer, K., & Ring, E. F. J. (2006). Standard procedures for infrared imaging in medicine. In *Biomed. Eng. Handbook*. CRC Press.
- Ammer K, Formenti D (2016). Does the type of skin temperature distribution matter? *Thermol Int*, 26, 51-54;
- Andreoli, C. V., Chiaramonti, B. C., Biruel, E. P., Pochini, A. C., Ejnisman, B., & Cohen, M. (2018). Epidemiology of sports injuries in basketball: integrative systematic review. *BMJ Open Sport Exerc Med.*, 4. [htTPs://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000468](https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000468)
- Bandeira, F., et al. (2012). Can thermography aid in the diagnosis of muscle injuries in soccer athletes? *Braz J Sports Med.*, 18(4), 234-239. DOI:10.1590/S1517-86922012000400006
- Binek, M., Drzazga, Z., Socha, T., et al. (2022). Do exist sex differences in skin temperature of lower limbs following exercise test in male and female cross-country skiers? *J Therm Anal Calorim.*, 147, 7373–7383. [htTPs://doi.org/10.1007/s10973-021-11055-z](https://doi.org/10.1007/s10973-021-11055-z).
- Borges, L., Dermargos, A., Gorjão, R., Cury-Boaventura, M. F., Hirabara, S. M., Abad, C. C., Pithon-Curi, T. C., Curi, R., Barros, M. P., & Hatanaka, E. (2022). Updating futsal physiology, immune system, and performance. *Res Sports Med.*, 30(6), 659-676. [htTPs://doi.org/10.1080/15438627.2021.1929221](https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1929221).
- Brioschi, M. L., Macedo, J. F., & Macedo, R. d. A. C. (2003). Skin Thermometry: new concepts. *Braz Vasc J.*, 2, 151-160.
- Cohen, J., 1988. *Statistical power analysis for the Behavioral Sciences*, Second Edition. Routledge.
- Costa, C. M. A., et al. (2016). Daily oscillations of skin temperature in military personnel using thermography. *J R Army Med Corps*, 162, *jramc-2015-000-342*. doi: 10.1136/jramc-2015-000462
- Costello JT, McInerney CD, Bleakley CM, Selfe J, Donnelly AE. (2012). The use of thermal imaging in assessing skin temperature following cryotherapy: a review. *Journal of Thermal Biology*, 37: 103-110. doi:10.1016/j.jtherbio.2011.11.008
- Dias, F. A. M., et al. (2022). Thermal Profile of Lower Members of University Futsal Players. *Braz J Soccer Sci.*, 15(5), 1-6.

- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med.*, 45(7), 553-558. [htTPs://doi.org/10.1136/bjsm.2009.060582](https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.060582).
- Fernandes, A. A., Marins, J. C. B., Garcia, E. S., Pimenta, E. M., Moreira, D. G., Morandi, R. F., & Kanope, T. (2017). Skin temperature changes of under-20 soccer players after two consecutive matches. *Sport Sci Health*, 13, 635-643. doi: 10.1007/s11332-017-0394-1
- Fernandes A de A. et al. (2014). Measuring skin temperature before, during and after exercise: a comparison of thermocouples and infrared thermography. *Physiological Measurement*, 35: 189-203. doi:10.1088/0967-3334/35/2/189
- Fernández-Cuevas, I., et al. (2015). Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: a review. *Infrared Phys Technol.*, 71, 28-55. [htTPs://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.02.007](https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.02.007)
- Frey, A., Lambert, C., & Vesselle, B. (2019). Epidemiology of judo-related injuries over 21 competitive seasons in France: a prospective study of relevant traumatic injuries. *Orthop J Sports Med.*, 7(5). [htTPs://doi.org/10.1177/2325967119847470](https://doi.org/10.1177/2325967119847470).
- Garagiola, U., & Giani, E. (1990). Use of telethermography in the management of sports injuries. *Sports Med.*, 10(4), 267-272. doi: 10.2165/00007256-199010040-00005
- Gómez-Carmona, P., Fernández-Cuevas, I., Sillero-Quintana, M., Arnaiz-Lastras, J., & Navandar, A. (2020). Infrared Thermography Protocol on Reducing the Incidence of Soccer Injuries. *J Sport Rehabil.*, 29(8), 1222-1227. [htTPs://doi.org/10.1123/jsr.2019-0056](https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0056).
- Grucza, R., et al. (1993). Influence of menstrual cycle and oral contraceptives on thermoregulatory responses to exercise in young women. *Eur J Appl Physiol.*, 67, 279–282. doi: 10.1007/BF00864229
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.*, 40(3), 497-504.
- Jiang, L. J., et al. (2005). A perspective on medical infrared imaging. *J Med Eng Technol.*, 29, 257-267. doi: 10.1080/03091900512331333158
- Kaciuba-Uscilko, H., & Grucza, R. (2001). Sex differences in thermoregulation. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 4(6), 533-536. [htTPs://doi.org/10.1097/00075197-200111000-00012](https://doi.org/10.1097/00075197-200111000-00012).

- Kerr, Z. Y., et al. (2018). The First Decade of Web-Based Sports Injury Surveillance: Descriptive Epidemiology of Injuries in US High School Girls' Volleyball (2005–2006 Through 2013–2014) and National Collegiate Athletic Association Women's Volleyball (2004–2005 Through 2013–2014). *J Athl Train.*, 53(10), 926–937. [htTPs://doi.org/10.4085/1062-6050-162-17](https://doi.org/10.4085/1062-6050-162-17)
- Lago-Fuentes, C., Jiménez-Loaisa, A., Padrón-Cabo, A., Calvo, M. M., García-Pinillos, F., & Rey, E. (2020). Epidemiology of injuries in elite female futsal players: a prospective cohort study. *Int J Sports Med.*, 41(12), 885-890. doi: 10.1055/a-1179-6280
- Lesman, J., et al. (2020). Sport injuries in professional volleyball players. *J Biol Regul Homeost Agents*, 34(4 Suppl. 3), 163-170.
- Ludwig N, et al. (2012). Breathing training characterization by thermal imaging: a case study. *Acta Bioeng Biomech*, 14, 41-47.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, L. (2006). *International Standards for Anthropometric Assessment (ISAK)*. South Africa: Potchefstroom.
- Marins, J. C. B., et al. (2014a). Thermographic profile of soccer players' lower limb. *Rev Andal Med Deporte*, 7(1), 1-6.
- Marins, J. C. B., et al. (2014b). Time required to stabilize thermographic images at rest. *Infrared Phys Technol.*, 65, 30-35. [htTPs://doi.org/10.1016/j.infrared.2014.02.008](https://doi.org/10.1016/j.infrared.2014.02.008)
- Marins, J. C. B., Formenti, D., Costa, C. M. A., Fernandes, A. A., & Sillero-Quintana, M. (2015). Circadian and Gender Differences in Skin Temperature in Militaries by Thermography. *Infrared Phys Technol.*, 71, 322-328. [htTPs://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.03.001](https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.03.001).
- Moreira, D. G., et al. (2017). Skin temperature of physically active elderly and young women measured by infrared thermography. *J Phys Educ Sport*, 17, 2531-2537. DOI:10.7752/jpes.2017.04286
- Priego Quesada JI, Carpes FP, Bini RR, Salvador Palmer R, Pérez-Soriano P, Cibrián Ortiz de Anda RM. (2015). Relationship between skin temperature and muscle activation during incremental cycle exercise. *Journal of Thermal Biology*, 48: 28-35. doi:10.1016/j.jtherbio.2014.12.005
- Poecco, E., et al. (2013). Injuries in judo: a systematic literature review including suggestions for prevention. *Br J Sports Med.*, 47(18), 1139-1143. doi: 10.1136/bjsports-2013-092886

- Requena-Bueno L, Priego-Quesada JI, Jimenez-Perez I, Gil-Calvo M, Pérez-Soriano P. Validation of ThermoHuman automatic thermographic software for assessing foot temperature before and after running. *J Therm Biol.*, 29, 102639. 2020. doi: 10.1016/j.jtherbio.2020.102639
- Rogers, S. M., & Baker, M. A. (1997). Thermoregulation during exercise in women who are taking oral contraceptives. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*, 75, 34–38. doi: 10.1007/s004210050123
- Scanlan, A., Humphries, B., Tucker, P. S., & Dalbo, V. (2014). The influence of physical and cognitive factors on reactive agility performance in male basketball players. *J Sports Sci.*, 32(4), 367-374. doi: 10.1080/02640414.2013.825730
- Selfe, J., Whitaker, J., & Hardaker, N. (2008). A narrative literature review identifying the minimum clinically important difference for skin temperature asymmetry at the knee. *Thermol Int.*, 18(2), 41-44.
- Silva, A. G., Reis, H. H. T., & Marins, J. C. B. (2022). Physiological basis of the thermography application for training load control in soccer. A brief review. *Braz J Soccer Sci.*, 15, 3-20.
- Siri, W. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Nutr.*, 9(5), 480-491.
- Stojanović, E., et al. (2023). The incidence rate of ACL injuries and ankle sprains in basketball players: A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*, 33(6), 790-813. doi: 10.1111/sms.14328
- Stroppa, G. M., Silva, A. G., Moreira, D. G., Cerqueira, M. S., Fernandes, A. A., & Marins, J. C. B. (2017). Analysis of the skin temperature in knees of women professional soccer players. *Braz J Soccer Sci*, 8, 36-42.
- Takahashi, S., et al. (2019). A retrospective study of mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in high school basketball, handball, judo, soccer, and volleyball. *Med.*, 98(26), e16030. doi: 10.1097/MD.00000000000016030
- Vardasca, Ricardo et al. (2007). Thermal Symmetry on Extremities of Normal Subjects. *Thermol Int.*, 17.
- Zaproudina, N., et al. (2008). Reproducibility of infrared thermography measurements in healthy individuals. *Physiol Meas.*, 29(4), 515-524. doi: 10.1088/0967-3334/29/4/007.

5. CONCLUSÃO GERAL

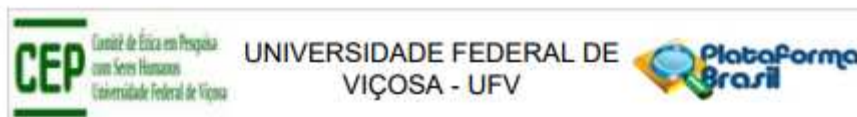
O presente estudo teve como objetivo mapear e comparar o perfil termográfico de atletas de alto rendimento em diferentes modalidades esportivas, com foco na simetria térmica bilateral e nas temperaturas irradiadas de diferentes RCI. Os resultados obtidos ao longo dos dois artigos que compõem esta dissertação confirmam a influência significativa da modalidade esportiva e do sexo nas TP, assim como a manutenção de um perfil de simetria térmica bilateral entre os atletas analisados.

No primeiro artigo, ficou evidente que a modalidade esportiva exerce um papel determinante na TP, com diferenças marcantes entre atletas de basquetebol, futsal, judô e voleibol. Atletas de basquetebol apresentaram as maiores temperaturas em várias RCI, o que pode ser atribuído à maior intensidade e frequência dos treinos nesta modalidade. Além disso, as análises estatísticas mostraram que a simetria térmica bilateral foi mantida em todas as RCI, sugerindo que, apesar das diferentes demandas físicas, os atletas de alto rendimento mantêm uma estabilidade térmica entre os lados do corpo.

O segundo artigo aprofundou a análise nas diferenças térmicas anteroposteriores do joelho, propondo pontos de corte para identificar anormalidades térmicas. Os percentis estabelecidos para as temperaturas irradiadas oferecem uma ferramenta prática para a identificação de condições como joelhos hiporradiados e hiperradiados, facilitando intervenções preventivas e corretivas no ambiente esportivo.

6. ANEXOS

6.1 COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MAPEAMENTO E COMPARAÇÃO DO PERFIL TÉRMICO DE ATLETAS DE DIFERENTES MODALIDADES ESPORTIVAS UTILIZANDO A TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

Pesquisador: JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 44856821.0.0000.5153

Instituição Proponente: Departamento de Educação Física

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.664.536

Apresentação do Projeto:

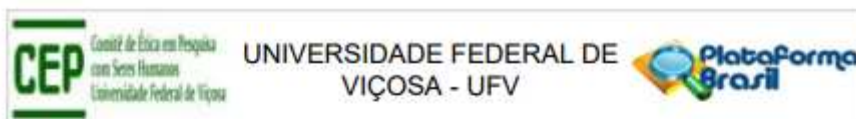
O presente protocolo foi enquadrado como pertencente à Área Temática: Ciências da Saúde

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DÓ_PROJETO_ 1717421) e do Projeto Detalhado:

1. RESUMO: INTRODUÇÃO: Um dos maiores desafios no esporte, é diminuir o risco lesional que um atleta está sujeito tanto em ambiente de treino como de competição. A Termografia Infravermelha (TI) representa uma técnica atual, que permite registrar a temperatura irradiada da pele. Assim a partir do nível de assimetria observada têm-se um forte indicador que o atleta poderá ou não lesionar. Também é necessário se estabelecer o perfil térmico esperado para diversas regiões corporais em função de cada modalidade, pois a carga física varia tremendamente em função de diferentes regiões anatómicas exercitadas de forma simétrica (modalidades cíclicas) ou assimétricas (modalidades acíclicas). Isto permitirá uma avaliação diagnóstica do corpo técnico composto por médicos, fisioterapeutas, fisiologistas e preparadores físicos, sobre a condição do atleta, e principalmente apresenta ou não um risco lesional. OBJETIVO PRINCIPAL: Realizar o mapeamento do perfil termográfico de atletas de modalidades cíclicas e acíclicas.

METODOLOGIA:

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VIÇOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br

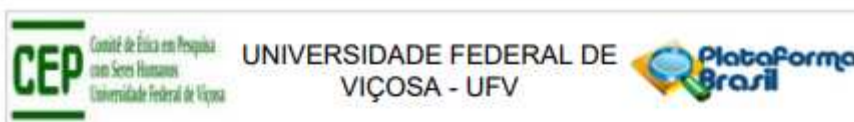


Continuação do Parecer: 4.664.536

O estudo será do tipo observacional. Serão realizadas imagens termográficas em um único momento em estado de repouso de um total de 450 (300 homens e 150 mulheres), em idade universitária distribuídos, que competem regularmente em modalidades cíclicas (ciclismo, corrida e natação) ou acíclicas (Basquetebol, Handebol, Futebol, Futsal, Judô, Voleibol e Tênis). A dinâmica de coleta de dados será realizada apenas uma única vez, em que será respondido um questionário para avaliar levantamento de seu estado de saúde atual, antecedentes mórbidos, seu histórico de atividade física, seus hábitos nutricionais habituais e médico familiar. Posteriormente serão feitas medidas antropométricas básicas, com massa corporal, estatura e dobras cutâneas. Por último, serão feitas quatro imagens termográficas. Todos estes procedimentos deverão ser realizados em no máximo 60 minutos. Serão feitas quatro imagens térmicas sendo duas da face anterior (membros inferiores e tronco), e duas face posterior (membros inferior e tronco), empregando câmera infravermelha TIR-25 (Fluke®, Everett, USA), com faixa de temperatura de detecção entre -20°C e 350°C, precisão de 2%, sensibilidade 0,1°C, banda de spectral dos infravermelhos de 7,5 m a 14 m, taxa de atualização de 9 Hz, foco automático e resolução de 160 x 120 pixels, sendo regulada a escala de temperatura entre 22° e 34°C. Essa técnica não emite nenhum tipo de radiação. Os avaliados devem estar vestindo o menor número de roupas possível para facilitar o emprego do software Smartview 4.3 (Fluke®, Everett, USA), adotando a emissividade de 0,98. Serão avaliadas um total de 10 regiões corporais de interesse, sendo elas: Abdômen, Antebraço, Braço, Coxa, Joelho, Parte inferior das costas, Parte superior das costas, Perna e Tórax) em que será possível obter a temperatura média, máxima e mínima de cada área analisada..

2. METODOLOGIA: Seleção da Amostra O estudo contará com a participação voluntária de atletas praticantes de modalidades cíclicas e acíclicas. Os mesmos serão pré-selecionados via redes sociais, e-mail institucional e/ou por convite em seus próprios ambientes de treinamento. Os indivíduos selecionados devem ter idade universitária (entre 18 e 30 anos), atendendo certos critérios de inclusão e exclusão inseridos nesta plataforma. Após a seleção, os participantes deverão preencher a anamnese padrão do Laboratório de Performance Humana (LAPEH) (Anexo 1), ambos disponíveis no software Avaesporte® (Esportes e Sistemas, MG, Brasil), seguidos de medidas antropométricas (massa corporal, estatura e dobras cutâneas) e de imagens termográficas, todas realizadas em um único encontro, com tempo total previsto de até uma hora de duração. Serão feitas quatro imagens térmicas sendo duas da face anterior (membros inferiores e tronco), e duas face posterior (membros inferior e tronco), empregando câmera infravermelha TIR-25 (Fluke®, Everett, USA), com faixa de temperatura de detecção entre -20°C e 350°C,

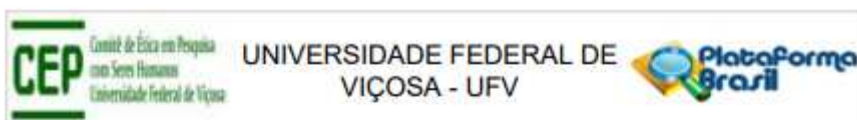
Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-677
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 4.684.538

precisão de 2%, sensibilidade 0,1°C, banda de spectral dos infravermelhos de 7,5 m a 14 m, taxa de atualização de 9 Hz, foco automático e resolução de 160 x 120 pixels, sendo regulada a escala de temperatura entre 22° e 34°C. Essa técnica não emite nenhum tipo de radiação. Os avaliados devem estar vestindo o menor número de roupas possível para facilitar o emprego do software Smartview 4.3 (Fluke®, Everett, USA), adotando a emissividade de 0,98. Serão avaliadas um total de 10 regiões corporais de interesse, sendo elas: Abdômen, Antebraço, Braço, Coxa, Joelho, Parte inferior das costas, Parte superior das costas, consequentemente um aumento na produção de calor (NOVOTNY et al., 2017). Devido a isso, o corpo deixa os seus padrões térmicos normais (entre 36,1°C e 37,8°C) com tendência a uma elevação da temperatura interna que terá que ser dissipado por condução, convecção, evaporação e/ou radiação a tentativa de controlar a temperatura interna para que não atinja níveis elevados. A associação entre temperatura corporal e doença já é antiga: Hipócrates, em 400 a.C, desenvolveu a teoria que afirmava essa relação, a partir de estudos de análise de calor, por meio de um ramo da física denominado termologia (CÔRTE e HERNANDEZ, 2016). Naquela época os "avaliadores" derramavam lama sobre o corpo do avaliado e identificavam os locais de maior temperatura observando as regiões onde a lama secava e endurecia primeiro (BRIOSCHI, 2012). Essa é considerada uma das primeiras técnicas de avaliação da temperatura corporal por meio da calorimetria. Esta forma de mensuração só é viável devido ao transporte do calor do tecido muscular para a pele, através do sangue. Logo, o calor pode ser dissipado da superfície corporal para o meio externo por condução, convecção, evaporação e/ou radiação. A termografia infravermelha (TI) é uma técnica que registra o calor radiante do corpo por meio de uma câmera infravermelha que realiza a captura das imagens em uma faixa do espectro imperceptível a olho nu (MARINS et al., 2015), sendo registrado assim a temperatura irradiada da pele (TIP). É um método não invasivo, com baixo custo e não necessita do contato físico direto entre avaliador e avaliado. Devido a essas vantagens, a TI passou a ser utilizada por profissionais da área médica (CHILDS, 2018) com propósito de auxiliar na identificação de patologias cardiovasculares e neurológicas (MARINS et al., 2015), de realizar a avaliação da gravidade de queimaduras (SINGER et al., 2016) e de complementar o diagnóstico do câncer de mama (KANDLIKAR et al., 2017). Atualmente, vem sendo utilizada na medicina esportiva (STROPPA et al., 2017), auxiliando atletas (MAIOR et al., 2017), fisioterapeutas (RODRÍGUEZ-SANZ et al., 2017) e comissão técnica (MAIOR et al., 2017), especialmente como ferramenta para auxiliar na prevenção de lesões. A utilização da TI no âmbito da medicina esportiva impulsionou estudos abordando a aplicação da técnica. Um dos primeiros trabalhos que envolveu a TI associada a uma modalidade esportiva, foi desenvolvido por Clark et al (1977), no qual eles analisaram as respostas

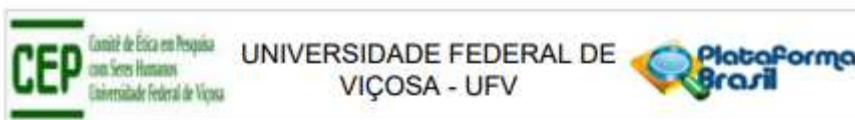
Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VIÇOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 4.694-536

térmicas do atleta após realizar uma corrida de 75 minutos e intensidade contínua. Posteriormente, surgiram outros estudos relacionando a aplicação da TI em outras modalidades, como no futebol (FERNANDES, 2017; FERNANDES, 2017a; FERNANDES, 2017b; MAIOR et al., 2017; STROPPIA et al., 2017; MARINS et al., 2014; BANDEIRA et al., 2012.), na natação (NOVOTNY et al., 2017; NOVOTNY et al., 2015; ZAIDI et al., 2007; WADE et al., 1977.), na corrida (QUESADA et al., 2017; GUTIÉRREZ-VARGAS et al., 2017; TANDA, 2016; JENSEN et al., 2016; HADŽI et al., 2015; JAMES et al., 2014; CLARK et al., 1977) e no ciclismo (QUESADA et al., 2016; LUDWIG et al., 2016; QUESADA et al., 2015; LEGRAND et al., 2015; ABATE et al., 2013), sendo as modalidades com menor quantidade de trabalho publicados, o voleibol (MORAIS, 2017) e o judô (BRITO et al., 2018) com apenas um artigo cada. Após uma pesquisa sistemática, realizada no mês de março de 2021, nas bases de dados PubMed, Scielo, Science Direct, utilizando os termos "Thermography" and "Exercise", tendo como fator de inclusão apenas estudos envolvendo humanos, de ambos os sexos, foram identificados 89 trabalhos envolvendo a TI, realizados entre os anos de 1977 e 2021, sendo que apenas 8; MARINS et al., 2014; MARINS et al., 2014a; MARINS et al., 2014; CHUDECKA et al., 2015; MARINS et al., 2015a; TUMILTY et al., 2019; NEVES et al., 2017; SALAMUNES et al., 2017;) são trabalhos de mapeamento térmico. Dentre eles, somente 2; MARINS et al., 2014; TUMILTY et al., 2019 são trabalhos envolvendo atletas, no entanto apenas o estudo de TUMILTY et al. (2019) utilizou uma amostra com atletas do sexo feminino. No âmbito esportivo a TI é utilizada como diagnóstico preventivo, disponibilizando informações importantes acerca da normalidade térmica do atleta e dos efeitos dos treinamentos e competições, através da identificação de distúrbios musculoesqueléticos, os quais são detectados por meio da variação de TIP no local lesionado em resposta ao aumento ou diminuição do fluxo sanguíneo local (FERNANDES et al., 2017a). Devido à variação da atividade vascular e o aumento da produção de calor gerado pela atividade muscular, foi proposto que a mensuração da TIP utilizando as imagens termográficas, poderia ser um bom indicativo de lesão do músculo. Isso só é possível, pois as variações térmicas geram perturbações no organismo, as quais resultam em mudanças do perfil bilateral de simetria corporal normal, criando uma diferença de temperatura entre as partes, denominada assimetria térmica (MAIOR et al., 2017). Estudos apontam que variações superiores a 0,5 °C são indicativas de alterações fisiológicas e metabólicas que podem ser consideradas situações clinicamente importantes (MARINS et al., 2014a). Os termogramas obtidos possibilitam a realização de um mapeamento corporal, contendo os valores de temperatura de cada parte de uma determinada região corporal, auxiliando assim, a identificação de diferenças térmicas bilaterais (MARINS et al., 2015a) e permitindo uma análise de todo o corpo ou de regiões específicas de interesse. Além

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br

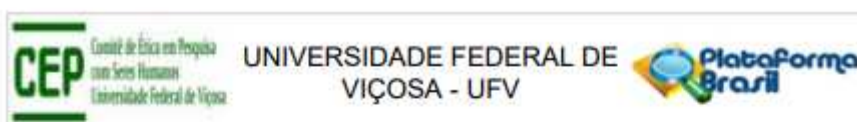


Continuação do Parecer: 4.584-536

disso, o mapeamento térmico é considerado um parâmetro que permite avaliar a normalidade térmica específica de cada modalidade. Em esportes com movimentação cíclica como o ciclismo, se espera uma igualdade térmica entre os membros inferiores. Já em modalidades acíclicas como o tênis é possível que o braço dominante tenha uma assimetria térmica se comparado ao não dominante, o que gera um perfil térmico para cada modalidade. Pode-se observar a escassez de estudos envolvendo o mapeamento térmico de atletas de diferentes modalidades esportivas. Além disso, também são raros os trabalhos que buscam identificar se existem diferenças do perfil térmico de atletas de modalidades cíclicas e acíclicas. Também não são habituais estudos que comparam o perfil térmico de atletas de ambos os sexos na mesma modalidade. Estudos nesta perspectiva foram feitos em população normal adulta, sendo observado que na maioria das regiões corporais investigadas a TIP de homens era maior do que a observada em mulheres (Marins et al, 2014). Desta forma, este estudo buscar de forma pioneira investigar essas questões específicas em diferentes esportes. Essas informações são importantes para auxiliar na interpretação das IT dos atletas por parte do corpo técnico. Desta maneira, o presente estudo visa esclarecer essa lacuna acerca neste assunto. em que será possível obter a temperatura média, máxima e mínima de cada área analisada. Critério de Inclusão: a) Ter idade universitária (entre 18 e 30 anos); b) Estar participando de um programa de treinamento de uma das modalidades de interesse do estudo por, no mínimo, nos últimos 6 meses, com frequência semanal igual ou superior à 3 vezes por semana. c) Não apresente um quadro febril nos último 7 dias. d) Não ter tido nenhuma lesão ortopédica nos últimos 6 meses. Critério de Exclusão: a) Ser fumante. b) Apresente históricos de lesão osteomioarticular nos últimos seis meses. c) Apresente histórico de lesão ou dor muscular recente (últimos 30 dias). d) Possua alergia na pele. e) Apresente distúrbio do sono. f) Esteja com quadro febril recente. g) Esteja em tratamento médico ou fisioterápico que utilize cremes, pomadas ou loções nas regiões corporais de interesse (RCI) horas antes da coleta. h) Esteja como uso de antitérmicos e/ou diuréticos. i) Esteja consumindo algum suplemento alimentar passível de ocasionar mudanças na homeostase hídrica ou temperatura corporal nos últimos 15 dias j) Tenha consumido medicamentos anti-inflamatórios recentemente (últimos 15 dias). l) estar participando de treinamento em mais de uma modalidade.

Critério de Inclusão: a) Ter idade universitária (entre 18 e 30 anos); b) Estar participando de um programa de treinamento de uma das modalidades de interesse do estudo por, no mínimo, nos últimos 6 meses, com frequência semanal igual ou superior à 3 vezes por semana. c) Não apresente um quadro febril nos último 7 dias. d) Não ter tido nenhuma lesão ortopédica nos

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VIÇOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 4.664.536

últimos 6 meses.

Critério de Exclusão: a) Ser fumante. b) Apresente históricos de lesão osteomioarticular nos últimos seis meses. c) Apresente histórico de lesão ou dor muscular recente (últimos 30 dias). d) Possua alergia na pele. e) Apresente distúrbio do sono. f) Esteja com quadro febril recente. g) Esteja em tratamento médico ou fisioterápico que utilize cremes, pomadas ou loções nas regiões corporais de interesse (RCI) horas antes da coleta. h) Esteja com uso de antitérmicos e/ou diuréticos. i) Esteja consumindo algum suplemento alimentar passível de ocasionar mudanças na homeostase hídrica ou temperatura corporal nos últimos 15 dias j) Tenha consumido medicamentos anti-inflamatórios recentemente (últimos 15 dias). l) estar participando de treinamento em mais de uma modalidade.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com os pesquisadores.

Objetivo primário:

Realizar o mapeamento do perfil termográfico de atletas de modalidades cíclicas e acíclicas.

Objetivo Secundário:

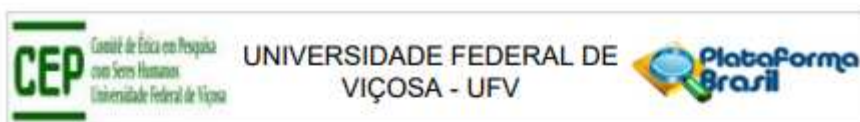
A) Estabelecer as faixas de normalidade da TIP de diferentes regiões corporais por modalidade analisada. B) Identificar as diferenças bilaterais de membros superiores e membros inferiores de atletas de modalidades cíclicas e acíclicas. C) Verificar se o tipo de modalidade (cíclica ou acíclica) influencia na bilateralidade térmica. D) Verificar se existe diferença de perfil térmico entre homens e mulheres em atletas de uma mesma modalidade.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os pesquisadores apresentam no formulário online da Plataforma os seguintes Riscos:

O voluntário poderá apresentar algum constrangimento em responder alguma pergunta no questionário. Contudo, caso isso ocorra tem a possibilidade de não responder a pergunta. Este questionário que será utilizado é usualmente empregado nos estudos rotineiro no LAPEH e normalmente é respondido integralmente, sendo elaborado para não gerar nenhum tipo de constrangimento. As medidas antropométricas podem gerar dois tipos de desconforto. O primeiro pelo tipo de vestimenta a ser utilizado, em que o ideal é vestir o menor número de roupa possível, o que pode gerar algum desconforto pela exposição corporal. Neste caso o ambiente de coleta de dados será totalmente reservado, contando somente com a presença do avaliador e no máximo um auxiliar. Outra, possibilidade corresponde a compressão na pele do aparelho de dobras cutâneas, o que pode deixar em pessoas de etnia branca, marcas avermelhadas que normalmente

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 4.584.538

saem em no máximo 1 hora. Já na obtenção de fotos com câmeras infravermelhas é um método não-invasivo e totalmente seguro, não emitindo radiação. Contudo, por ser também necessário estar com um mínimo de vestimenta, serão tomadas medidas preventivas quanto a privacidade do atleta, sendo a aquisição das fotos feita pelo pesquisador/professor responsável pelo treinamento dos participantes. Portanto, a avaliação termográfica não oferece risco à integridade física e saúde do avaliado. Para minimizar qualquer possibilidade de constrangimento, esta avaliação será realizada em sala reservada. Não será feita nenhuma punção sanguínea, e nem oferecimento de qualquer tipo de produto para que seja consumido no experimento.

E os seguintes Benefícios:

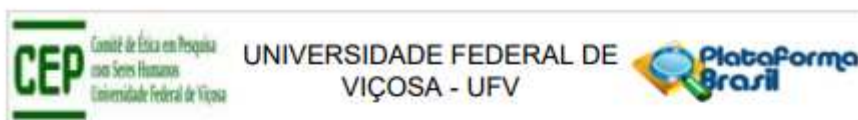
A obtenção de avaliação antropométrica, constando a classificação do índice de massa corporal e composição corporal, os quais oferecem informações sobre seu estado nutricional e aptidão física relacionada à saúde, respectivamente. Os resultados das imagens termográficas proporcionarão estabelecer o perfil térmico de normalidade individual, além da possibilidade de verificar o nível de simetria térmica, ou caso não ocorra a identificação de um ponto sugestivo de lesão que deverá ser investigada por um médico. Irá colaborar com a proposta de um perfil térmico da modalidade, em que será uma referência para médicos, fisioterapeutas, fisiologistas e preparadores físicos de forma a poder avaliar se o atleta está ou não em uma condição de normalidade térmica.

Avaliação: Os riscos e os benefícios estão de acordo com as recomendações sobre pesquisas com seres humanos, baseados nas Resoluções 466/12 do CNS.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os pesquisadores propõe realizar o mapeamento do perfil termográfico de atletas de modalidades cíclicas e acíclicas. Para isso farão um estudo será do tipo observacional. Serão realizadas imagens termográficas em um único momento em estado de repouso de um total de 450 (300 homens e 150 mulheres), em idade universitária distribuídos, que competem regularmente em modalidades cíclicas (ciclismo, corrida e natação) ou acíclicas (Basquetebol, Handebol, Futebol, Futsal, Judô, Voleibol e Tênis). A dinâmica de coleta de dados será realizada apenas uma única vez, em que será respondido um questionário para avaliar levantamento de seu estado de saúde atual, antecedentes morbidos, seu histórico de atividade física, seus hábitos nutricionais habituais e médico familiar. Posteriormente serão feitas medidas antropométricas básicas, com massa corporal, estatura e dobras cutâneas. Por último, serão feitas quatro imagens termográficas. Todos estes procedimentos deverão ser realizados em no máximo 60 minutos. Serão feitas quatro imagens.

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 4.664.536

térmicas sendo duas da face anterior (membros inferiores e tronco), e duas face posterior (membros inferior e tronco), empregando câmera infravermelha TIR-25 (Fluke®, Everett, USA), com faixa de temperatura de detecção entre -20°C e 350°C, precisão de 2%, sensibilidade 0,1°C, banda de spectral dos infravermelhos de 7,5 m a 14 m, taxa de atualização de 9 Hz, foco automático e resolução de 160 x 120 pixels, sendo regulada a escala de temperatura entre 22° e 34°C. Essa técnica não emite nenhum tipo de radiação. Os avaliados devem estar vestindo o menor número de roupas possível para facilitar o emprego do software Smartview 4.3 (Fluke®, Everett, USA), adotando a emissividade de 0,98. Serão avaliadas um total de 10 regiões corporais de interesse, sendo elas: Abdômen, Antebraço, Braço, Coxa, Joelho, Parte inferior das costas, Parte superior das costas, Perna e Tórax) em que será possível obter a temperatura média, máxima e mínima de cada área analisada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Considerações sobre os documentos apresentados pelo pesquisador:

Os termos estão de acordo com as recomendações sobre pesquisas com seres humanos, baseados nas Resoluções 466/12 do CNS.

Recomendações:

Quando da coleta de dados, o TCLE deve ser elaborado em duas vias, rubricado em todas as suas páginas e assinado, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa, bem como pelo pesquisador responsável, ou pessoa(s) por ele delegada(s), devendo todas as assinaturas constar na mesma folha. Não é necessário apresentar os TCLEs assinados ao CEP/UFV. Uma via deve ser mantida em arquivo pelo pesquisador e a outra é do participante da pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

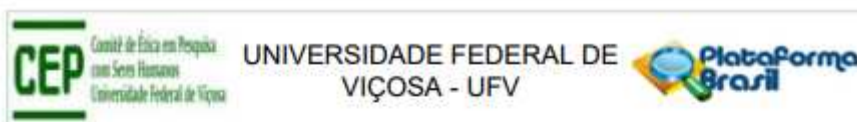
Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site www.cep.ufv.br). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos para encerramento de todo o protocolo na Plataforma Brasil.

Projeto aprovado autorizando o início da coleta de dados com os seres humanos a partir da data de emissão deste parecer.

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 4.694.536

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1717421.pdf	23/03/2021 06:33:33		Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	23/03/2021 06:33:08	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Outros	ANEXO1.pdf	16/03/2021 17:29:18	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTO.pdf	16/03/2021 17:26:43	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO.pdf	14/03/2021 17:26:28	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de concordância	CARTALUVE.pdf	14/03/2021 17:18:09	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	14/03/2021 17:17:28	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.pdf	14/03/2021 17:16:11	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VICOSA, 22 de Abril de 2021

Assinado por:
Guilherme de Azambuja Pussieldi
 (Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
 Bairro: Campus Universitário CEP: 36.570-977
 UF: MG Município: VICOSA
 Telefone: (31)3612-2316 E-mail: cep@ufv.br

6.2 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DO PROJETO: Mapeamento e comparação do perfil térmico de atletas de diferentes modalidades esportivas utilizando a termografia

COORDENADOR DA PESQUISA (Pesquisador responsável):

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins

Dep. Educação Física – UFV

Tel.: (31) 3899-2076 – (31) 9965-3195 jcbouzas@ufv.br

EQUIPE DE TRABALHO:

Cristiane Mara de Rezende

Dep. de Educação Física – UFV

Tel.: (31) 9 0122-4432– (cristiane.rezende@minastc.com.br)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa: Mapeamento e comparação do perfil térmico de atletas de diferentes modalidades esportivas utilizando a termografia, cujo objetivo é mapear e comparar o perfil termográfico de atletas de alto rendimento de diferentes modalidades esportivas.

Sua colaboração neste estudo é MUITO IMPORTANTE, mas a decisão de participar é VOLUNTÁRIA, o que significa que o senhor terá o direito de decidir se quer ou não participar, ou mesmo recusar a participar de alguma parte do estudo em especial. Também poderá desistir de participar do estudo em qualquer momento.

CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS E ANONIMATO

Garantimos que será mantida a CONFIDENCIALIDADE das informações e o ANONIMATO. Ou seja, o seu nome não será mencionado em qualquer hipótese ou circunstância, mesmo em publicações científicas. Informamos que os resultados obtidos irão compor uma base de dados que poderão ser utilizados em outros estudos desenvolvidos pelo grupo dirigido pelo coordenador geral desta investigação, o prof. João Carlos Bouzas Marins.

PROCEDIMENTOS DA DINÂMICA DO ESTUDO QUE ESTARÁ SENDO REALIZADO

A dinâmica do estudo corresponderá a duas etapas distintas. Na primeira etapa, será realizado o levantamento antropométrico, compreendendo a medição da massa corporal (kg) e da estatura (m), permitindo calcular o Índice de Massa Corporal (IMC) (kg/m^2). Para isso, serão utilizados uma balança antropométrica (BK200 FAN, Balmak®) com capacidade de 200 kg e um estadiômetro de parede (EST-222, Balmak®). O Plicômetro Científico Tradicional Cescorf® foi utilizado para medir a espessura das dobras cutâneas (mm) em diferentes pontos do corpo, incluindo as áreas subescapular, tríceps, bíceps, peitoral, axilar média, supra-íliaca, abdominal, coxa e perna, tanto em indivíduos do sexo masculino quanto feminino.

A segunda etapa consistirá na captura das imagens térmicas utilizando um sensor de infravermelho (FLIR® T420, Estocolmo, Suécia), que possui uma faixa de detecção de temperatura entre -20 e 650°C , precisão de 2%, sensibilidade $\leq 0,05^\circ\text{C}$, banda espectral dos infravermelhos de 7,5 a 13 μm , taxa de atualização de 60 Hz, foco automático e resolução de 320×240 pixels. Você será posicionado em uma postura anatômica, a uma distância de 3 metros da câmera, que foi ativada 30 minutos antes da coleta para garantir a calibração adequada do sensor, seguindo as orientações do fabricante. A câmera será montada sobre um tripé (marca WF®, modelo WT 3770) e as capturas de imagem serão realizadas perpendicularmente à área de interesse, sempre pelo mesmo profissional, previamente treinado para essa tarefa.

INFORMAÇÕES FINANCEIRAS

Os pesquisadores deixam claro que não haverá nenhuma compensação financeira por participar do estudo, ou custos de transporte e de alimentação. Também não será exigido por parte do avaliado nenhuma cobrança financeira por estar participando do estudo.

São considerados como benefícios de sua participação:

Você irá receber um relatório com os resultados dos seus testes e os resultados finais do estudo. Caso seja encontrada alguma anormalidade, quanto a composição corporal e como o comportamento térmico, você será encaminhado para um profissional específico para o tratamento. Os resultados do presente estudo também

poderão auxiliar a compreender de que forma ocorrem os ajustes termorregulativos, colaborando assim para a aplicação de um método indireto que seja indicador da recuperação muscular pós-exercício.

Quanto aos riscos de participação do Estudo:

Os procedimentos antropométricos de mensuração das dobras cutâneas poderão gerar mínimo desconforto de compressão do aparelho, porém serão realizados por um profissional treinado para minimizar o desconforto. As medidas antropométricas, aplicação dos questionários e a coleta das imagens termográficas serão realizadas em local apropriado, sem a presença de estranhos, havendo somente a presença do avaliado, avaliador e no máximo um auxiliar, diminuindo assim o risco de inibição. Os questionários empregados são usualmente utilizados em estudos dessa natureza, sendo mínimas as possibilidades de que alguma pergunta possa constranger o avaliado, que poderá, caso queira, simplesmente não responder.

DÚVIDAS SOBRE O ESTUDO

Em caso de dúvida, o senhor poderá entrar em contato com o Prof. Dr. JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS, orientador da pesquisa, no Departamento de Educação Física – Universidade Federal de Viçosa – DES/UFV, na Av. P.H. Hofls, s/n – Laboratório de Performance Humana (LAPEH) – , ou pelo telefone (31) 3899-2076, ou no e-mail: jcbouzas@ufv.br Para que possamos manter contato posteriormente, mandando informações sobre seus resultados, gostaríamos, caso tenha interesse, que preenchesse os seguintes dados:

Não tenho interesse de receber os resultados.

Tenho interesse de ter minhas informações.

Nome:

Data de nascimento: ___/___/_____

Sexo: _____

Nacionalidade: _____

Telefone: _____

e-mail: _____

Endereço:

Bairro: _____

Cidade: _____ Estado: _____ CEP.: _____

Eu, _____,

declaro estar esclarecido(a) sobre os termos apresentados quanto a objetivos, dinâmica do estudo, confidencialidade de meus dados, benefícios e riscos, além da possibilidade de recusar minha participação parcial do estudo, ou mesmo solicitar minha exclusão posteriormente. Também fui esclarecido sobre todas as dúvidas. Consinto, por minha livre e espontânea vontade, em participar desta pesquisa e assino o presente documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse. Para qualquer denúncia ou irregularidade sobre esse estudo, poderei entrar em contato com o seguinte setor: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, CEP/UFV, localizada no Edifício Arthur Bernardes, piso inferior, Campus UFV, Viçosa - MG, pelo e-mail cep@ufv.br , pelo site www.cep.ufv.br ou ainda pelo telefone: (31) 3899-2492.

Cristiane Mara de Rezende

(Estudante de Mestrado em Educação Física da UFV)

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins

(Pesquisador responsável)

(Participante)

Belo Horizonte, ____ de _____ de 2023.

6.3 Anamnese sobre Histórico Atual

Sim	Não	Pergunta	Complemento
		Você fuma ou já fumou?	Por quanto tempo? Há quanto tempo parou? Quantos por dia?
		Você tem problema de pressão arterial?	Há quanto tempo? Alta ou baixa?
		Você tem problema de colesterol?	Há quanto tempo? Faz controle? () S () N
		Você é diabético?	Há quanto tempo: Faz Controle? () S () N
		Você alguma vez sentiu dor no coração ou no peito?	
		Algumas vezes você já sentiu o coração falhar?	
		Seus tornozelos ficam frequentemente inchados?	
		Seus pés e mãos ficam gelados e trêmulos, mesmo em tempo de calor?	
		Você sofre de câimbras nas pernas?	
		Você já ficou com falta de ar sem qualquer razão?	
		Alguma vez um médico lhe disse que você tem algum comprometimento cardíaco, ou alteração no ECG?	
		Já teve tosse matinal?	Com que Frequência?
		Você se considera uma pessoa	() calma () agitada () competitiva () meio termo
		Já teve problema de depressão?	Há quanto tempo? Faz controle? () S () N
		Faz uso de algum medicamento?	Há quanto tempo? Quais?
		Sofre de dor de cabeça ou enxaqueca frequentes?	Há quanto tempo? Faz Controle? () S () N

	Já fez alguma cirurgia?	Há quanto tempo? Qual?
	Você já teve problemas com calor?	
	Você tem algum pino, placa, parafuso, ou qualquer objeto de metal em seu corpo?	
	Já fraturou alguma coisa?	Qual região? Há quanto tempo?
	Sente alguma dor?	Qual? Há quanto tempo?
	Sente fadiga crescente, distúrbios de sono ou irritabilidade crescente?	Há quanto tempo?
	Suas articulações são doloridas ou inchadas?	Há quanto tempo?
	Sofre de problemas renais, tais como, expulsão de cálculos?	Há quanto tempo?
	Quaisquer problemas de estômago ou intestinos?	Há quanto tempo?
	Qualquer problema importante de visão ou audição?	Há quanto tempo?
	Glaucoma ou pressão nos olhos?	Há quanto tempo?
	Você é alérgico alguma coisa?	Há quanto tempo?
	Apresenta problema de varizes?	Há quanto tempo? Localização:
	Sua atividade de trabalho é	() leve () moderada () intensa
	Você se considera submetido a estresse frequentes?	
	Doenças da próstata?	Há quanto tempo?
	Você é consumidor de alguma droga ilícita?	Qual? Frequência:
	Teve filho(s)?	Há quanto tempo? () Normal () Cesária
	Sua menstruação é regular?	
	Você faz uso de anticoncepcional?	
	Possui algum problema ósseo ou articular?	

Comentários:

ANTECEDENTES MÓRBIDOS

Você já teve alguma vez?

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Ataque cardíaco | <input type="checkbox"/> Febre reumática | <input type="checkbox"/> Sopro cardíaco |
| <input type="checkbox"/> Luxações | <input type="checkbox"/> Arteriosclerose | <input type="checkbox"/> Veias |
| <input type="checkbox"/> varicosas | <input type="checkbox"/> Artrite nas pernas e braços | <input type="checkbox"/> Bronquite |
| <input type="checkbox"/> Desmaios cerebral | <input type="checkbox"/> Epilepsia | <input type="checkbox"/> Acidente |
| <input type="checkbox"/> Asma de tireoide | <input type="checkbox"/> Anemia | <input type="checkbox"/> Problemas |
| <input type="checkbox"/> Anormalidades radiográficas no tórax | | |
| <input type="checkbox"/> Algum problema nervoso ou emocional | | |

Comentários:

ANAMNESE SOBRE ATIVIDADE FÍSICA

Sim	Não	Pergunta	Complemento
		Você está normalmente inscrito em um programa de exercícios?	
		Você treina regularmente pelo menos 6 dias por semana, com sessões de aproximadamente 90 minutos cada?	
		Qual é a sua modalidade principal de esporte?	
		Você já competiu em campeonatos estaduais, nacionais ou internacionais na sua modalidade?	
		Você já fez parte de seleções nacionais da sua modalidade nos últimos dois anos?	

Comentários:

6.4 Ficha de Produtividade

MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

	
Universidade Federal de Viçosa Departamento de Educação Física	Universidade Federal de Juiz de Fora Faculdade de Educação Física e Desportos

FOLHA DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO CURSO

1. PARTICIPAÇÃO EM ARTIGOS COMPLETOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS

1. MARINHO, J.P.R ; CERQUEIRA, M.S ; REIS, H. H. T. ; BARA FILHO, Maurício Gattás ; SILVA, A. G. ; **REZENDE, C. M.** ; MARINS, J. C. B. . Caracterização Térmica em Atletas Profissionais de Voleibol. Motricidade, v. 18, p. 1-17, 2022. Citações:5
2. **REZENDE, C. M.**; SILVA, A. G. ; ENCARNACAO, S. G. A. ; CARNEIRO JUNIOR, M. A. ; João Carlos Bouzas Marins ; MARINS, J. C. B. . Análise da simetria térmica em atletas de natação de alto rendimento. PAN AMERICAN JOURNAL OF MEDICAL THERMOLOGY, v. 6, p. 21-29, 2021.

Origem:

- Trabalho originário de disciplina do mestrado.
 Trabalho originário do texto de dissertação.
 Trabalho originário de outras parcerias.

2. PARTICIPAÇÃO EM ARTIGOS ACEITOS EM PERIÓDICOS

Não há.

3. PARTICIPAÇÃO EM ARTIGOS SUBMETIDOS EM PERIÓDICOS

AUTORES: Cristiane Mara de Rezende, Alisson Gomes da Silva, Manuel Sillero-Quintana, João Carlos Bouzas Marins.

TÍTULO: Patterns of thermal normality of the knee joint in professional athletes of different sports.

REVISTA: Journal of Themal Biology

Origem:

- Trabalho originário de disciplina do mestrado.
 Trabalho originário do texto de dissertação.
 Trabalho originário de outras parcerias.

4. LIVROS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS

Não há.

5. PARTICIPAÇÃO EM CAPÍTULO DE LIVROS PUBLICADOS

Não há.

6. PARTICIPAÇÃO EM JORNAIS DE NOTÍCIAS OU REVISTAS

Não há.

7. PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSOS, SEMINÁRIOS, CURSOS, SIMPÓSIOS COMO PALESTRANTE

Não há.

8. RESUMOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSOS

Não há.

9. VISITAS TÉCNICAS, INTERCÂMBIOS OU ESTÁGIOS

Não houve participação

10. ORIENTAÇÕES

Não houve participação

11. PARTICIPAÇÃO EM BANCAS

Não houve participação

12. AULAS MINISTRADAS DE GRADUAÇÃO NA UFV ou UFJF

Não houve participação