

# **O USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA ASSOCIADA AO TRABALHO PROPRIOCEPTIVO PARA PREVENÇÃO DE LESÕES NA PRÁTICA DE VOLEIBOL.**

THE USE OF INFRARED THERMOGRAPHY ASSOCIATED WITH THE PROPRIOCEPTIVE WORK FOR PREVENTION OF INJURIES IN VOLLEYBALL PRACTICE

## **Carolina Pereira Savino**

Acadêmica do Curso de Fisioterapia da Faculdades São José

## **Rayumy Fernandes Ferreira**

Acadêmica do Curso de Fisioterapia da Faculdades São José

## **Thalita Santos Soares**

Acadêmica do Curso de Fisioterapia da Faculdades São José

## **Andrette da Costa Rodrigues**

Orientador, Mestre em Ciências das Atividades Físicas, Especialista em Anatomia Humana, Graduado em Fisioterapia

## **RESUMO**

Os exercícios proprioceptivos junto com a utilização da termografia como ferramenta de prevenção de lesões decorrentes da prática de Voleibol, mostram como a combinação de sensação de movimento e consciência de posição da articulação, podem ser relevantes para a prevenção. O estudo em perspectiva tem por objetivo analisar a importância da Fisioterapia como forma preventiva das lesões na articulação do joelho, provenientes dos saltos e aterrisagens que ocorrem durante os treinos e jogos, com a implantação de trabalho de proprioceptivo associado ao uso da termografia infravermelha. Trata-se de uma revisão da literatura com busca em artigos indexados nas bases de dados MEDLINE, SciELO e PubMed. De acordo com os estudos encontrados, é possível associar as duas ferramentas abordadas no estudo, onde possam ter influência direta na prevenção e recuperação de lesões, como também restauração do equilíbrio.

**Palavras chave: propriocepção, lesões, atletas, equilíbrio postural, prevenção, termografia infravermelha.**

## **ABSTRACT**

The proprioceptive exercises together with the use of thermography as a tool to prevent injuries resulting from the practice of Volleyball show how the combination of movement sensation and joint position awareness may be relevant for prevention. The aim of the prospective study is to analyze the importance of Physical Therapy as a preventive way of knee joint injuries, from the jumps and landings that occur during training and games, with the implantation of proprioceptive work associated to the use of infrared thermography. This is a review of the literature with search of articles indexed in MEDLINE, SciELO and PubMed databases. According to the studies found, it is possible to associate the two tools

discussed in the study, where they may have a direct influence on the prevention and recovery of injuries, as well as restoration of balance.

## **INTRODUÇÃO**

Segundo a ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS), a atividade física consiste em qualquer tipo de movimentação do corpo produzido pelo sistema musculoesquelético que possa ter um gasto de energia, incluindo atividades ocupacionais, execução de tarefa doméstica ou em atividades de lazer, diferentemente do exercício físico que é definido como uma subcategoria da atividade física, porém, é executada de forma planejada, estruturada, repetitiva com um objetivo de manter ou melhorar componentes do condicionamento físico do indivíduo (OMS, 2014).

No entanto, a prática de atividade física deve ser vista como componente multidimensional em que inclui intensidade, duração e frequência de movimento do corpo, já aptidão física abrange diferentes componentes identificados e aperfeiçoados com a prática mais eficaz do movimento, ou seja, prática essa voltada para a área esportiva. Desta forma, estudos evidenciam e sugerem que, tanto a prática de atividade física quanto o exercício físico trazem benefícios para a saúde (GUEDES et al., 2012).

O voleibol é um esporte muito praticado no Brasil e trata-se de um esporte coletivo, de grande dinamismo e aplicação constante de fundamentos técnicos, e se destaca pelo desenvolvimento da velocidade, força, flexibilidade e resistência aeróbia, isso faz com que a prática deste esporte predisponha à lesões que levam muitas vezes ao afastamento da atividade, demandando tratamento especializado, por ser uma modalidade caracterizada pelas grandes repetições de saltos durante movimentos de bloqueios e levantamentos (AGE; ARENA et al., 2007).

A termografia infravermelha é um instrumento de análise não invasiva e não radioativa capaz de analisar funções fisiológicas relacionadas ao controle da temperatura da pele, possibilitando monitorar a temperatura da superfície corporal antes, durante e após o movimento e detectar mudanças na temperatura da pele causadas pelo exercício (MERLA, FERREIRA et al., 2010).

Sabido que propriocepção é um mecanismo de percepção corporal, ou seja toda informação neural originada nos receptores proprioceptivos das articulações, músculos, tendões, capsúlas e ligamentos que enviam informações aferentes para o Sistema Nervoso

Central (SNC) com relação ao movimento, estado de posição ou grau de deformação gerado nestas estruturas.

O SNC por sua vez tem a função de processar, organizar e comandar o corpo para que se mantenha um controle postural adequado e os movimentos sejam corretos dentro do arco suportado, logo, um déficit proprioceptivo é bastante relevante, pois deixa o atleta mais propenso à lesão (BALDAÇO FO; CADÓ VP, 2010).

Dentro da área da fisioterapia, mais precisamente da reabilitação, encontramos o trabalho da reabilitação funcional que é uma extensão da terapia física usual, que tem por objetivo proporcionar um regresso rápido do paciente aos elevados padrões motores da vida diária e da desportiva (DOMINGUES, 2005).

O estudo em perspectiva tem por objetivo evidenciar o papel da fisioterapia na prevenção de lesões que possam acometer a articulação do joelho, provenientes de saltos e aterrissagens que ocorrem durante os treinos e jogos dos atletas de Voleibol e identificar possíveis alterações através dos gradientes de temperatura das musculaturas e/ou áreas mais propensas a lesão, possibilitando assim o trabalho preventivo através da avaliação termográfica.

O objetivo foi promover e pesquisar métodos, tratamentos e melhores formas de introduzir a prevenção fisioterapêutica de modo que venha contribuir com a diminuição de lesões em atletas de Voleibol.

A pesquisa se justifica por conta de uma alta incidência de lesões em cima de atletas de Voleibol, onde as lesões do membro inferior sendo um dos diagnósticos mais comuns a tendinopatia patelar, também conhecido como Prevalência de Lesões Músculo-Esqueléticas em Atletas de Formação de Voleibol “jumper’s knee”, afetando cerca de metade dos atletas de voleibol masculino (Lian et al., 2005, NCAA Injury Surveillance System, 2005). O “jumper’s knee” ocorre mais frequentemente em atletas que treinam em superfícies duras como é o caso do voleibol de pavilhão e os sintomas podem ser exacerbados pelo aumento do volume de saltos durante os treinos (Reeser et al., 2006, Visnes et al., 2013).

Pesquisas realizadas por Vieira (et. al, 2007) e Carvalho (et. al. 2007) apontaram que as estas lesões são evidentes devido ao impacto do corpo do atleta com o chão, sobrecarregando as articulações destes membros.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Trata-se de um estudo de revisão literária, onde, o artigo foi elaborado a partir de pesquisa bibliográfica, utilizando 55 artigos científicos, publicados entre os anos de 2008 a 2018, de dados eletrônicos extraídos da *Pubmed*, *Scielo*, *Lillacs*, Elsevier, em diversos idiomas, destacando-se a língua inglesa e portuguesa, porém, artigos com a data anterior à 2008, foram essenciais para a construção, pois continham informações relevantes que pudessem ser acrescentadas para a revisão bibliográfica.

Foram incluídos neste estudo, artigos disponíveis na íntegra referentes a medidas preventivas nas lesões de joelho de praticantes de voleibol, artigos que citavam sobre termografia infravermelha voltada para área desportiva relacionadas à articulação do joelho, e foram excluídos do estudo os artigos que falavam somente do tratamento da entorse de joelho, e todos aqueles que não tinham relação com a área desportiva ou de outro público que não fosse praticante de voleibol.

Foi construído um quadro de resultados contendo 7 artigos científicos publicados entre 2014 e 2016 que citam o objetivo da Termografia, e 16 artigos publicados entre 2003 e 2018, que, assim auxiliaram na análise da eficácia do tratamento preventivo nas lesões que podem ser ocorridas no joelho em atletas de Voleibol.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **A PRÁTICA DE VOLEIBOL**

O Voleibol é um esporte conhecido mundialmente por ser interativo e competitivo. Os jogos de vôlei são feitos por muitos elementos sobrepostos; saque, bloqueio, recepção, entre outros (COBRAV 2013). Esse desporto é praticado com duas equipes onde estarão opostas na quadra, e tendo como objetivo marcar o ponto (MARQUES et al., 2007).

Pesquisas epidemiológicas revelam que os atletas de voleibol encontram-se em risco de certos tipos de lesões, que interferem em sua participação nas atividades, apresentando consequências imediatas (ausência nos treinos e jogos) e podendo trazer consequências a

longo prazo (limitação funcional) (REESER e BAHR, 2003; BAHR e REESER, 2011). Como o contato entre adversários é menos frequente, 50% das lesões registadas são de carácter crônico ou de sobrecarga (HORTA, 2000).

Uma técnica inadequada utilizada durante a execução de algum fundamento pode contribuir para o surgimento de micro traumas, desencadeando assim vários tipos de alterações do tecido musculoesquelético, o que pode levar as lesões crônicas (MARQUES et al., 2007).

No voleibol, a maioria das lesões ocorre nos membros inferiores e são observadas nos movimentos de saltos e aterrissagens, sendo a articulação do joelho uma das mais envolvidas. Sendo assim, a maioria das lesões acometem o Ligamento Cruzado Anterior (LCA) e o tendão patelar (COHEN. M, ABDALLA, 2003.)

Logo, na prevenção de patologias nos membros inferiores é conclusivo o papel da fisioterapia, e consequentemente o trabalho do fisioterapeuta. O profissional fisioterapeuta deve possuir um vasto e adequado conhecimento e informações sobre diagnóstico, que nos dias atuais é realizado dando ênfase no exame clínico, diante disso, uma avaliação minuciosa é extremamente importante para que se estabeleçam estratégias e se evite intervenções futuras (GROSS, 2011).

## **ANATOMIA E BIOMECÂNICA DO JOELHO**

O joelho é uma grande articulação sinovial que integra a relação de três ossos no interior da cápsula articular, sendo a articulação tíbio-femoral formada pelos côndilos da tíbia e do fêmur, e a articulação patelo-femoral formada entre a patela e o fêmur. A articulação tíbio-femoral é a responsável pela sustentação do peso e também amortece impactos com a ajuda dos meniscos (ALVES, SILVA, LIMA, et al., 2009).

A patela é submetida à grande força de tração e é considerada um dos principais ossos responsáveis pelo mecanismo de extensão do joelho, tendo em vista sua localização e o poder de alavanca. A região distal do fêmur, constituinte proximal da articulação do joelho, é formada por dois côndilos, o medial e o lateral (CAMACHO et al., 2008).

Outro segmento importante da articulação do joelho são os meniscos, exercem estabilidade dos joelhos, juntamente aos ligamentos e aos músculos, para manter a funcionalidade, evitar os deslocamentos, aumentar o apoio e proporcionar melhora na distribuição das forças que exercem pressão (GROSS; PEDRO; BÉRZIN, 2005).

Os movimentos deste complexo articular são: flexão, extensão, rotação interna e rotação externa e ocorrem em 2 planos: sagital (flexão e extensão) e transverso (rotação interna e externa). Destes, o plano sagital é o principal deles. Durante a flexão a tíbia desliza posteriormente, e durante a extensão, anteriormente. Os graus de movimento variam de 0° a 140° da extensão máxima para a flexão máxima. Já no plano transverso, onde ocorre a rotação, o grau de movimento varia conforme a flexão, aumentando a medida que esta também aumenta, isso ocorre pois em extensão, os ligamentos e tecidos moles estão tensos e dificultam o movimento. Assim, com o joelho fletido à 90°, a rotação externa varia de 0° a 45° e a interna de 0° a 30° (DANGELO, J. G e FATTINI, 2007).

O movimento de salto-aterrissagem requer boa coordenação, bom controle muscular dinâmico e boa flexibilidade (AERTS et al., 2013; EERKES, 2012; TILLMAN et al., 2004) e é utilizado no voleibol para bloqueios, ataques, levantamentos de bola e saques. Durante a aterrissagem do salto vertical, o quadríceps produz força excêntrica para absorver o impacto do salto, essa força excêntrica pode ser três vezes maior do que a força concêntrica produzida por esse músculo. Quando o salto vertical é realizado com frequência, a capacidade adaptativa e reparadora do tendão patelar pode ser excedida favorecendo o aparecimento de micro traumas cumulativos. Sendo assim, durante a aterrissagem do salto, a energia cinética gerada deve ser devidamente absorvida a fim de evitar o aparecimento dessas lesões, por isso é importante que as articulações (tornozelo, joelho e quadril) se flexionem de forma adequada favorecendo a dissipação da energia. Estratégias de aterrissagem, visando o equilíbrio entre as articulações serão essenciais para uma absorção eficiente do impacto. Técnicas inadequadas de salto-aterrissagem podem aumentar o valgo dinâmico na articulação do joelho e durante o pouso diminuir a dissipação da energia, resultando em mais estresse sobre a articulação do joelho e aumentando o risco de lesões (AERTS et al., 2013; BISSELING et al., 2008).

## **MECANISMO DE LESÃO NA PRÁTICA DE VOLEIBOL**

A fase de aterrissagem do salto tem sido associada a lesões como: fraturas de estresse, tendinopatia patelar (TP), síndrome de dor femoropatelar (SDFP), lesões no ligamento cruzado anterior (LCA) e entorses de tornozelo (AERTS et al., 2013). A lesão por sobrecarga com maior prevalência entre 40% a 50% em atletas de elite do voleibol é a TP, essa lesão

provoca redução no nível de jogo e uma longa interrupção de treinos e competições. (BISSELING et al., 2007; LOBIETTI et al., 2010)

Existem variados mecanismos que são responsáveis por causarem lesão. Na medicina desportiva, um sistema de classificação identifica sete mecanismos básicos de lesão: contato ou impacto, sobrecarga dinâmica, uso excessivo (*overuse*), vulnerabilidade estrutural, inflexibilidade, desequilíbrio muscular, crescimento rápido. No desporto considera-se dois tipos de lesão, que são classificados de acordo com a forma de apresentação e evolução clínica, sendo estas a lesão aguda e a lesão crônica. (SANTOS et. al., 2005).

## **TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO FERRAMENTA PREVENTIVA**

A termografia é um método não invasivo utilizado para medir a radiação térmica (calor) emitida pelo corpo ou partes deste, podendo ser utilizada para diagnóstico de lesões causadas pelo treinamento ou prevenção destas. Sabendo que as lesões em geral desencadeiam processos inflamatórios e admitindo que a inflamação gera calor em decorrência do aumento do metabolismo local, logo, o nível inflamatório pode ser avaliado por meio de gradientes de temperatura (TAN et al., 2009).

Visto que a termografia caracteriza-se por detectar pequenas variações (gradientes) de temperatura, as imagens termográficas mostram precocemente o início de um processo inflamatório, que ainda não apresentou sinais e sintomas clássicos (dor, calor e edema), atuando assim de forma preventiva (BRIOSCHI et al., 2007).

O treinamento de alto desempenho leva o sistema locomotor para a borda de seus limites fisiológicos e a termografia pode ser uma ferramenta de acompanhamento desse processo. Com relação aos tecidos corporais, podemos entender, de forma simplificada, que os músculos e órgãos internos são os locais de geração de calor; o sangue é o principal tecido responsável pela dissipação do calor e o tecido adiposo desempenha uma função de isolante térmico (NEVES; REIS, 2014).

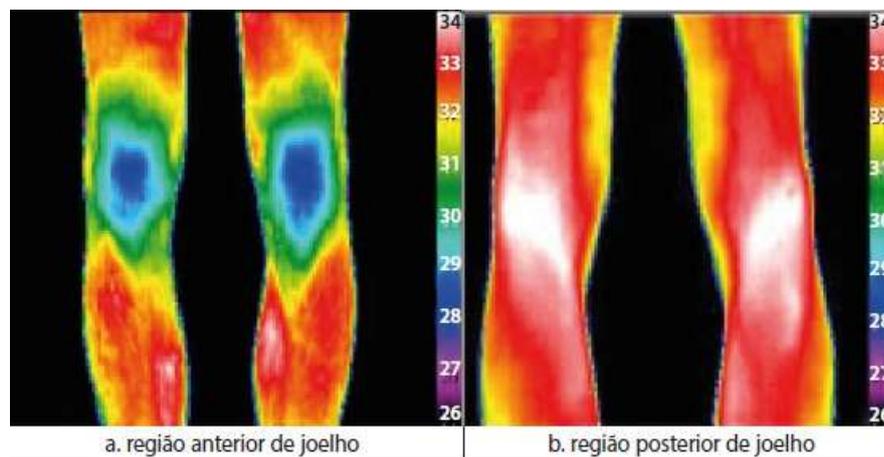
O diagnóstico neuromuscular é baseado na premissa da simetria do fluxo sanguíneo cutâneo entre os lados direito e esquerdo do corpo (GABRIEL et al., 2016).

UEMATSU (1976) foi o primeiro a estabelecer um protocolo definindo um termograma anormal. Ele definiu como anormalidade térmica 1°C de assimetria em 25% da área visualizada (dermatomo). Assim sendo, o mesmo critério foi expandido para incluir 1°C de assimetria em 25% da área do dermatomo cutâneo ou da área de distribuição nervosa.

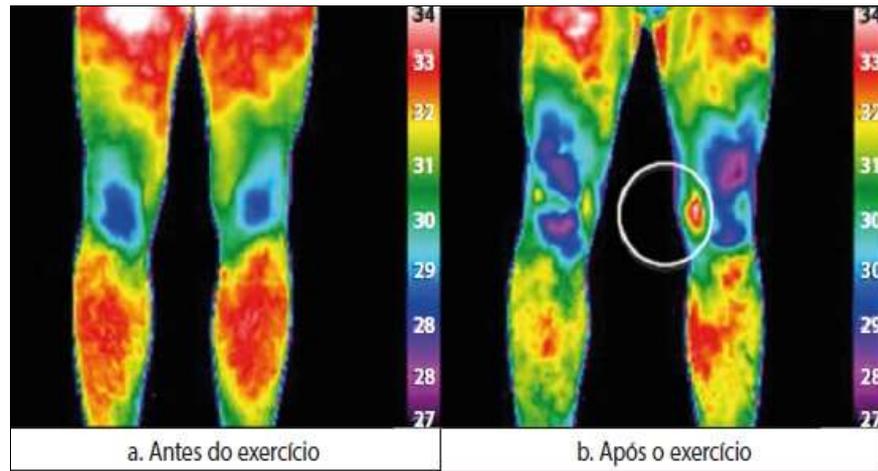
## AQUISIÇÃO DA IMAGEM TERMOGRÁFICA

A aquisição da imagem infravermelha requer cuidados que minimizem a interferência dos fatores biológicos (internos) e dos fatores ambientais (externos). O controle dos fatores biológicos é realizado por meio de orientações aos atletas avaliados, como por exemplo: não palpar, pressionar, esfregar ou coçar a pele em nenhum momento até que estivesse completado todo o exame termográfico. O controle dos fatores ambientais é realizado mantendo a temperatura e umidade da sala de avaliação em uma pequena faixa de variação (recomenda-se que a temperatura seja de  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa do ar de  $50\% \pm 10\%$ ). Devem-se evitar correntes de ar maiores do que  $0,2 \text{ m/s}$  (BANDEIRA, 2014).

## IMAGEM TERMOGRÁFICA COMPARATIVA DO JOELHO



**Figura 1.** Imagem termográfica comparativa do joelho. Simetria termográfica em joelhos saudáveis. Fonte: (CÔRTE; HERNANDEZ, 2016).



**Figura 2.** Imagem termográfica mostrando aumento da temperatura em região medial de joelho esquerdo. Fonte: (CÔRTE; HERNANDEZ, 2016).

As imagens termográficas acima e encontram em escala térmica pré-definida em 26° à 34°, sendo o método mais confiável, pois, nos permite usar um referencial dentro do campo de imagem, logo, a área de tons azul e roxa localizadas em maior evidencia próximo ao joelho, correspondem a estrutura óssea convexa e de pouca vascularização local, sendo, esta área considerada fisiologicamente uma área hiporradiante (CÔRTE; HERNANDEZ, 2016).

As áreas de tonalidade avermelhadas e brancas chamadas de hiperradiantes são aquelas com maior temperatura devido à elevação do fluxo sanguíneo podendo ser correlacionado com uma maior sobrecarga estrutural. Comodemonstrado na figura 2b, uma área avermelhada com seu interior branco. Porém, estruturas côncavas emitem mais radiação fisiologicamente, como demonstra a figura 1b, região posterior de joelho devido à anatomia patelar (CÔRTE; HERNANDEZ, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Quadro 1:** Artigos destacados para obtenção de resultados sobre propriocepção e termografia no voleibol.

AUTOR - ANO	OBJETIVOS	RESULTADOS
-------------	-----------	------------

<b>DUTTON, 2009.</b>	Revisar a literatura sobre as evidências científicas do tratamento de prevenção de lesões ocasionadas no Voleibol.	✓ Citou a propriocepção como uma ótima prevenção para prevenção de lesões agudas.
<b>REBELO; OLIVEIRA, 2008.</b>	Mostrar que o sistema proprioceptivo está “treinado” para reconhecer e responder mais rapidamente às situações de estresse.	✓ O treinamento proprioceptivo produz uma diminuição no tempo de reação dos atletas que se tornam mais hábeis para um melhor desempenho, tornando-se mais rápido e com movimentos inesperados utilizados no esporte.
<b>MCBAIN; SHRIER et al. 2012.</b>	Revisão bibliográfica relacionada a prevenção de lesões esportivas.	✓ Dentro dos programas que propõem alterações de treinamento como medida preventiva, as intervenções referentes à coordenação e ao equilíbrio, são as mais reportadas, seguidas pelas intervenções que promovem o aumento da força e potência muscular.
<b>HERMAN et al. 2012.</b>	Identificar a eficiência do treinamento proprioceptivo.	✓ Defendem o treinamento proprioceptivo como uma ferramenta preventiva de lesões, devido aos efeitos da melhora do senso de posicionamento e estabilidade articular e pelo desenvolvimento de reflexos articulares protetores.
<b>BALDAÇO et al. 2010.</b>	Avaliar os benefícios da fisioterapia preventiva, através do treino de propriocepção	✓ Exercícios de condicionamento neuromuscular e treinamento proprioceptivo podem ser utilizados como meio para a prevenção de lesões desportivas, sendo evidenciado que o treino reduz a incidência significativa de algumas lesões.

<p><b>FERREIRA et al. 2009.</b></p>	<p>Avaliar e comparar propriocepção entre atletas.</p>	<p>✓ A propriocepção é precursora do equilíbrio e da função adequada, e o equilíbrio é o processo pelo qual o centro de gravidade do corpo é controlado em relação à base de apoio, seja ela estacionária ou em movimento, sendo este capaz de neutralizar as forças que possam perturbar o desempenho do atleta.</p>
<p><b>PAIZANTE; KIRKWOOD, 2007.</b></p>	<p>Considerar a importância da propriocepção para a reabilitação.</p>	<p>✓ A propriocepção deve ser enfatizada no tratamento fisioterapêutico buscando aumentar a qualidade e a velocidade das respostas do aparelho neuromuscular, de modo que estimule sensibilidade e a reação com respostas rápidas e precisas.</p>
<p><b>CARLOS MARCELO PASTRE, 2003.</b></p>	<p>Importância do fornecimento de estímulos externos voltados a percepção.</p>	<p>✓ Necessidade de fornecer estímulos externos de desequilíbrio para aprimorar a função proprioceptiva de um indivíduo e, conseqüentemente, melhorar seu equilíbrio.</p>
<p><b>MAGALHÃES et al. 2010.</b></p>	<p>Perceber a tensão / força de um movimento gerado.</p>	<p>✓ Possibilitar o posicionamento da articulação e posição relativa de um membro no espaço, as quais são responsáveis pela justeza da coordenação motora, do controle postural, do equilíbrio e do controle automático do movimento.</p>
<p><b>HAN et al. 2014.</b></p>	<p>Importância da propriocepção para o rendimento desportivo</p>	<p>✓ A melhoria propriocepção tem impacto direto na performance desportiva e os déficits proprioceptivos estão associados a risco aumentado de lesão.</p>

<p><b>SEKULIC et al. 2013.</b></p>	<p>O efeito de um programa de treino funcional na agilidade e no equilíbrio.</p>	<p>✓ O equilíbrio é evidenciado como o preditor principal para a realização de movimentos laterais e oblíquos fazendo estes parte da definição de agilidade.</p>
<p><b>FERREIRA et al. 2009.</b></p>	<p>Comparar propriocepção entre atletas de futevôlei que treinam duas vezes por semana e cinco vezes por semana.</p>	<p>✓ O equilíbrio é capaz de neutralizar as forças que possam perturbar o desempenho do atleta. Estes fatores, associados com a atividade muscular preparatória, aumentam o nível de ativação muscular, antes da chegada da carga externa.</p>
<p><b>DOVER et al. 2003.</b></p>	<p>Propor um melhor conhecimento sobre exercícios proprioceptivos designados à prevenção das lesões do joelho na prática esportiva.</p>	<p>✓ Os exercícios proprioceptivos são uma parte integral do processo de reabilitação e talvez seja prudente o uso clínico na prevenção de lesões desportivas, pois os estudos realizados comprovaram que a prescrição destes exercícios melhora o senso de posição articular e evita que as lesões ocorram.</p>
<p><b>RODRIGUES, 2008.</b></p>	<p>Investigar quais as principais áreas de abrangência dos estudos com a propriocepção.</p>	<p>✓ Permite que o indivíduo estabeleça relações com o meio, fornecendo informações sobre a posição dos segmentos anatômicos e do padrão do movimento, sendo este um fator decisivo na correção gestual, da estabilidade dinâmica e da prevenção de lesões.</p>

<p><b>BANDEIRA; MOURA et al. 2012.</b></p>	<p>Verificar a viabilidade da aplicação da termografia no diagnóstico de lesões causadas pelo treinamento físico.</p>	<p>✓ Sugere a possibilidade da utilização em conjunto com a creatinafosfo-quinase, determinar a intensidade e a localização de lesões musculares pós-treino, uma vez que o citado marcador bioquímico não consegue determinar a localização anatômica da lesão muscular.</p>
<p><b>MORAIS; ARAÚJO et al. 2017.</b></p>	<p>Analisar as respostas termográficas provenientes dos esforços realizados por jovens atletas em uma partida simulada de voleibol</p>	<p>✓ Foram detectados aumentos significativos na temperatura dos músculos dos membros superiores (bíceps e tríceps) e inferiores (quadríceps e isquiotibiais) analisados ao final da partida.</p>
<p><b>YANG; PARK et al. 2014.</b></p>	<p>Identificar as mudanças de temperatura no paciente com lesão do ligamento colateral medial e determinar a aplicabilidade da termografia na avaliação das lesões ligamentares.</p>	<p>✓ Sugere que a termografia pode mostrar mudanças de temperatura, se um paciente tem uma lesão ligamentar e que pode ser aplicado na avaliação de uma lesão do ligamento colateral medial.</p>
<p><b>CÔRTE; HERNANDEZ, 2016</b></p>	<p>Descrever a aplicação termográfica infravermelha no esporte.</p>	<p>✓ Útil na triagem de atletas para lesões por sobrecarga e quantificação da carga de treino.</p>

Para ilustrar as possibilidades de aplicação da termografia no acompanhamento do treinamento desportivo, pode-se recorrer ao trabalho de Bandeira et al (2012), que embora tenha sido realizado com atletas de um time de futebol, pode ser correlacionada ao voleibol, pois os atletas foram divididos em dois grupos para realizarem trabalho aeróbico e de força, situações recorrentes em ambas as modalidades desportivas. Os autores concluíram que as imagens termográficas são úteis para, em conjunto com a creatina-quinase (CK), determinar a intensidade e a localização de possíveis lesões musculares pós-treino, e a obter imagens que indiquem quais grupamentos estão mais suscetíveis, a fim de possibilitar uma estratégia

preventiva contra o surgimento de lesões, uma vez que apenas a CK não consegue determinar a localização anatômica de lesões musculares.

Em 2016, Cortê et al. concluiu que, o uso da termografia pode proporcionar melhores resultados aos atletas por ser um instrumento na identificação de riscos e na prevenção de lesões, além de ser uma importante ferramenta no acompanhamento do treinamento esportivo, a partir da avaliação da quantificação da carga de trabalho.

No ano de 2017, Moraes et al. elaboraram um estudo afim de registrar as respostas termográficas dos esforços em atletas de voleibol. Onde participaram da pesquisa 17 jogadoras pertencentes a seleção Roraimense infanto-jovenil. Foram coletados termogramas do bíceps, tríceps, quadríceps e isquiotibiais das atletas antes e após a partida. Concluindo que uma partida de voleibol ocasiona alterações térmicas nos músculos, com maior concentração nos quadríceps. Considerando ainda, a termografia como um método que apresenta importante papel na mensuração e controle do desgaste físico em partidas de voleibol.

Yang et al (2014), realizaram registros termográficos de 20 pacientes com lesão do ligamento colateral medial do joelho, no Hospital de Medicina Coreana da Universidade de Sangji, entre setembro de 2012 e junho de 2014. Após coleta e análise de dados, concluíram que o resultado suporta a tese de que a termografia infravermelha pode ser usada como um instrumento de diagnóstico e preventivo de suporte para possíveis lesões de joelho, atribuindo o aumento de temperatura ao surgimento de lesões.

Em janeiro de 2018, Araújo et al. publicaram um trabalho com o objetivo de traçar o perfil termográfico dos membros inferiores em jovens ativos após sessão de treinamento pliométrico (TP). Participaram 27 universitários ativos, 14 homens e 13 mulheres. Registrou-se a temperatura dos membros inferiores, antes e após um protocolo de TP. Os resultados indicaram haver reduções significativas na temperatura do quadríceps, ísquiotibiais e gastrocnêmios para os homens e nas mulheres tibial anterior e gastrocnêmios pós TP.

Em 2013, Sekulic et al. Relata que, uma vez que a propriocepção está intimamente ligada ao controle postural, fluidez e coordenação de movimento, são vastos os estudos que relacionam a importância deste componente do sistema nervoso na realização de movimentos fundamentais como o andar, correr, saltar e a manutenção do equilíbrio.

Herman e colaboradores (2012), defendem o treinamento proprioceptivo como uma ferramenta preventiva de lesões, no qual o treinamento neuromuscular dinâmico, atua a estabilização articular, desequilíbrios musculares e biomecânica funcional, enquanto melhora a força de tecidos estruturais, promovendo assim a consciência de posicionamentos e movimentos articulares, velocidade e a detecção da força do movimento.

Em 2010, Magalhães et al. abordam que, além de perceber a tensão/força de um movimento gerado, os mecanorreceptores periféricos são de extrema importância para a propriocepção, e têm como função, atuar como conversores da carga mecânica imposta aos músculos esqueléticos e estruturas peri-articulares em impulsos aferentes, sendo esses, posteriormente integrados e interpretados pelo sistema nervoso central.

Ferreira, 2009 e Han et al. 2014, em seus estudos propuseram como objetivo analisar a propriocepção, visando uma melhora no desempenho desportivo, abordando as mesmas ideias, nas quais proporcionam maior equilíbrio ao atleta e conseqüentemente fazendo com que ocorra diminuição do risco de lesões.

Paizant (2007) e Dover (2003), abordam em seus estudos a importância do estímulo proprioceptivo na reabilitação motora, visando aumentar a qualidade, sendo de posição articular e precisão das respostas neuromusculares.

Carlos Marcelo Pastre (2003), cita a importância do fornecimento de fatores externos de desequilíbrio para que ocorra melhora nos estímulos sensorio motor, e assim uma melhora no desempenho, evitando possíveis lesões.

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se que o estímulo proprioceptivo para a prevenção de lesões se mostrou capaz de neutralizar forças que possam perturbar o desempenho dos atletas de alto rendimento, buscando aumentar a qualidade e a velocidade das respostas do aparelho neuromuscular, agindo como uma ferramenta de auxílio, tornando-os mais hábeis para a prática desportiva e melhor performance dos atletas de voleibol, conseqüentemente evitando lesões.

Além disso, a propriocepção vem sendo utilizada frequentemente não só como critério preventivo de lesões, mas também como reabilitação de lesões musculoesqueléticas, desta forma, a atuação do Fisioterapeuta é indispensável para que haja prescrição adequada dos exercícios proprioceptivos que visam neutralizar futuros déficits. A propriocepção proporciona maior estabilidade articular durante os movimentos desportivos, reduzindo então a incidência de lesões através do trabalho preventivo e melhorando assim a eficiência técnica do movimento nos atletas de voleibol.

Embora haja escassez de artigos referentes ao uso da termografia infravermelha voltada para a área anatômica do joelho, associada a propriocepção como forma preventiva, constatou-se que a termografia é um método utilizado na prevenção de lesões musculoesqueléticas, na análise da resposta metabólica pré e pós treino e no acompanhamento evolutivo do atleta através da identificação dos locais de maiores sobrecargas.

Portanto, são necessários novos estudos a fim de correlacionar o treinamento proprioceptivo preventivo e as respostas termográficas dos atletas de Vôlei, afim de minimizar o número de lesões na prática desportiva.

## REFERÊNCIAS

AERTS, I.; CUMPS, E.; VERHAGEN, E.; VERSCHUEREN, J.; MEEUSEN, R. A systematic review of different jump-landing variables in relation to injuries. , v. 53, n. 5, p. 509-519, 2013.

AGEL, J.; PALMIERI- SMITH, R.M.; DICK R.; WOJTYSS, E.M.; MARSHALL, S.W. Descriptive Epidemiology of Collegiate Women's Volleyball Injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surce System, 1988-1989 through 2003-2004. **Journal of Athletic Training**. Vol. 42. Num. 2. p. 295-302, 2007.

ALVES, P.H.M., SILVA, D.C.O., LIMA, F.C., PEREIRA, M.L., SILVA, Z. Lesão do ligamento cruzado anterior e atrofia do músculo quadríceps femoral, Biosci. J. Uberlândia, v.25, n.1, p.146-156. Review Article, 2009.

ARENA, S.S.; CARAZZATO, J.G. A relação entre o acompanhamento médico e a incidência de lesões esportivas em atletas jovens de São Paulo. **Rev. bras. de Med. Esporte**. Vol. 13. Num. 4. p. 217-221, 2007.

BAHR, R., e RESSER, J. Coaches Manual. Switzerland: FIVB, 2011

BALDAÇO FO, CADÓ VP, SOUZA J, MOTA CB, LEMOS JC. Análise do treinamento proprioceptivo no equilíbrio de atletas de futsal feminino. **Fisioterapia em Movimento**, 2010.

BANDEIRA F, NEVES EB, MOURA MAMd, NOHAMA P. A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. Vol. 20 (1):42-7, 2014.

BISELING, R.W., HOF, A.L., BREDWEG, S.W. ZWERVER, J. & MULDER, T. Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. **British Journal of Sports Medicine**. 41, 264-268, 2007.

BISSELING, R.W.; HOF, A. L.; BREDEWEG, S. W.; ZWERVER, J.; MULDER, T. Are the take-off and landing phase dynamics of the volleyball spike jump related to patellar tendinopathy **Br J Sports Med.**, v. 42, p. 483-489, 2008.

BRIOSCHI ML, YENG LT, Pastor EMH, TEIXEIRA MJ. Utilização da imagem infravermelha em reumatologia. **Rev Bras Reumatol** Vol. 47:42-51, 2007.

CAMACHO, S. P. et al. Assessment of the Functional Capacity of Individuals Submitted to Surgical Treatment after Tibial Plateau Fracture. **Revista ACTA Ortopédica Brasileira**, São Paulo, vol. 16, n. 03, p. 168-172, fev. 2008.

COHEN, M.; ABDALLA, R. J. Lesões nos esportes – Diagnóstico, prevenção e tratamento. São Paulo: Revinter, 2003.

**Comissão Brasileira de Arbitragem de Voleibol.** Regulamento – 2013/2016.

CÔRTE, ANA CAROLINA RAMOS; HERNANDEZ, ARNALDO JOSÉ. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 4, n. 22, p. 315-319, jul./ago, 2016.

D'ANGELO JG, FANTTINI CA. Anatomia humana sistêmica e segmentar. 3. ed. **São Paulo: Atheneu**; 2007.

DOMINGUES, MÁRCIO LP. Treino Proprioceptivo na Prevenção e Reabilitação de Lesões nos Jovens Atletas. **Motriz.**, vol.4, no.4, p.29-37 dez. 2008.

DOVER GC, KAMINSKI TW, MEISTER K, POWERS ME, HORODYSKI MB. Assessment of shoulder proprioception in the female softball athlete. **Am. J Sports Med.**, 31, pp. 431-437. 2003.

DUTTON, M. Fisioterapia ortopédica: exame, avaliação e intervenção. **São Paulo: Artmed, 2009.**

EERKES, K. Volleyball injuries. **Current Sports Medicine Reports.**, v.11, n. 5, p. 251-256, 2012.

FERREIRA LAB, ROSSI LAB, PEREIRA WM, VIEIRA FF, PAULA JR. AR. Análise da atividade eletromiográfica dos músculos do tornozelo em solo estável e instável. **Fisioter Mov**; 2009.

GABRIEL J. et al., **Termografia. Imagem Médica e Síndromes Dolorosas.** Lidel; Edição: 1ª 1 de dezembro de 2016.

GROSS, D; PEDRO, V; BÉRZIN F. **Análise Funcional dos Estabilizadores Patelares.** 2004.

GROSS, J. Exame Musculoesquelético. **São Paulo: Ed. Artmed, 2010.**

GUEDES, D. P; NETO, J. T. M; GERMANO, J. M; LOPES, V; SILVA, A. J. R. M. Aptidão física relacionada à saúde de escolares: programa fitnessgram. **Rev. Bras. Med. Esporte.** Vol. 18, N° 2 – Mar/Abr, 2012.

HAN, J., ANSON, J., WADDINGTON, G., & ADAMS, R. Sport attainment and proprioception. **International Journal of Sports Science & Coaching**; 2014.

HERMAN, K.; BARTON, C. MALLIARAS, P.; MORRISSEY, D. The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. **BioMed Central**. Vol. 10. Núm. 1. p.1-29, 2012.

HORTA, L. Prevenção de lesões no desporto. **Lisboa: Editorial Caminho** 2000.

LOBIETTI, R. FANTOZZI, S, STAGNI, R. & Coleman S. A biomechanical comparison of the jumping techniques in the volleyball block and spike. **In Proceedings of the 27th International Symposium on Sports**, 2009/ 2010.

MAGALHÃES, T., RIBEIRO, F., PINHEIRO, A., & OLIVEIRA, J. Warming-up before sporting activity improves knee position sense. *Physical Therapy in Sport*, 11(3), 86-90, 2010.

MARQUES, M. A. F., LEITE, J. M., GUERRA I. Identificação dos tipos de lesões no campeonato da II liga do interior de vôlei no estado do ceará. II congresso de Pesquisa e Inovação da rede norte de educação tecnológica, João Pessoa, 2007.

MCBAIN K, SHRIER I, SHULTZ R, MEEUWISSE WH, KLUGL M, GARZA D, et al. Prevention of sport injury II: a systematic review of clinical science research. **Br J Sports Med**. v. 46(3):174-9. PMID:21471144, 2012.

MERLA A, MATTEI PA, DI DONATO L, ROMANI GL. Thermalimaging of cutaneous temperature modifications in runners during graded exercise. **Ann Biomed Eng**. 38(1):158-63, 2010.

MORAIS, N. A. et al. Respostas termográficas dos esforços em atletas de voleibol. **Corpoconsciência**, v.21, n.2 (2017) 8-14, 2017.

NEVES EB, REIS VM. Fundamentos da termografia para o acompanhamento do treinamento desportivo. **RevUniandrade**. 15(2):79-86, 2014.

#### **OMS**

[http://actbr.org.br/uploads/arquivo/957\\_FactSheetAtividadeFisicaOMS2014\\_port\\_REV1.pdf](http://actbr.org.br/uploads/arquivo/957_FactSheetAtividadeFisicaOMS2014_port_REV1.pdf)

PAIZANTE GO; KIRKWOOD RN. Reeducação Proprioceptiva na lesão do ligamento cruzado anterior. **Rev. Meio Amb. Saúde**, 2(1):123135, 2007.

PASTRE CM. Lesões desportivas no atletismo: comparação entre informações obtidas em prontuários e inquéritos de morbidade referida. Dissertação. **FAMERP** São José do Rio Preto, 2003.

REBELO AN, OLIVEIRA J. Relação entre a velocidade, a agilidade e a potência muscular de futebolistas profissionais. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. 6(3):343, 2008.

RESSER, J., e BAHR, R. Handbook of Sports Medicine and Science - Volleyball. **Oxford: Blackwell Science**, 2003.

SANTOS SG, SILVA, ML. Magnitudes de impactos das cortadas e bloqueios associados com lesões em atletas de voleibol. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. Buenos Aires, v.10, n. 87, 2005.

SEKULLIC, D., SPASIC, M., MIRKOV, D., CAVAR, M., & SATTLER, T. Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 27(3), 802-811, 2013.

TAN J-H, NG EYK, ACHARYA UR, CHEE C. Infrared thermography on ocular surface temperature: A review. **Infrared Phys. Technol.** 52:97-108, 2009.

UEMATSU M. et al., Experimental study of the  $p$ ,  $V$ ,  $T$  properties of water for temperatures in the range 323.15 to 773.15 K and pressures up to 200 MPa. **Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Keio University**. Volume 8, Janeiro 1976, Pag.: 1-20.

YANG H, PARK H, LIM C, PARK S, LEE K. Infrared Thermal Imaging in Patients with Medial Collateral Ligament Injury of the Knee – A **Retrospective Study**. **Journal of Pharmacopuncture**. Volume 4, 2014.