

Utilização da termografia como marcador de treinamento e prevenção de lesões nos esportes: uma revisão sistemática no voleibol

Use of thermography as a training marker and prevention of injuries in sports: a systematic review in volleyball

Uso de la termografia como marcador de entrenamiento y prevención de lesiones en el deporte: una revisión sistemática en voleibol

Recebido: 01/10/2022 | Revisado: 14/10/2022 | Aceitado: 17/10/2022 | Publicado: 21/10/2022

Iriadelia Soraya Ribeiro Rabelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0973-2262>
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
E-mail: soraribeiro@hotmail.com

Paulo Alexandre Vicente dos Santos João

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3044-6292>
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
E-mail: pvicente@utad.pt

Lucas Souza Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0515-9697>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: lucas.souza@urca.br

Yago Pessoa da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7652-0892>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: yago_pessoa@hotmail.com

Gilmário Ricarte Batista

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3294-8803>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: cajagr@gmail.com

Resumo

O estudo teve como objetivo mapear as produções científicas acerca da utilização da termografia como marcador de treinamento e prevenção de lesões nos esportes, enfatizando o voleibol e partindo da seguinte problemática: A termografia pode ser considerada como um marcador de treinamento e como instrumento para a prevenção de lesões nos mais diversos esportes? Trata-se de um estudo do tipo revisão sistemática e foram selecionados estudos das seguintes bases de dados: LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), PUBMED, SCIELO (*Scientific Electronic Library Online*), portal de Periódicos da CAPES e BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações). Os resultados apontam que há uma baixa produção de estudos cuja temática seja direcionada ao voleibol e que a termografia vem sendo cada vez mais utilizada de modo singular e combinado com outros métodos como forma de prevenir e tratar lesões nos esportes.

Palavras-chave: Termografia; Esportes; Lesão.

Abstract

The study aimed to map the scientific productions about the use of thermography as a marker of training and injury prevention in sports, emphasizing volleyball and starting from the following problem: Can thermography be considered as a training marker and as a tool for injury prevention in the most diverse sports? This is a systematic review study and studies were selected from the following databases: LILACS (Latin American and Caribbean Literature on Health Sciences), PUBMED, SCIELO (Scientific Electronic Library Online), CAPES Journal portal and BDTD (Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations). The results indicate that there is a low production of studies whose theme is directed to volleyball and that thermography has been increasingly used in a unique way and combined with other methods as a way to prevent and treat injuries in sports.

Keywords: Thermography; Sports; Lesion.

Resumen

El estudio tuvo como objetivo mapear las producciones científicas sobre el uso de la termografía como marcador de entrenamiento y prevención de lesiones en el deporte, con énfasis en el voleibol y partiendo del siguiente problema: ¿Se puede considerar la termografía como un marcador de entrenamiento y como una herramienta para la prevención de

lesiones en los más diversos deportes? Este es un estudio de revisión sistemática y los estudios fueron seleccionados de las siguientes bases de datos: LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud), PUBMED, SCIELO (Biblioteca Electrónica Científica en Línea), portal de Revistas CAPES y BDTD (Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones). Los resultados indican que existe una baja producción de estudios cuya temática se dirija al voleibol y que la termografía ha sido cada vez más utilizada de forma única y combinada con otros métodos como forma de prevención y tratamiento de lesiones en el deporte.

Palabras clave: Termografía; Deportes; Lesión.

1. Introdução

Atualmente, a evolução científica e tecnológica tem influenciado no meio esportivo e propiciado melhores condições de treinamento, sobretudo diante de constantes pesquisas feitas nessa área. O esporte competitivo tem exigido cada dia mais dos atletas, uma vez que, com a associação da ciência do esporte ao treinamento, os diferentes resultados têm sido definidos em minuciosos detalhes (Cabral et al., 2016).

O voleibol é um esporte complexo, que exige o desenvolvimento de diversas capacidades e habilidades motoras, por parte dos seus praticantes (Crivelin et al., 2018). Seus gestos esportivos estão muito relacionados as ações de potência máxima como sprints, movimentos com troca de direção e saltos utilizados nos saques, ataques e bloqueios, sendo que os saltos aparecem como o maior critério de desempenho (Cardoso, 2018).

Por toda essa variedade de ações que esse esporte contempla, é necessário que o técnico de voleibol, para elaborar o treino tático-técnico, conheça o esforço das ações e o nível de lesões que esse esporte possa ocasionar nos atletas (Marques Junior, 2014). A sistematização dos resultados da performance de atletas é fundamental para sua evolução no esporte (Angelis et al., 2019).

As lesões musculares são a causa mais frequente de incapacidade física nos esportes, representando uma grande porcentagem de todas as lesões esportivas. Principalmente nos esportes de alto desempenho, há um grande interesse em otimizar o processo de diagnóstico e reabilitação das lesões musculares, a fim de reduzir o período perdido pelos atletas devido às lesões. A termografia infravermelha ou termometria cutânea é uma técnica utilizada para investigação complementar da dor. Ela apresenta imagens térmicas com uma câmera infravermelho para medira temperatura da superfície do corpo (Viegas et al., 2020).

A termografia é considerada um método confiável, além de não ser invasivo e bastante seguro. Sua utilidade pode ser aplicada na triagem de atletas para lesões por sobrecarga sendo o principal desafio combinar as informações anatômicas e fisiológicas demonstrado pelo padrão térmico da pele. Além disso tem um importante papel na quantificação da carga de treino (Côrte et al., 2016).

Portanto, o objetivo deste estudo foi mapear as produções científicas acerca da utilização da termografia como marcador de treinamento e prevenção de lesões nos esportes, enfatizando o voleibol, proporcionando ferramentas para melhorar o treinamento de atletas na prevenção de lesões com a termografia.

Considerando esse contexto, e a relevância do assunto proposto foi realizada uma revisão sistemática, a partir da busca de estudos sobre lesão e termografia no esporte, os quais foram analisados para possibilitar uma compreensão sobre a realidade que cerca esse tema no cenário acadêmico.

2. Metodologia

No presente estudo, foi utilizado o modelo de revisão sistemática proposto por Galvão (2019) se baseando em um método de síntese das informações de uma determinada temática ainda pouco esclarecida com base na literatura científica especializada, atendendo e seguindo um rigoroso procedimento de busca, análise, elegibilidade dos trabalhos e síntese das informações.

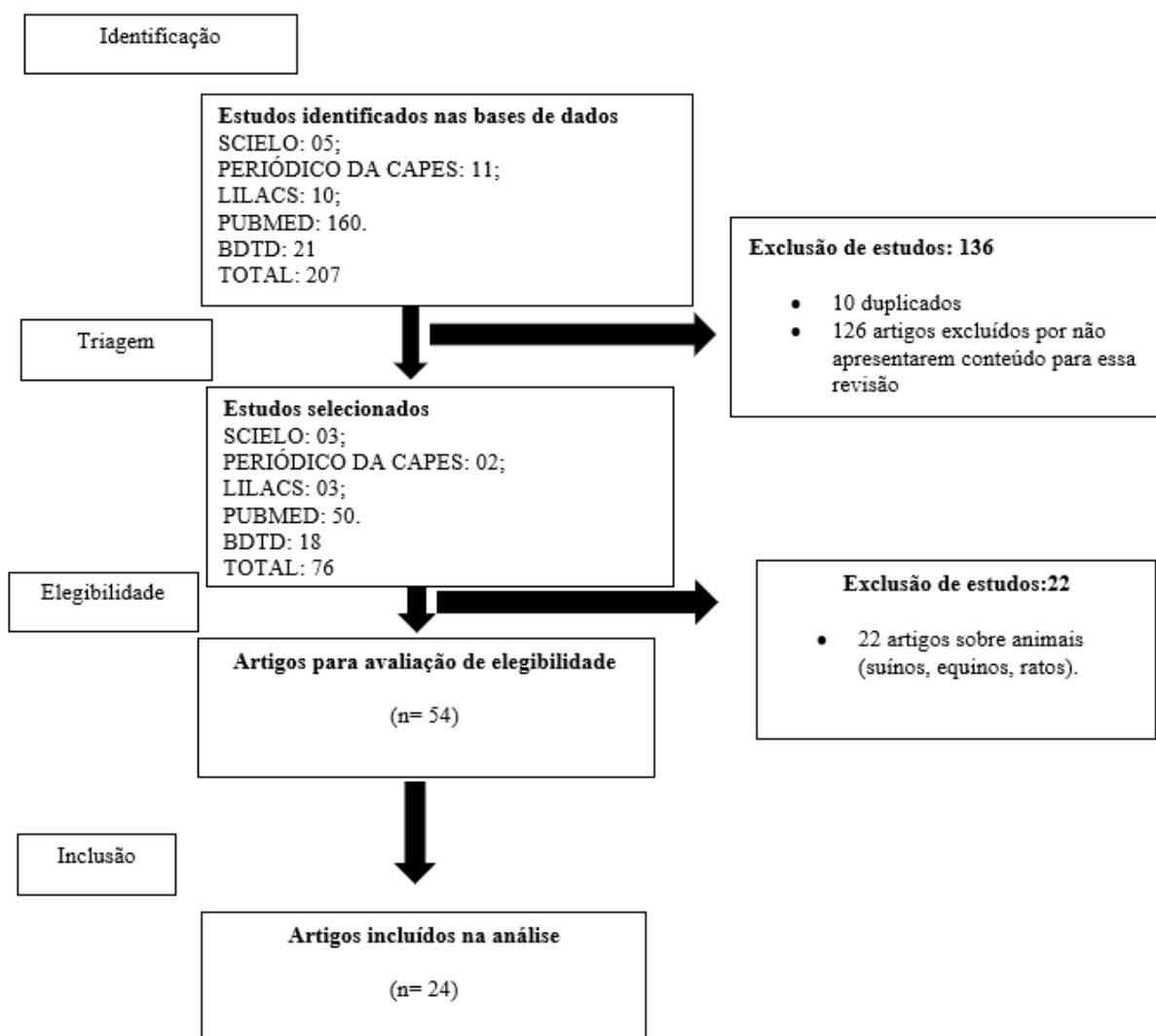
O protocolo de revisão sistemática sugerido por Galvão (2019) dispõe da seguinte estrutura a ser seguida: a) questão problema; b) critérios de elegibilidade (inclusão e exclusão); c) procedimentos de busca nos sítios eletrônicos; d) orientação e seleção de material e e) análise, estruturação e síntese dos dados.

. Realizou-se uma busca *on-line* em fevereiro de 2022 nas bases de dados: LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), PUBMED, SCIELO (*Scientific Electronic Library Online*), portal de Periódicos da CAPES e BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações), utilizando os descritores [volleyball], [thermography], [sports] e [lesion or injury], as quais foram combinadas para resultarem em artigos diretamente relacionados ao assunto abordado neste estudo.

A partir da realização desta pesquisa, buscamos responder as seguintes questões norteadoras: A termografia está sendo estudada como um fator de prevenção e estudos no que se refere a lesões nos esportes? Há problematizações da termografia no âmbito do voleibol? A partir destas problemáticas, estruturamos a presente revisão em prol de obter respostas fidedignas com relação à investigação em tela. Ressaltamos ter utilizado o protocolo PICO, se baseando em paciente, Intervenção, Comparação e “Outcomes”, compondo o quadro de itens a serem respeitados e seguidos no protocolo investigativo utilizando da análise criteriosa de conteúdo exposto (Roever, 2017).

Os critérios de inclusão utilizados foram: artigos escritos nas línguas portuguesa, inglesa ou espanhola; artigos que analisavam a termografia no ramo esportivo, incluindo o voleibol; pesquisas realizadas no âmbito nacional e internacional; artigos com atletas profissionais, amadores, indivíduos ativos e não ativos; artigos de revisão; artigos publicados nos últimos 20 anos. Os critérios de exclusão utilizados foram: termografia em animais, termografia nas ciências agrárias, arquivos corrompidos, isto é, cuja visualização não fosse possível; artigos que não tinham relação com o tema proposto pela pesquisa; arquivos de acesso restrito. A metodologia pode ser acompanhada a partir das descrições expostas na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma metodológico de identificação, busca, elegibilidade, triagem e inclusão dos trabalhos selecionados das bases de dados e repositórios.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram definidas as informações a serem extraídas dos estudos e a categorização dos mesmos com o objetivo de proporcionar uma melhor interpretação por meio de informações-chave. Foram escolhidas quatro categorias para uma análise mais aprofundada.

Na última etapa foi a avaliação dos estudos incluídos na revisão sistemática, seguidos da interpretação dos resultados. Para facilitar o entendimento, os dados foram interpretados e distribuídos em forma de quadro descritivo.

3. Resultados e Discussão

Inicialmente foram encontrados 207 artigos. Em seguida, após à leitura atenta dos títulos e resumos bem-estruturados, 54 trabalhos atenderam aos critérios de inclusão e foram selecionados. Após leitura na íntegra desses 54 artigos, apenas 29 atenderam aos critérios de inclusão, os quais compuseram esta revisão. Ressaltamos que a seleção dos trabalhos foi realizada em fevereiro de 2020.

Dos estudos encontrados, 169 participantes foram avaliados, sendo 118 indivíduos homens, 59 mulheres e 12 não identificados. Os estudos selecionados serão apresentados segundo categorias temáticas formuladas a partir de leituras

aprofundadas, com destaque para a semelhança e/ou diferença de métodos e suas implicações teórico-práticas. O Quadro 1 expõe os estudos referentes à termografia no âmbito esportivo, elencando as modalidades, autor, ano, modalidade e principais resultados obtidos em cada estudo.

Quadro 1 - Categoria I: Termografia no ramo esportivo.

ESTUDO	AMOSTRA	MODALIDADE	PRINCIPAIS RESULTADOS
Fernandes, (2017)	30 atletas Homens Entre 20 e 34 anos	Futebol	O novo método denominado termopixelgrafia pode ser utilizado em <i>softwares</i> e programas específicos que visem auxiliar no processo de controle da carga de treinamento, prevenção de lesões e acompanhamento do processo de recuperação em atletas de futebol.
Rodrigues Júnior, (2018)	20 atletas Homens entre 18 e 35 anos	Futebol	O teste de salto vertical com contramovimento pode ser complementado pela análise dos termogramas, por apresentar mais informações para o monitoramento da carga, da assimetria esportiva e da assimetria de temperatura da pele de zona quente
Menezes et al., (2018)	26 atletas profissionais Homens	Futebol	A utilização da termografia conseguiu registrar 69 lesões que ocorreram durante 12 meses de rastreamento; as lesões mais identificadas foram: contusões, entorses, distensões na coxa (n = 16), tornozelo (n = 15) e joelho (n = 12).
Rodríguez-Sanz et al., (2017)	21 atletas profissionais Homens	Futebol	A captura de imagem por IR foi confiável para a ativação do padrão muscular do membro inferior. Com base em nossos achados, propomos que a avaliação não invasiva da RI seja adequada para avaliação clínica do status desses músculos
Fernandes et al., (2017)	1 atleta profissional 27 anos	Futebol	Os resultados deste estudo indicam que a participação em uma partida de futebol profissional pode levar a aumentos significativos nos valores de temperatura da pele dos membros inferiores medidos pela termografia 24 horas após a partida.
Morais et al., (2017)	17 atletas Feminino Infanto-Juvenil	Voleibol	uma partida de voleibol ocasiona alterações térmicas nos músculos, com maior concentração nos quadríceps
Araújo, (2018)	Estudo Agudo 17 atletas (20,9 ± 3,2 anos) e do ECronico 13 atletas (20,4 ± 2,8 anos)	Basquetebol	A TI parece ser um bom indicador de desgaste muscular, bem como termorregulação, sobretudo até o período de 4 horas pós-treino, no qual foram encontradas as maiores quantidades de correlações.
Cruz et al., (2018)	11 atletas Masculino Escolar 16,1 anos ±0,38	Handebol	A partida de handebol ocasionou alterações térmicas nos músculos, com maior concentração nos tríceps.
Toledo, (2017)	9 bailarinas Maiores de 18 anos	Ballet Clássico	necessidade de individualização das adequações utilizadas no calçado - como a ponteira - nos quesitos forma e material.
Bandeira et al., (2014)	21 atletas entre 19 e 31 anos Masculino	Rugby	A termografia pode ser utilizada como método de apoio ao diagnóstico de lesão muscular em atletas
Almeida Júnior, (2017)	18 homens 25,0 ± 3,1 anos, 77,3 ±	Jiu-jitsu	A prática da autopostura do SGA além de não prejudicar a manutenção de valores normais de assimetria térmica em regiões contralaterais dos membros superiores de competidores de jiu jitsu pode restituir valores normais de assimetria térmica na região posterior do antebraço
Murray et al., (2016)	12 atletas	Squash	A contratilidade muscular não é afetada e a temperatura não é aumentada pela espuma rolando através dos pontos do tempo.
Trecroci et al., (2018)	10 atletas	Ciclismo	alterações nos valores cinéticos bilaterais não refletem alterações simultâneas nas temperaturas bilaterais da pele.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A primeira categoria foi formulada após as buscas apresentarem apenas um artigo sobre voleibol, entretanto, diversas pesquisas sobre outros esportes que poderiam contribuir para esse estudo. Assim, a categoria I, termografia no ramo esportivo, contou com a presença de 12 artigos.

A respeito do Futebol e seguindo a ordem que os trabalhos foram expostos, a primeira pesquisa encontrada foi de Fernandes (2017), com a aplicação de um novo método, a “termopixelgrafia”. Dentre os estudos analisados, este, foi o único a utilizar tal método, compreendendo assim, que existe uma baixa exploração do método para análise da termografia em atletas. De acordo com os autores, a termopixelgrafia se trata de um método que pode auxiliar nos programas de treinamento físico a partir de um processo de estratificação de pixels, o que poderia ser benéfico no que se refere ao controle de carga, volume e demais variáveis relacionados ao treinamento físico específico de cada indivíduo, considerando a temperatura corporal como variável de referência.

No estudo de Rodrigues Júnior (2018) foram abordadas informações sobre as assimetrias esportivas e de temperatura da pele (TP) sobre o desempenho no teste de salto vertical com contra movimento (SCM) e sobre as demandas fisiológicas sem influenciar na rotina vivenciada pelos atletas. Os indivíduos apresentaram redução de desempenho no SCM, maior TP e alta demanda fisiológica após o período competitivo, mesmo com o intervalo de 72 horas de inatividade no momento PÓS, sendo que os efeitos foram maiores em atletas que percorreram maior distância total em jogos e treinos.

A terceira pesquisa, ainda sobre o futebol, foi de Menezes et al. (2018). O objetivo desta investigação foi examinar os efeitos de um programa de treinamento de força periodizado e o uso da termografia por infravermelho no mapeamento de lesões em atletas de futebol com menos de 20 anos de idade. Neste estudo, 26 atletas profissionais de futebol participaram do treinamento de força duas vezes por semana e foram testados com termografia de forma consistente ao longo de 1 ano. Como resultados, 69 lesões foram detectadas durante 12 meses de rastreamento. O número de lesões diminuiu de 23 (33,3%) para 14 (20,3%) quando as taxas do início e fim de ano foram comparadas. A temperatura da pele e combinados representam estratégias úteis para reduzir lesões entre atletas de futebol sub-20.

A partir disto, foi possível conhecer a eficácia do método (termografia por análise infravermelho) como um preditor de identificar e prevenir lesões, haja vista as comparações de início e fim de ano na rotina dos atletas, o que reverbera na veracidade e reprodutibilidade do método utilizado.

Rodríguez-sanz et al. (2017) relataram que a captura de imagem por termografia seria confiável para a ativação do padrão muscular do membro inferior e propôs que a avaliação não invasiva da termografia fosse adequada para avaliação clínica do status desses músculos. A última pesquisa encontrada sobre o futebol foi um estudo de caso de Andrade Fernandes et al. (2017) que indicaram que a participação em uma partida de futebol profissional pode levar a aumentos significativos nos valores de temperatura da pele dos membros inferiores medidos pela termografia 24 horas após a partida. Considerando essa variável como um indicador de dano muscular, poderia auxiliar no processo de controle do treinamento, fazendo parte de um programa de prevenção de lesões em clubes de futebol profissional.

Sobre o futebol, podemos conhecer uma variedade de métodos para aferição da termografia e identificação de lesões nos atletas a partir dos estudos selecionados. A diversidade de métodos remete ao entendimento que há prevalência de métodos validados para o acompanhamento da termografia e como forma de identificar/prevenir lesões musculoesqueléticas. Entretanto, na pesquisa de Menezes et al. (2018) o desenho metodológico utilizado não permite a geração de dúvidas a respeito do método utilizado (Termografia por infravermelho), o que aponta ser um método efetivo.

Vale reforçar que este estudo teve como objetivo encontrar pesquisas sobre o voleibol relacionado a termografia, entretanto apenas um estudo foi encontrado. A pesquisa foi de Moraes et al., (2017) com atletas infante-juvenil, resultando que durante uma partida de voleibol há alterações térmicas nos músculos, com maior concentração nos quadríceps. Considerando

assim, que a termografia é um método que apresenta importante papel na mensuração e controle do desgaste físico em partidas de voleibol.

A pesquisa de Araújo et al. (2018) constatou que a termografia pode ser um método sensível para detectar a intensidade do treinamento e sistemas energéticos predominantes, observado principalmente pelas alterações da temperatura da musculatura ativada durante uma partida de basquetebol.

Cruz et al. (2018) analisaram um jogo de handebol, no qual foi elucidado que há alterações térmicas nos músculos, com maior concentração no tríceps braquial, diferente do estudo de Morais et al. (2017), no qual a maior alteração térmica foi no quadríceps. Os resultados do estudo sugeriram que a termografia pode ser uma ferramenta prática e segura para auxiliar a comissão técnica na compreensão dos efeitos neuromusculares e funcionais ocasionados pelos esforços dessa modalidade durante as partidas.

Um fator que chama atenção é que, aparentemente, a musculatura principal envolvida nas ações agonistas dos movimentos, isto é, o músculo ou complexo muscular, possuem aumento considerável de temperatura durante as partidas, sendo este fator evidenciado no futebol, voleibol, handebol e basquetebol anteriormente, o que pode auxiliar para a tomada de decisões no que se refere aos protocolos de treinos, recuperação e descanso, aspirando assim, a diminuição e prevenção das lesões no esporte.

A pesquisa de Toledo. (2017), teve como objetivo aplicar conceitos de gestão de projeto de um produto no contexto de design, a fim de obter um diagnóstico e recomendações na fabricação das sapatilhas de ponta do balé clássico. Foram capturadas imagens termográficas dos pés nos momentos pré e pós-utilização das sapatilhas de ponta. Os resultados sugeriram que há necessidade de individualização das adequações utilizadas no calçado, como a ponteira, nos quesitos forma e material.

Diferentemente de Toledo. (2017) e Bandeira et al. (2014) utilizaram a termografia em apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. Como resultado do estudo, foi verificado que não houve correlação entre a variação da Creatina Quinase (CK) e a variação de temperatura média das áreas dos músculos selecionados. Entretanto, no grupo de atletas que apresentaram elevação da CK superior a 50% entre o primeiro e o segundo momento de avaliação, os músculos peitorais esquerdo e semitendíneo esquerdo apresentaram diferenças significativas.

Almeida Júnior, (2017) buscou analisar a prática do *stretching* global ativo (SGA) no auxílio da manutenção e restituição de valores normais da assimetria térmica para membros superiores de atletas do jiu-jitsu. A prática de SGA, pode ser compreendida a partir de um conjunto de alongamentos corporais progressivos e realizados de forma “não forçada”, o que consiste em realizações de autoposturas. Os resultados indicaram fatores positivos ao realizar a prática do SGA do que apenas descansar por 48h após as competições, concluindo que a prática da autopostura do SGA pode restituir valores normais de assimetria térmica na região posterior do antebraço.

Murray et al. (2016) objetivaram estabelecer se um único ataque de espuma afeta a flexibilidade, a contratilidade muscular esquelética e a temperatura refletida no *squash*. Um único período de sessenta segundos de rolagem aplicado ao quadríceps induz uma pequena mudança significativa na flexibilidade que é de pouca relevância prática, enquanto a contratilidade e a temperatura muscular permanecem inalteradas.

O último estudo encontrado foi o de Trecroci et al. (2018) com o objetivo de avaliar se existia uma relação entre assimetria cinética e térmica durante um exercício fatigante para atletas do ciclismo. Os resultados obtidos mostraram que alterações nos valores cinéticos bilaterais não refletem alterações simultâneas nas temperaturas bilaterais da pele. Esse achado enfatiza a dificuldade de associar a assimetria da temperatura da pele com a do esforço muscular em ciclistas de elite. O estudo também forneceu informações adicionais sobre as respostas térmicas da pele durante exercícios exaustivos de ciclismo em atletas treinados.

Dessa forma, podemos observar que todos os estudos utilizaram a termografia para analisar e avaliar a condição física dos atletas em condições normais de treinos ou em condições específicas. A termografia tem sido cada vez mais utilizada para controle de carga e possíveis prevenções de lesões, o que pode ser constatada o uso da mesma como forma de avaliar os riscos, prevenir lesões e acompanhamento seguro dos treinos.

A segunda categoria foi a termografia com sujeitos fisicamente ativos, as pesquisas encontradas nessa categoria não reportaram o fato de terem atletas em sua amostra, mas o fato de os sujeitos serem fisicamente ativos como um pré-requisito para os testes. Sendo assim, foram encontradas 8 pesquisas, conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2 - Categoria II: Termografia com sujeitos fisicamente ativos.

AUTORES/ANO	PRINCIPAIS RESULTADOS	AMOSTRA
Araújo et al., (2018)	Aumento de conhecimento em saúde entre os alunos em curto espaço de tempo	27 universitários ativos 14H e 13M
Moreira, (2011)	a TP de homens e mulheres jovens possui uma simetria contralateral inferior a 0.5°C, além disso, a TP em homens possui valores maiores que as mulheres.	44 estudantes de Educação Física 18 H e 26 M
Oliveira, (2018)	A termografia não demonstrou ser sensível para detectar o desgaste muscular local em exercício de corrida em esteira com duração de 30 minutos.	12 homens saudáveis e fisicamente ativos
Pfeiffer, (2018)	O Gasto Energético aumentou de forma proporcional até 50% de Resistência Fluxo Sanguíneo e se estabilizou após esse patamar. A RFS não influenciou na TP imediatamente e 24h pós-exercício aeróbico, independentemente do nível de RFS utilizado, enquanto que a Percepção subjetiva de desconforto aumentou ao se elevar o nível de RFS durante o exercício.	24 homens, fisicamente ativos
Fernandes, (2013)	Existe baixa concordância entre os valores da TMP mensurada através dos termopares e da TIR nos momentos pré, durante e após-exercício, demonstrando assim baixa confiabilidade na comparação entre as duas formas de mensuração, assim a comparação de resultados de estudos que utilizaram métodos distintos passa a não ser a ideal em todas as situações aqui estudadas	12 participantes fisicamente ativos
Medeiros, (2018)	O presente estudo não foi capaz de gerar danos musculares suficientes para causar um processo inflamatório acentuado aumentando consideravelmente a temperatura da pele e nem de diferentes comportamentos entre os MMII.	27 indivíduos do sexo masculino. Fisicamente ativos
Fernandes et al., (2016)	Houve distinções significativas na distribuição da temperatura da pele durante o exercício	12 homens jovens fisicamente ativos
Oliveira et al., (2018)	O alongamento constante, passivo e progressivo dos isquiotibiais aumentou progressivamente a temperatura de pele local em cerca de 0,3 ° C após 180 segundos de alongamento	31 jovens saudáveis fisicamente ativos 11 homens e 20 mulheres

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesta seção, foi possível conhecer as particularidades e peculiaridades de cada estudo selecionado para a categoria (sujeitos fisicamente treinados). Dessa forma, apresentaremos de forma sequencial, os métodos, resultados, semelhanças e diferenças nos desenhos metodológicos utilizados pelos autores correspondentes, discutindo e embasando o texto a partir da literatura científica especializada.

O primeiro estudo dessa categoria foi de Araújo et al. (2018) no qual foi feito uso do método de Imagem Termográfica (IT) o qual atribuiu a termografia à vantagem de não ser uma técnica invasiva ou radioativa, viabilizando sua utilização em cada microciclo, tornando-se um recurso aliado dos profissionais envolvidos na comissão técnica e na promoção de um treinamento com cargas mais individualizadas.

É importante frisar que o método de IT é de fácil aplicação, aparentemente seguro e eficaz quando o objetivo é avaliar nível de temperatura corporal ou até mesmo membros isolados pré e pós treinos e/ou jogos, o que pode ser eficaz na busca de um treino ou adaptação específica com base nos objetivos delineados no esporte.

Em outra realidade, Moreira (2011) investigou a termografia em homens e mulheres em repouso, utilizando a comparação contralateral entre os segmentos corporais. A temperatura da pele de homens e mulheres jovens possuiu uma simetria contralateral inferior a 0.5°C, além disso, a temperatura da pele em homens possuiu valores maiores que as mulheres.

Com base na Termometria Cutânea (TC), os autores buscaram analisar as mudanças de temperatura na camada tecidual, se tratando de um método considerado emergente nos estudos e técnicas de aferição termográfica, através de espectros infravermelhos, permitindo e auxiliando no acompanhamento da aferição térmica. Entretanto, este método destaca algumas fragilidades em níveis musculoesqueléticas, deixando a desejar nos quesitos de análises térmicas intramusculares (Costa, 2021).

Oliveira (2018) avaliou o comportamento da temperatura da pele por termografia e de biomarcadores de sobrecarga muscular em duas intensidades de corrida. Foi visto que a termografia não demonstrou sensibilidade para avaliar o desgaste que o exercício em esteira com duração de 30 minutos promove, pois foram observadas diferenças significativas entre as sessões apenas na região anterior da coxa.

Pfeiffer (2018) abordou sobre o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo (RFS). A RFS não influenciou na temperatura de pele imediatamente e 24h pós-exercício aeróbico, independentemente do nível de RFS utilizado, enquanto que a percepção subjetiva de desconforto aumentou ao se elevar o nível de RFS durante o exercício.

Estudos que se dispuseram a investigar a RFS e suas influências na termografia corporal ainda são minorias na literatura científica especializada. No entanto, a partir do estudo de Pfeiffer (2018) compreendemos que a RFS está associada com a percepção subjetiva de desconforto em detrimento da elevação da temperatura corporal 24h após a realização de exercícios do tipo aeróbico.

Fernandes (2013) teve o objetivo de analisar o comportamento da temperatura da pele em diferentes condições de exercício, sendo um de carga progressiva e outro de intensidade moderada, avaliados através da termografia infravermelha. Concluiu-se que a temperatura de pele diminuiu na fase inicial do exercício. Foi visto que não existe resposta homogênea na temperatura de pele entre as diferentes regiões corporais indicando assim ser aparentemente complexo o processo de controle da temperatura central, de forma que a termografia pode ser um instrumento valioso para analisar tanto a resposta térmica local e global. É importante ressaltar que resultados semelhantes foram encontrados nos estudos que também utilizaram do método de termografia por infravermelho discutidos anteriormente.

Já Medeiros (2018) teve como objetivo comparar o efeito de um protocolo de 100 saltos verticais com contramovimento para a indução da fadiga na modificação de variáveis dinâmicas e cinemáticas obtidas de imagens termográficas, entre os membros inferiores de indivíduos com diferentes níveis de assimetria de força. Ao contrário do esperado para essa análise, as modificações no momento 24h deveriam ser maiores do que no momento 48h devido à maior intensidade do processo inflamatório gerado em decorrência aos danos musculares gerados pelo protocolo de fadiga.

O protocolo proposto para o presente estudo não foi capaz de gerar danos musculares suficientes para causar um processo inflamatório acentuado aumentando consideravelmente a temperatura da pele e nem de diferentes comportamentos entre os membros inferiores.

Fernandes et al. (2016) objetivaram monitorar as variações na temperatura da pele durante o exercício em 28 regiões de interesse. A termografia permitiu mapear globalmente a temperatura da pele obtendo informações qualitativas e quantitativas importantes durante as condições de descanso, exercício e pós-exercício em um ambiente temperado.

Em suma, os autores elucidam e reverberam a importância do uso de protocolos de aferição termográfica como forma de avaliar atletas antes, durante e após treinos esportivos e como forma de mensurar se o respectivo método de treino foi capaz de proporcionar os estímulos necessários para causar algum tipo de resposta positiva a nível neuromuscular, motor, circulação sanguínea e de resposta rápida ao estímulo.

O último estudo dessa categoria foi de Oliveira et al. (2018) com o objetivo de investigar os efeitos agudos do exercício de alongamento na temperatura da pele, flexibilidade, rigidez muscular passiva e dor durante o alongamento dos isquiotibiais em indivíduos jovens e saudáveis. Os dados mostraram que o alongamento constante, passivo e progressivo dos isquiotibiais aumenta progressivamente a temperatura de pele localizada e a flexibilidade muscular.

Com resultados semelhantes encontrados no estudo de Almeida Junior (2017), os resultados evidenciam um aumento progressivo termal nos isquiotibiais, o que reforça a teoria de que ao aderir os alongamentos de forma constante, pode ser benéfico para as respostas musculares localizadas e global.

A terceira categoria formulada foram aquelas pesquisas que destacaram em sua metodologia a utilização da termografia com sujeitos fisicamente inativos. Nesse caso, foram encontrados 4 estudos referente ao tema, reportados no quadro 3.

Quadro 3 - Categoria III: Termografia com sujeitos fisicamente inativos.

AUTORES/ANO	PRINCIPAIS RESULTADOS	AMOSTRA
Ferreira, (2008)	Sujeitos jovens e idosos apresentam capacidade similar de produção de calor; entretanto, os sujeitos idosos apresentaram uma menor temperatura de repouso e uma dissipação de calor mais lenta.	29 voluntários 14 idosos- 12 mulheres e 2 homens (67+-5 anos 15 jovens- 10 mulheres e 5 homens (23+-2anos;
Sonza, (2014)	A temperatura dos membros inferiores foi reduzida, provavelmente em virtude da vasoconstrição gerada.	24 sujeitos fisicamente inativos
Paolillo, (2011)	As imagens termográficas mostraram um dos possíveis mecanismo da fototerapia para promover efeitos terapêuticos que possibilitam maior desempenho físico e o tratamento da celulite	18 mulheres Pós menopausa Idade entre 50 e 60 anos
Moreira-Marconi et al. (2019)	Demonstrou-se que o exercício de vibração do corpo inteiro melhora a força e a força muscular e aumenta o fluxo sanguíneo periférico durante o exercício de vibração de corpo inteiro.	19 participantes (fisioterapeutas, médicos, biólogos) se voluntariaram para o estudo (15 mulheres e 7 homens) 20 a 45 anos

Fonte: Elaborado pelos autores.

A hipótese do estudo de Ferreira (2008) era que os sujeitos jovens apresentassem uma resposta termal maior do que os idosos após o exercício localizado que foram avaliadas através da termografia por infravermelho. Os resultados indicaram que a termografia foi capaz de detectar respostas termais diferentes associadas ao exercício localizado de baixa intensidade.

Sujeitos jovens e idosos apresentam capacidade similar de produção de calor; entretanto, os sujeitos idosos apresentaram uma menor temperatura de repouso e uma dissipação de calor mais lenta. Esses achados nos proporcionam o entendimento de que quanto mais fisicamente treinado for os indivíduos, maior será os efeitos na temperatura corporal.

O segundo estudo dessa categoria foi de Sonza (2014) no qual verificou que o estímulo vibratório gerado pela utilização das plataformas vibratórias tem sido aplicado como método eficaz para promover desempenho esportivo e também na reabilitação de pacientes com diversificadas disfunções. Esse estudo teve como objetivo a avaliação dos efeitos fisiológicos

agudos da vibração de corpo inteiro (sensibilidade cutânea tátil e dolorosa, equilíbrio, temperatura superficial da pele, transmissibilidade da vibração) e a construção de um mapa de percepção corporal da vibração do corpo inteiro.

Foi visto que durante a vibração e 10 min após, a temperatura dos membros inferiores foi reduzida, provavelmente em virtude da vasoconstrição gerada. Em escalas de desempenho esportivo, os autores ressaltam o método como um viés para a melhoria dos aspectos de recuperação de lesões e reabilitação/retorno mais rápido para os esportes, o que pode ser evidenciado a partir dos achados na pesquisa, devido a resposta rápida do estímulo vibratório nas articulações e músculos, assim como na temperatura corporal.

O terceiro estudo dessa categoria foi de Paolillo (2011) objetivou investigar os efeitos da iluminação-LED sobre a temperatura cutânea durante o exercício na esteira ergométrica. As imagens termográficas mostraram um dos possíveis mecanismos da fototerapia para promover efeitos terapêuticos que possibilitam maior desempenho físico e o tratamento da celulite.

Com a leitura e análise desse estudo, observamos que para além dos aspectos positivos no que se refere à performance aeróbica na esteira ergométrica, constatamos, também, que os efeitos da iluminação-LED agem de forma eficaz em tratamentos estéticos, fazendo movimentar as moléculas de água presas nas camadas teciduais, fazendo com que sejam direcionadas à corrente sanguínea, o que possibilita o tratamento eficaz de celulites.

O último estudo foi de Moreira-Marconi et al. (2019) que teve como objetivo avaliar o comportamento da temperatura da pele em regiões dos membros inferiores através de um exercício agudo de vibração de corpo inteiro. Demonstrou-se que o exercício de vibração do corpo inteiro melhorou a força muscular e aumentou o fluxo sanguíneo periférico, sendo necessário um suprimento maior de sangue, onde o corpo responde desviando o fluxo sanguíneo da pele para o músculo em funcionamento nos primeiros segundos de exercício.

A partir desta seção, podemos conhecer um pouco da literatura científica da termografia em sujeitos não treinados, assim como os seus respectivos impactos positivos nos mais diferentes aspectos (físicos, esportivos e estéticos), o que reverbera no entendimento da eficácia dos métodos de termografia, utilizados de forma singular e até mesmo combinando com outros métodos para possibilitar os benefícios e vieses para a saúde dos usuários, sejam eles atletas ou não.

4. Conclusão

Destacamos que o objetivo deste estudo foi mapear as produções científicas acerca da utilização da termografia como marcador de treinamento e prevenção de lesões nos esportes, enfatizando o voleibol. Ao observar os resultados dos estudos selecionados para compor a revisão, podemos argumentar que o campo da termografia nos esportes vem sendo cada vez mais estudado com o passar dos anos, entretanto, há uma baixa produção de estudos que problematizaram a termografia no voleibol, possuindo apenas uma pesquisa nas bases pesquisadas.

Além disso, este estudo trouxe um cenário geral sobre a termografia no ramo esportivo. Destaca-se que o esporte com um maior número de pesquisas encontradas foi o futebol. Sendo assim, o presente estudo buscou proporcionar ferramentas para melhorar o número de pesquisas relacionadas à termografia como marcador de treinamento e prevenção de lesão nos esportes e enfatizamos a importância de problematizar a termografia no voleibol, uma vez que a presente pesquisa constatou a eficácia das variáveis métodos de análises termográficas como forma de identificar, prevenir lesões e até mesmo no auxílio para os protocolos de treino nos esportes, resistidos e aeróbicos.

Destarte, destacamos a importância de realização de pesquisas futuras, cujo enfoque seja destinado a investigar a termografia em atletas de voleibol, aspirando técnicas e métodos úteis para o preparo, reabilitação e até mesmo o delineamento dos treinos específicos, assim como na prevenção de lesões.

Referências

- Almeida Júnior, H. (2017). A prática do stretching global ativo para otimização da força e prevenção de lesões em esportes de combate. UFS, São Cristóvão. 2017. 58 p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- Amaro, A. M., Paulino, M. F., Neto, M. A., & Roseiro, L. (2019). Hand-Arm Vibration Assessment and Changes in the Thermal Map of the Skin in Tennis Athletes during the Service. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 1-15.
- Araújo, V. C. D. (2018). Correlação entre termografia infravermelha e marcadores fisiológicos para controle de cargas de treino em atletas de basquetebol. Tese de Doutorado. UPE/UFPB. João Pessoa-PB. Brasil. 130p.
- Araújo, V. A., Carvalho, L., Morais, N., Souza, E., Santos, R., Silva, F. J., ... & Santa Cruz, R. A. R. (2018). Análise termográfica dos membros inferiores de jovens ativos após uma sessão aguda de treinamento pliométrico. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)*, 12(72), 56-62.
- Bento, W. D. S., & Franco, F. S. C. (2019) análise qualitativa dos fundamentos em jogos de voleibol escolar. dossiê: educação física escolar análise qualitativa dos fundamentos em jogos de voleibol escolar. *Revista Biomotriz*, 13(2), 1-15.
- Bandeira, F., Neves, E. B., Moura, M. A. M., Nohama, P., Bandeira, F., Neves, E. B., Moura, M. A. M. de, & Nohama, P. (2014). A termografi no apoio ao diagnóstico de lesao muscular no esporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 20(1), 59–64.
- Cabral, S. de A. T., Cabral, B. G. de A. T., Pinto, V. C. M., Andrade, R. D. de, Borges, M. V. de O., & Silva Dantas, P. M. (2016). Relação da idade óssea com antropometria e aptidão física em jovens praticantes de voleibol. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 38(1), 69–75.
- Cardoso, A. S. (2018). Comportamento do desempenho de saltos, fadiga e recuperação de atletas de voleibol durante jogos e treinos. UFRS, Porto Alegre. 2018. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Côrte, A. C. R. e, Hernandez, A. J., Côrte, A. C. R. e, & Hernandez, A. J. (2016). Application of medical infrared thermography to sports medicine. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 22(4), 315–319.
- Costa, H. F. C. (2021). uso da termografia nas análises dos danos musculares em atletas de karate. *recima21-revista científica multidisciplinar-issn*, 1(1), 2675-6218.
- Crivelin, V. X., Moreira, A., Finotti, R. L., Lopes, C. R., Ramos, M., Aoki, M. S., & Capitani, C. D. (2018). Correlação entre altura do salto e composição corporal em atletas profissionais de voleibol. *Arquivos de Ciências do Esporte*, 6(1), 24-27.
- Santa Cruz, R. A. R., Araújo, V. A., & Sousa, P. D. A. (2018). Perfil termográfico de atletas de handebol após um jogo oficial. *Rev Mov*, 11(1), 12-9.
- Oliveira, U. F., de Araújo, L. C., de Andrade, P. R., Dos Santos, H. H., Moreira, D. G., Sillero-Quintana, M., & de Almeida Ferreira, J. J. (2018). Skin temperature changes during muscular static stretching exercise. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(3), 451–459.
- Fernandes, A. de A. (2013). Temperatura da pele durante o exercício: Comparação de métodos. UFV, Viçosa. 2013. 116 p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- Fernandes, A. de A. (2017). Cinética e proposta de análise da temperatura da pele de membros inferiores em atletas de futebol profissional. Tese de Doutorado. UFMG. Minas Gerais-MG. Brasil. 109p.
- Fernandes, A. de A., Amorim, P. R. D. S., Brito, C. J., Sillero-Quintana, M., & Bouzas Marins, J. C. (2016). Regional Skin Temperature Response to Moderate Aerobic Exercise Measured by Infrared Thermography. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(1), e29243-29258.
- Fernandes, A. de A., Eduardo Mendonça Pimenta, Moreira, D. G., Sillero-Quintana, M., Marins, J. C. B., Morandi, R. F., Kanope, T., & Garcia, E. S. (2017). Effect of a professional soccer match in skin temperature of the lower limbs: A case study. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(3), 330–334.
- Fernandes, T. L., Hernandez, A. J., Albuquerque, C., Mady, C. E. K., Fernandes, T. L., Hernandez, A. J., Albuquerque, C., & Mady, C. E. K. (2018). Clinical application of thermography for energy balance in athletes – state of the art and new paradigms. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 24(6), 483–485.
- Ferreira, J. J. de A. (2008). Efeitos dos exercícios de aquecimento e alongamento na flexibilidade de sujeitos idosos. Tese de Doutorado. UFSC. São Carlos. Brasil. 95p.
- Galvão, M. C. B., & Ricarte, I. L. M. (2019). Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. *Logeion: Filosofia da informação*, 6(1), 57-73.
- Marques Junior, N. K. (2014). Periodização específica para o voleibol: Atualizando o conteúdo | Marques Junior | RBPFE - *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 8(47 S2), 453-485.
- Medeiros, F. B. (2018). Os efeitos da fadiga nos membros inferiores em indivíduos com diferentes níveis de assimetria de força. Tese de Doutorado. UFMG. Minas Gerais-MG. Brasil. 155p.
- Menezes, P., Rhea, M. R., Herdy, C., & Simão, R. (2018). Effects of Strength Training Program and Infrared Thermography in Soccer Athletes Injuries. *Sports (Basel, Switzerland)*, 6(4), 1-17.
- Morais, N. A., Araújo, V. A., Carvalho, L. S., Sousa, P. de A. C., & Cruz, R. A. R. S. (2017). Respostas termográficas dos esforços em atletas de voleibol. *Corpoconsciência*, 21(2), 8–14.
- Moreira, D. G. (2011). Termografia corporal em repouso de homens e mulheres.

- Moreira-Marconi, E., Moura-Fernandes, M. C., Lopes-Souza, P., Teixeira-Silva, Y., Reis-Silva, A., Marchon, R. M., Guedes-Aguiar, E. de O., Paineiras-Domingos, L. L., Sá-Caputo, D. da C. de, Morel, D. S., Dionello, C. F., De-Carvalho, S. O., Pereira, M. J. D. S., Francisca-Santos, A., Silva-Costa, G., Olímpio-Souza, M., Lemos-Santos, T. R., Asad, N. R., Xavier, V. L., & *Physical Therapy*, 11(5), 765–776.
- Neves, E. B., & Reis, V. M. (2014). Fundamentos da termografia para o acompanhamento do treinamento desportivo. *Revista UNIANDRADE*, 15(2), 79-86–86.
- Oliveira, S. A. F. (2018). Comportamento da temperatura da pele por termografia e de biomarcadores de sobrecarga muscular em duas intensidades de corrida. UFV, Minas Gerais. 2011. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- Paolillo, F. R. (2011). Efeitos da iluminação-LED (850 nm) associada ao treinamento em esteira ergométrica em mulheres na pós-menopausa. Tese de Doutorado. UFSC. São Carlos. Brasil. 197p.
- Pfeiffer, P. A. de S. (2018). Análise do padrão termográfico e do gasto energético durante o exercício aeróbico com e sem restrição de fluxo sanguíneo em sujeitos fisicamente ativos: Um estudo controlado. UPE/UFPB. João Pessoa. 2018. 71 p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba.
- Rodrigues Júnior, J. L. (2018). Nível de relação entre a assimetria esportiva e a assimetria de temperatura da pele dos membros inferiores de atletas profissionais de futebol Belo Horizonte. UFMG. Belo Horizonte. 2018. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) - Universidade Federal do Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Rodríguez-Sanz, D., Losa-Iglesias, M. E., López-López, D., Calvo-Lobo, C., Palomo-López, P., & Becerro-de-Bengoa-Vallejo, R. (2017). Infrared thermography applied to lower limb muscles in elite soccer players with functional ankle equinus and non-equinus condition. *PeerJ*, 5, 26(1), 82–86.
- Roever, L. (2017). Compreendendo os estudos de revisão sistemática. *Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica*, 15(2), 127-130.
- Sonza, A. (2014). Efeitos da vibração de corpo inteiro na sensibilidade cutânea, equilíbrio, variáveis fisiológicas e cargas de aceleração associadas. Tese de Doutorado. UFRS. Porto Alegre. Brasil. 147p.
- Sonza, A. (2014). Efeitos da vibração de corpo inteiro na sensibilidade cutânea, equilíbrio, variáveis fisiológicas e cargas de aceleração associadas.
- Toledo, D. (2017). O conceito de inovação aplicado à análise da relação produto/uso: O caso da sapatilha com ponta do balé clássico. UFSC. Santa Catarina. 2014. 149 p. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Trecroci, A., Formenti, D., Ludwig, N., Gargano, M., Bosio, A., Rampinini, E., & Alberti, G. (2018). Bilateral asymmetry of skin temperature is not related to bilateral asymmetry of crank torque during an incremental cycling exercise to exhaustion. *PeerJ*, 6, e4438. 26(1), 82–86.
- Viegas, F., Mello, M. T. de, Rodrigues, S. A., Costa, C. M. A., Freitas, L. de S. N., Rodrigues, E. L., Silva, A., Viegas, F., Mello, M. T. de, Rodrigues, S. A., Costa, C. M. A., Freitas, L. de S. N., Rodrigues, E. L., & Silva, A. (2020). the use of thermography and its control variables: a systematic review. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 26(1), 82–86.