

Bruno Lino Guedes da Costa

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A APLICAÇÃO DA FONOFRESE
COMO MÉTODO DE INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA NO CONTEXTO
DESPORTIVO**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2018

Bruno Lino Guedes da Costa

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A APLICAÇÃO DA FONOFRESE
COMO MÉTODO DE INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA NO CONTEXTO
DESPORTIVO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Fisioterapia Esportiva da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Fisioterapia Esportiva.

Orientador: Dr. Fabrício Anício de Magalhães

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2018

C837r Costa, Bruno Lino Guedes da
2018 Revisão bibliográfica sobre a aplicação da fonoforese como método de intervenção fisioterapêutica no contexto desportivo. [manuscrito] / Bruno Lino Guedes da Costa - 2018.
25 f., enc.: il.

Orientadora: Fabrício Anício de Magalhães

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 07-22

1. Fisioterapia esportiva. 2. Atletas – ferimentos e lesões. 3. Músculos. I. Magalhães, Fabrício Anício de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 615.8:796

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: n° 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

RESUMO

Fisioterapeutas esportivos, em sua prática clínica, contam com uma gama de recursos eletrotermoterápicos para os cuidados de atletas, como: a crioterapia, o laser, o ultrassom, a iontoforese e também a fonoforese. Na fonoforese, o ultrassom é usado para conduzir fármacos para o interior dos tecidos, sendo os analgésicos, antiinflamatórios esteróides e não-esteróides as drogas mais comumente utilizadas nesta técnica. A utilização dessa ferramenta como agente terapêutico pode ser de grande valia na clínica esportiva se o fisioterapeuta esportivo tiver uma boa compreensão do seu uso, de forma a conferir melhor qualidade e conforto aos atletas durante o tratamento, assim como menos efeitos colaterais. O presente estudo tem por objetivo investigar quais são as patologias que comumente têm sido abordadas com o uso da fonoforese, assim como as possíveis aplicações para a área esportiva. Foram realizadas buscas nos seguintes motores de pesquisa: PubMed, MEDLINE, SciELO, PEDro e Portal de Periódicos da CAPES, utilizando os seguintes termos: fonoforese, esporte, atletas e lesões musculoesqueléticas para a língua portuguesa e *Phonophoresis, Sports, e musculoskeletal injuries* para a língua inglesa. Foram incluídos os estudos que relacionavam, de maneira geral ao uso da fonoforese no contexto esportivo ou ao uso da fonoforese em patologias típicas ao desporto. Foram excluídos os estudos que não estivessem na íntegra, assim como os que não apresentaram desfecho acerca do uso da fonoforese. Dos 14 trabalhos incluídos neste estudo por apresentarem potencial uso da fonoforese no contexto esportivo, 9 envolveram ensaios clínicos, 3 revisões da literatura e 2 ensaios pré-clínicos que visavam desenvolvimento de fármacos para uso potencial na clínica esportiva. Apesar da grande maioria dos achados do presente estudo terem reportado bons resultados quanto ao uso da fonoforese como método de intervenção, foram encontrados poucos estudos que verificassem o uso da fonoforese exclusivamente no contexto esportivo. Também houve dificuldade na padronização das modulações para uso da fonoforese e para as variadas concentrações dos fármacos utilizados. Logo, mais pesquisas são necessárias exclusivamente dentro do âmbito esportivo, controlando melhor as variáveis supracitadas, afim de melhor elucidar a empregabilidade desta técnica no desporto.

Palavras-chave: Fonoforese. Técnicas fisioterápicas. Terapêutica. Recuperação.

ABSTRACT

In their clinical practice, sport physiotherapists rely on a range of electrotherapeutic resources for the care of athletes, such as: cryotherapy, laser, ultrasound, iontophoresis and also phonophoresis. In phonophoresis, ultrasound is used to deliver drugs into the tissues, with analgesics, steroid anti-inflammatories and non-steroids being the drugs most commonly used in the art. The use of this tool as a therapeutic agent can be of great value in the sports clinic if the sports physiotherapist has a good understanding of its use, in order to confer better quality and comfort to the athletes during the treatment, as well as fewer side effects. The present study aims to investigate the pathologies that have been commonly addressed with the use of phonophoresis, as well as the possible applications for the sports field. Searches were conducted in the following search engines: PubMed, MEDLINE, SciELO, PEDro and Portal of Periodicals of CAPES, using the following terms: phonophoresis, sports, athletes and musculoskeletal injuries for the Portuguese language and Phonophoresis, Sports, and musculoskeletal injuries for the English language. We included studies that related in general to the use of phonophoresis in the sporting context or to the use of phonophoresis in pathologies typical of sports. We excluded studies that were not in full, as well as those that did not present an outcome regarding the use of phonophoresis. Of the 14 studies included in this study, 9 involved clinical trials, 3 reviews of the literature and 2 preclinical trials aimed at the development of drugs for potential use in sports clinics. Although the vast majority of the findings of the present study reported good results regarding the use of phonophoresis as an intervention method, few studies were found to verify the use of phonophoresis exclusively in the sports context. There was also difficulty in standardizing the modulations for the use of phonophoresis and for the varied concentrations of the drugs used. Therefore, more research is needed exclusively within the sporting sphere, controlling better the aforementioned variables, in order to better elucidate the employability of this technique in sport.

Keywords: Phonophoresis. Physical therapy modality. Therapeutics. Athletic injuries.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Metodologia utilizada na seleção de trabalhos.....	12
Figura 2 - Distribuição total das amostras nos estudos, separados de acordo com o sexo.....	18
Figura 3 - Distribuição da preferência na utilização dos fármacos nos ensaios clínicos e pré-clínicos de acordo com o total de estudos.....	18
Figura 4 - Distribuição de frequências relativas das patologias abordadas.....	19
Figura 5 - Distribuição de frequências relativas da modulação para aplicação de fonoforese utilizada nos ensaios clínicos.....	19
Figura 6 - Distribuição de frequências relativas da eficácia da fonoforese (desfecho favorável ou não favorável em relação à eficácia) como tratamento nas disfunções musculoesqueléticas.....	20
Quadro 1 - Transmissão do Ultrassom por tipo de meio da Fonoforese.....	10
Quadro 2 - Trabalhos utilizados na revisão de literatura.....	15

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 METODOLOGIA	11
3 RESULTADOS.....	13
4 DISCUSSÃO... ..	21
5 CONCLUSÃO.	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

A saúde e a qualidade de vida dos indivíduos podem ser preservadas e otimizadas pela prática regular de atividades físicas (CARVALHO *et al.*, 1996). Com o aumento da prática esportiva, também se observa considerável elevação na incidência de lesões, apresentando várias causas, como a falta de preparação física e de orientação para o esporte (COHEN, 2003). No âmbito de garantir a longevidade dos atletas, a indicação terapêutica adequada da atividade física, assim como o próprio aumento do número de pessoas que querem usufruir seus benefícios, profissionais da área de fisioterapia esportiva têm priorizado cada vez mais os aspectos preventivos para tais práticas (FONTANA, 1999).

A fisioterapia esportiva é a área da fisioterapia que atua na prevenção, reeducação e tratamento de disfunções e/ou lesões oriundas à prática desportiva, desde os momentos iniciais até à completa reintegração dos praticantes para sua atividade (GIFD, 2000). Com intuito de conferir retorno seguro e otimizado, reduzir dor, inflamação e melhorar a função dos atletas que sofreram lesões musculoesqueléticas, os fisioterapeutas esportivos contam com uma gama de tratamentos, tais como: crioterapia, laser, estimulação elétrica, terapia de onda de choque extracorporal, ultrassom, iontoforese e também a fonoforese (BULLEY e DONAGHY, 2005; BOLIN, 2003).

Há anos o ultrassom vem sendo amplamente utilizado na fisioterapia esportiva como uma valiosa ferramenta terapêutica na reabilitação de inúmeras lesões, pois além de aliviar a dor (produzir analgesia), quando combinada com outras técnicas, atua na reparação de lesões de tecidos moles e distúrbios de origem inflamatória e/ou circulatória (PRENTICE, 2009).

A energia gerada pelo ultrassom produz tanto efeitos térmicos (liberando energia no modo contínuo) quanto atérmicos (modo pulsado), sendo o primeiro efeito responsável por aumentar o fluxo sanguíneo regional e a extensibilidade dos tecidos moles - diminuindo a dor e espasmo muscular, e o segundo interferindo direto na alteração do metabolismo celular de forma influir nas vias inflamatórias, otimizando a formação de colágeno e estimulando o reparo tecidual por fibroblastos - influí diretamente na cicatrização de feridas (BOLIN, 2003). A penetração de energia ultrassônica nos tecidos corpóreos depende de vários fatores: potência (dada por watts/cm² da área do cabeçote transdutor); frequência (1 – 3MHz), sendo a

profundidade inversamente proporcional à frequência. Sendo assim lesões superficiais (1 – 2 cm de profundidade) são tratadas com 3MHz e as mais profundas (4-6 cm) tratadas com 1MHz (BOLIN, 2003; FONTOURA 2007).

A combinação do uso do ultrassom com a administração de fármacos para o transporte destes através da pele é denominada fonoforese (PETERSON, 2002; RAO e NANDA, 2009). O primeiro relato na literatura acerca da utilização clínica dessa técnica data dos anos 50 em que Fellingner e Schmid (1954) descrevem o uso da hidrocortisona, um fármaco da classe dos anti-inflamatórios esteroides, como agente de acoplamento, para tratamento da poliartrite dos dedos da mão. A partir de então, muito se tem discutido e estudado a respeito da técnica com o intuito de esclarecer as melhores formas de uso da mesma (KOEKE, 2003).

Na fonoforese, o ultrassom é usado para conduzir a aplicação de uma formulação tópica de um fármaco para o interior dos tecidos. A principal e talvez a sua mais importante vantagem é que o fármaco pode ser distribuído através de uma técnica segura, indolor e não invasiva (CICCONE *et al.*, 1991). Os medicamentos mais comumente administrados através da fonoforese são os anti-inflamatórios esteróides (cortisol e dexametasona) e não-esteroides (salicilatos) e ou analgésicos (PRENTICE, 2009) como a lidocaína que é um anestésico local, inibidor de canais de sódio (Na⁺) (RANG e RITTER, 2016).

A utilização dessa ferramenta como agente terapêutico pode ser extremamente seletiva se o fisioterapeuta esportivo tiver uma boa compreensão dos seus efeitos sobre os tecidos biológicos e dos mecanismos físicos pelos quais esses efeitos são produzidos (PRENTICE, 2009). A fonoforese tem sido usada em tratamentos de pacientes com várias desordens inflamatórias, inclusive bursite, tendinite e neurite (HOGAN *et al.*, 1982), patologias comuns ao contexto esportivo (BOLIN, 2003). Pesquisadores observaram resultados variados com relação aos benefícios terapêuticos da fonoforese no alívio da dor e melhora da amplitude de movimento, quando foi usada para tratar epicondilite lateral nas condições osteoartíticas (SALIBA *et al.*, 2007). NAKHOSTIN e BOHLOOLI (2014) relataram significativa redução dos sintomas de dor lombar crônica com base nos questionários de *McGill*, *Ronald-Morris* e *Modified Oswestry*, quando usado fonoforese com azeite virgem em atletas do sexo feminino. SINGH *et al.* (2002) observaram em seu estudo com corredores que a fonoforese pode ser usada clinicamente para diminuir a dor e inflamação na canelite (*shin splints*) quando associada ao uso de diclofenaco de

sódio (1%). Nakhostin *et al.* (2016) observaram melhorar expressiva da dor e rigidez no compartimento anterior de joelhos de atletas femininas utilizando fonoforese à base de piroxican e azeite virgem. CICCONE *et al.* (1991) verificaram em seu estudo que o uso de fonoforese com trolamina pode ajudar a controlar os sintomas da dor muscular tardia - condição à qual praticantes de atividade física ou esportistas e, até mesmo indivíduos sedentários, já experimentaram alguma vez na vida (TRICOLI, 2001).

Muitos fármacos utilizados em algumas das desordens inflamatórias supracitadas compreendem duas principais classes: os anti-inflamatórios não esteroidais e os esteroidais. Os primeiros, tais como, aspirina (ácido acetilsalicílico), ibuprofeno, naproxeno, indometacina, diclofenaco são administrados quase que predominantemente por via oral e seu uso crônico inibe várias prostaglandinas, o que acarreta diversos efeitos adversos graves, compreendendo: inibição da agregação plaquetária, aumento da pressão arterial sistêmica, diminuição do fluxo sanguíneo renal e diminuição da citoproteção gástrica (BATLOUNI, 2010). Os derivados da cortisona, por exemplo, por terem mecanismo de ação diretamente no DNA, acarreta quando administrado cronicamente, redistribuição da gordura corporal, catabolismo e anabolismo de proteínas. Apesar das duas classes serem muito utilizadas com intuito de propor analgesia aos pacientes, outras vias de administração são mais visadas, as quais acarretam menos efeitos adversos sistêmicos (RANG e RITTER, 2016).

Os anti-inflamatórios não esteroidais (AINES) em comprimido têm sido usados de forma excessiva no tratamento de lesões esportivas traumáticas e por *overuse*, que devia a sua ação sistêmica, estão associados à risco de várias complicações como insuficiência renal, irritações gastrointestinais e úlceras seguidas de sangramento (BOLIN, 2013; VAILE e DAVIS, 1998). Em contrapartida, a fonoforese apresenta algumas vantagens em relação aos anti-inflamatórios orais ou injetáveis, pois seu efeito é local e não sistêmicos, de forma a diminuir ou eximir efeitos colaterais sistêmicos, além de não sobrecarregar o fígado, uma vez sendo este órgão responsável por metabolizar várias dessas drogas (RICOLDY *et al.*, 2010; RAO e NANDA, 2009). O quadro 1 descreve sucintamente uma lista das capacidades de transmissão de vários meios da fonoforese comercialmente disponíveis.

Quadro 1. Transmissão do Ultrassom por tipo de meio da Fonoforese.

PRODUTO	TRANSMISSÃO EM RELAÇÃO À ÁGUA (%)
MEIOS QUE TRANSMITEM BEM O ULTRASSOM	
Lidex® gel, fluocinonide 0,05% ^a	97
Thera-Gesic® pomada, metil salicilato 15% ^b	97
Óleo mineral ^c	97
US gel ^d	96
US solução	90
Betametasona 0,05% em US gel ^d	88
MEIOS QUE TRANSMITEM POBREMENTE O ULTRASSOM	
Diprolene® pomada, betametasona 0,05% ^g	36
Hidrocortisona (HC) pó 1% ^b em US gel ^d	29
HC pó 10% ^b em US gel ^d	7
Pomada de Cortril®, HC 1% ⁱ	0
Eucerein® creme ^j	0
HC creme 1% ^k	0
HC creme 10% ^k	0
HC creme 10% ^k misturado 1:1 (g/g) ao US gel ^d	0
Myoflex® creme, trolamina salicilato 10% ⁱ	0
Acetonida de triancinolona creme 0,1% ^k	0
Velva HC creme 10% ^b	0
Velva HC creme 10% ^b com peso igual ao US gel ^d	0
Petrolatum ^m branco	0
OUTROS	
Chempad-L® ⁿ	68
Invólucro de polietileno® ^o	98

Fonte: PRENTICE (2009)

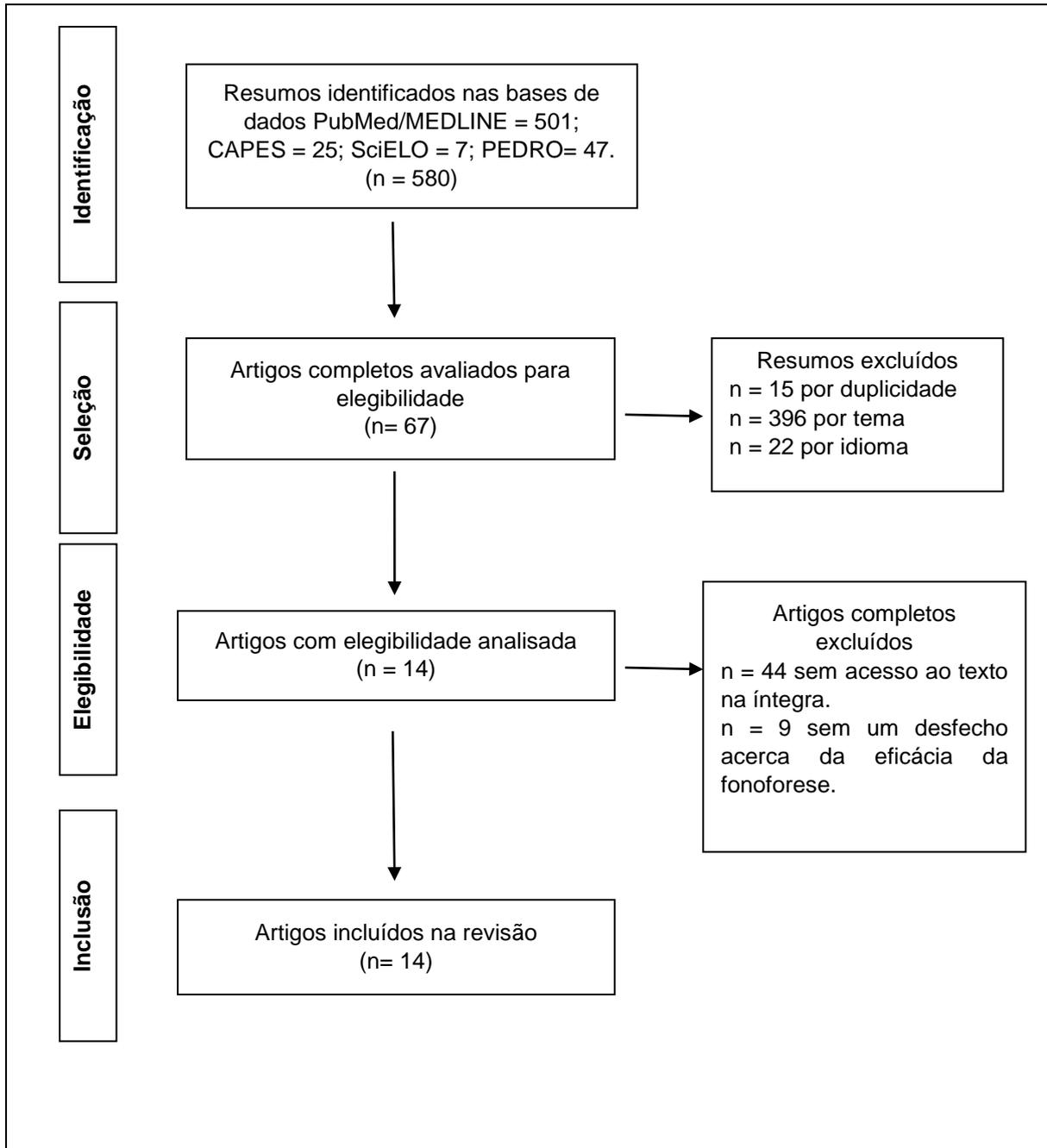
Sendo assim, movido pela hipótese da fonoforese poder ser utilizada pelo fisioterapeuta esportivo como importante recurso no tratamento das lesões musculoesqueléticas, em detrimento aos AINES/corticóides (injetáveis/comprimidos) comumente utilizados no meio esportivo, e que por sua vez podem acarretar diversos danos colaterais ao atleta, o presente estudo tem por objetivo investigar quais são as patologias que comumente tem sido abordadas com o uso da fonoforese, assim como as possíveis aplicações para a área esportiva.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada por revisão bibliográfica da literatura científica, sendo as buscas feitas nos seguintes motores e bases de dados: PubMed/MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online); SciELO (Scientific Electronic Library Online), PEDro (Physiotherapy Evidence Database) e Portal de Periódicos da CAPES. As palavras chave utilizadas foram fonoforese, esporte, atletas e lesões musculoesqueléticas para a língua portuguesa e *Phonophoresis*, *Sports*, e *musculoskeletal injuries* para a língua inglesa. Não houve restrição quanto ao ano de publicação e quanto ao tipo de estudo para a seleção dos artigos, apenas limitou-se o idioma para inglês e português.

Na primeira base de dados (PubMed/MEDLINE), inicialmente fez-se uma busca simples: "phonophoresis"[MeSH Terms] OR "phonophoresis"[All Fields]; logo após foi feita nova busca nesta mesma base combinando termos (("phonophoresis"[MeSH Terms] OR "phonophoresis"[All Fields]) AND ("sports"[MeSH Terms] OR "sports"[All Fields])) AND (musculoskeletal[All Fields] AND ("injuries"[Subheading] OR "injuries"[All Fields] OR "wounds and injuries"[MeSH Terms] OR ("wounds"[All Fields] AND "injuries"[All Fields]) OR "wounds and injuries"[All Fields])). No Portal de Periódicos da Capes foi utilizado o termo "fonoforese" refinado aos idiomas inglês e português, além de usado a opção "expandir meus resultados". Para o portal SciELO o descritor "fonoforese" [Todos os índices]. E na plataforma PEDro "*Phonophoresis*" na pesquisa simples. Logo depois ainda na plataforma PEDro utilizando a pesquisa avançada os termos "*phonophoresis*" em "*abstract e tilte*" AND "*sports*" no campo "*subdiscipline*".

A seleção dos artigos foi realizada a partir da leitura do título e resumo, sendo incluídos os estudos que relacionavam, de maneira geral ao uso da fonoforese no contexto esportivo ou ao uso da fonoforese em patologias típicas que acometem o meio esportivo. Foram excluídos estudos, que mesmo abordando os critérios acima não estivessem na íntegra, assim como também estudos que mesmo falando sobre a utilização da fonoforese no contexto esportivo, não apresentasse um desfecho acerca de sua utilização (favorável ou não favorável para eficácia da fonoforese).

Figura 1: Metodologia utilizada na seleção de trabalhos da presente revisão.

3 RESULTADOS

Na primeira base de dados (PubMed/MEDLINE) através de uma “busca simples” foi utilizado apenas o descritor em língua inglesa “*phonophoresis*”. Desta pesquisa inicial, 501 trabalhos foram encontrados. Após ler os resumos/abstracts dos respectivos trabalhos, optou-se por fazer uma “busca avançada”, combinando o descritor anterior a novos descritores e especificar o uso da fonoforese no contexto desportivo. Dentre os resultados, visto que novas tecnologias estão sendo utilizadas, comparando eficácias de diversos fármacos, tanto no âmbito clínico, quanto pré-clínico, nesta segunda busca, ainda no PubMed/MEDLINE acrescentaram-se os descritores: “*sports*” e “*musculoskeletal injuries*” para direcionar a pesquisa ao tema de estudo proposto. De 501 resultados, 26 atenderam à nova busca, e destes, apenas três continham a combinação dos três descritores, todos abordando a temática revisada. Portanto, foram selecionados. No Portal de Periódicos da Capes, através da busca com o termo: “*fonoforese*” foram encontrados 25 trabalhos. Utilizando o mesmo descritor no SciELO, sete trabalhos foram encontrados e na plataforma PEDro 47 trabalhos foram encontrados utilizando o termo “*phonophoresis*” na pesquisa simples, sendo que ainda em PEDro fora utilizando a pesquisa avançada com os termos “*phonophoresis*” AND “*sports*” no campo “*subdiscipline*”, retornando apenas nove artigos (a princípio na plataforma PEDro foi considerada a pesquisa simples no intuito de averiguar artigos que poderiam abordar patologias típicas do esporte, mesmo não estando diretamente ligados à experimentos exclusivamente desportivos).

Do total pesquisado nos quatro bancos de dados, foram excluídos trabalhos encontrados simultaneamente em um ou mais bases de dados e foram selecionados apenas trabalhos que continham o uso de fonoforese no contexto desportivo, com exceção de dois trabalhos. Estes abordam o contexto da fonoforese em ensaios pré-clínicos, e possuem fármacos com enorme potencial terapêutico de pesquisa com ensaios clínicos já programados (segundo os autores). Acreditando ser relevante ao tema proposto, optou-se por incluir esses dois estudos. A metodologia de busca está resumida esquematicamente na Figura 1.

Sendo assim os descritores para pesquisa em língua inglesa foram: *phonophoresis*, *sports*, e *musculoskeletal injuries*. E para a pesquisa em português, foram utilizados os descritores: *fonoforese*; *esporte*; *atletas*; *lesões*

musculoesqueléticas. O quadro 2 aborda os principais trabalhos utilizados na revisão e os principais resultados estão apresentados nas figuras 2 a 7.

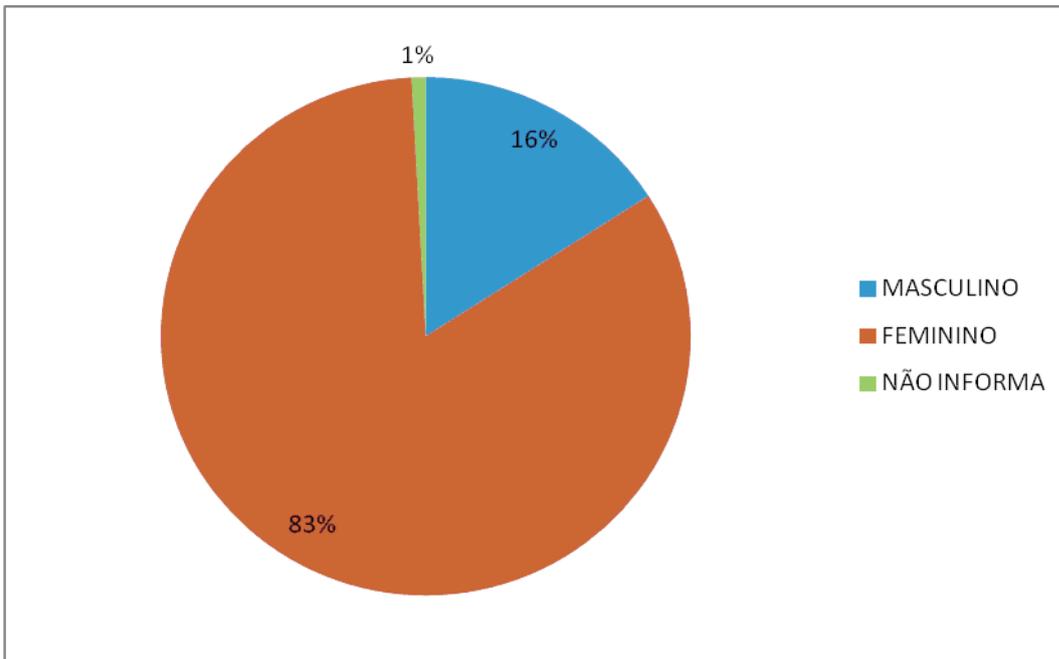
Quadro 2:Trabalhos utilizados na revisão de literatura

Referência	Tipo de estudo	Amostra/população	Principal (is) fármaco(s)	Principais patologias	Modulação ultrassom frequência (MHz) e intensidade (W/cm ²)	Considerações
Gurney, AB, Wascher D, Schenck R. <i>et al.</i> (2011). Sports Phys.	Ensaio clínico randomizado controlado	21 pessoas (13 mulheres, 8 homens)	Acetato de Hidrocortisona	Inflamação em tecidos conectivos de forma geral	Modo contínuo 1MHz, 1W/cm ²	Avalia a capacidade de absorção do acetato de hidrocortisona utilizando a fonoforese pelo tecido conjuntivo humano. (Desfecho: A fonoforese não auxiliou na absorção)
Cicccone CD, Leggin BG, Callamaro JJ (1991). Physical Ther.	Ensaio clínico controlado	40 mulheres	Salicilato de Trolamina	Dor muscular de início tardio	Modo contínuo 1MHz, 1,5W/cm ²	Determina os efeitos do ultrassom e da fonoforese utilizando um agente anti-inflamatório na dor de início tardio. (Desfecho: a fonoforese foi indicada para dor muscular tardia)
Heim, B. (2006). International Journal of Pharm.	Ensaio clínico controlado	11 pessoas (8 homens e 5 mulheres)	Diclofenaco, lidocaína, bupivacaina e dexametasona.	Condições inflamatórias musculoesqueléticas gerais.	Modo contínuo e pulsado 1MHz, de 0,8 a 1,2W/cm ²	Avalia os benefícios da utilização da iontoforese e fonoforese para aumento da permeação de fármacos anti-inflamatórios esteroides e não esteroides no tratamento de lesões relacionadas a prática esportiva. (Desfecho: A fonoforese foi indicada como valiosa adição para tratamento de lesões esportivas).
Antich TJ, Celeste CR, WestbrookRA, <i>et al.</i> (1986). The Journal of Orthop.	Ensaio clínico controlado	53 pessoas	Hexadrol e xilocaína.	Lesões de joelho	Não reportou	Avalia o tratamento de lesões no joelho de pacientes utilizando quatro modalidades diferentes: gelo, fonoforese, iontoforese e o contraste ultrassom/gelo. (Desfecho: a fonoforese foi inferior nesta condição quando comparada a outras modalidades terapêuticas).
Ricoldy DS, Botura ACC, Oda JY, <i>et al.</i> (2010). Acta Scient.	Ensaio pré-clínico	Não se aplica	Derivado de calêndula, ainda em estudo pré-	Lesão muscular experimental induzida	Modo contínuo 3MHz, 0,4W/cm ²	Avalia a eficácia do ultrassom, da fonoforese e a influência da aplicação tópica do gel da <i>Calendula</i>

			clínico.			<i>officinalis</i> na recuperação experimental em ratos. (Desfecho: A fonoforese se apresentou eficaz em lesões musculares).
Rao R, Nanda S. (2009). Journal of Pharm.	Revisão da Literatura	Não se aplica	Salicilatos e corticosteroides	Lesões musculares difusas	Não se aplica	Discute novos avanços na utilização da sonoforese (fonoforese) nas últimas duas décadas e ressalta os desafios para que essa técnica se torne cada vez mais utilizada. (Desfecho: verificou que a fonoforese é promissora para aumentar a permeação de drogas nos tecidos).
Bolin DJ (2003). Current Sports Med.	Revisão da Literatura	Não se aplica	Salicilatos e corticoesteroides	Dor muscular tardia, epicondilite, tenossinovite	Não se aplica	Revisa as principais terapias nas lesões musculoesqueléticas mais comuns com o intuito de reduzir a dor e inflamação. (Desfecho: A fonoforese tem embasamento para tratar lesões musculares).
Klaman MD, Shrader JA, Danoff JV. <i>et al.</i> (1998). Med Sci Sports Exerc.	Ensaio clínico randomizado duplo-cego	49 pacientes	fluocinonide topical solution	Lesões musculares em joelhos, membros inferiores e coluna vertebral.	Modo contínuo 1MHz, 1,5W/cm ²	Determina se a resposta à dor após a fonoforese difere da resposta à dor depois do ultrassom (isolado). (Desfecho: Fonoforese não apresentou benefícios em relação ao ultrassom sozinho).
Junior LCH, Lopes AD.CES (2013) Movimiento y Sal.	Revisão de literatura	Não se aplica	Não se aplica	Tendinopatias e lesões femoropatelares	Não se aplica	Revisa as principais lesões musculoesqueléticas relacionadas à prática de corrida e apresenta propostas de tratamento fisioterápico para as mesmas, dentre elas, o uso da fonoforese. (Desfecho favorável).
Fontoura, HS. (2007). Universidade de Bras.	Ensaio pré-clínico	Não se aplica	Gel de Arnica, ainda em estudo pré-clínico	Lesão muscular experimental induzida	Modo pulsado 1MHz, 0,5W/cm ²	Estudo <i>pré-clínico</i> que avalia as propriedades anti-inflamatórias da arnica associada ao uso da fonoforese no tratamento de lesões musculares.

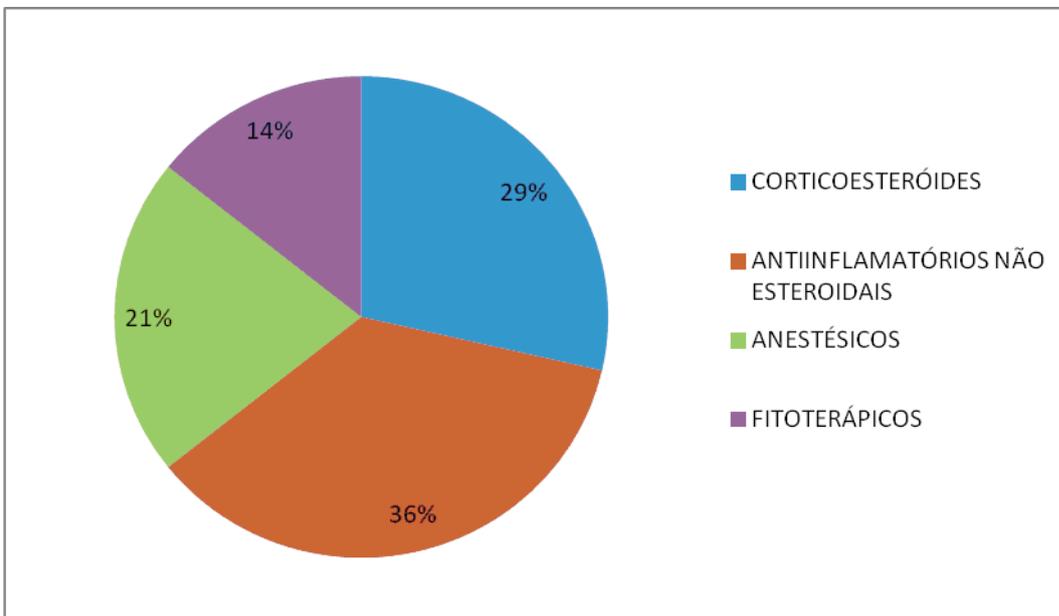
						(Desfecho: A fonoforese foi eficaz em lesões musculares).
Rosim GC, Barbieri CH, Lanças FM <i>et al.</i> (2005). <i>Ultrasound in Med.</i>	Ensaio clínico controlado	14 pessoas (10 mulheres e 4 homens)	Diclofenaco sódico (AINE)	Não se aplica	Não reportou	Investigar a influência da fonoforese com diclofenaco sódico como gel tópico em 14 voluntários humanos ao longo de dois meses. (Desfecho: com a fonoforese o fármaco tem sua permeação aumentada).
Luksurapan W, Boonhong J. (2013). <i>Archives of Physical Med.</i>	Ensaio clínico, randomizado duplo-cego	46 pessoas (45 mulheres e 1 homem)	Piroxicam	Osteoartrite de joelho	Modo contínuo 1MHz, 1,0W/cm ²	Comparar os efeitos da fonoforese utilizando o piroxicam e o ultrassom em pacientes com leve-moderada osteoartrite sintomática no joelho. (Desfecho: a fonoforese foi indicada para o tratamento da osteoartrite de joelho).
Durmus D, Alayli G, Goktepe AS <i>et al.</i> (2013). <i>Rheumatol Int.</i>	Ensaio clínico, randomizado controlado	60 mulheres	Salicilatos	Lesões musculares na coluna lombar	Não reportou	Investigar e comparar os efeitos da fonoforese e o ultrassom em terapias que envolvem dor, força muscular do tronco, performance de caminhada, mobilidade da coluna vertebral e qualidade de vida em pacientes com dor lombar crônica. (Desfecho: a fonoforese foi eficaz no tratamento, mas não superior ao US sozinho).
Lake DA, Wofford NH. (2011). <i>Sports Heal.</i>	Revisão da Literatura	37 (21 mulheres e 16 homens)	Derivados do ácido acetil salicílico e esteróides.	Lesões musculares difusas (joelho, coluna lombar)	Não se aplica	Determinar a eficácia de modalidades terapêuticas para pacientes com Síndrome Patelofemoral incluindo fonoforese, iontoforese e outras. (Desfecho: A fonoforese não possui embasamento suficiente para ser usada nesta disfunção de forma isolada).

Figura 2: Distribuição total das amostras de acordo com o sexo.



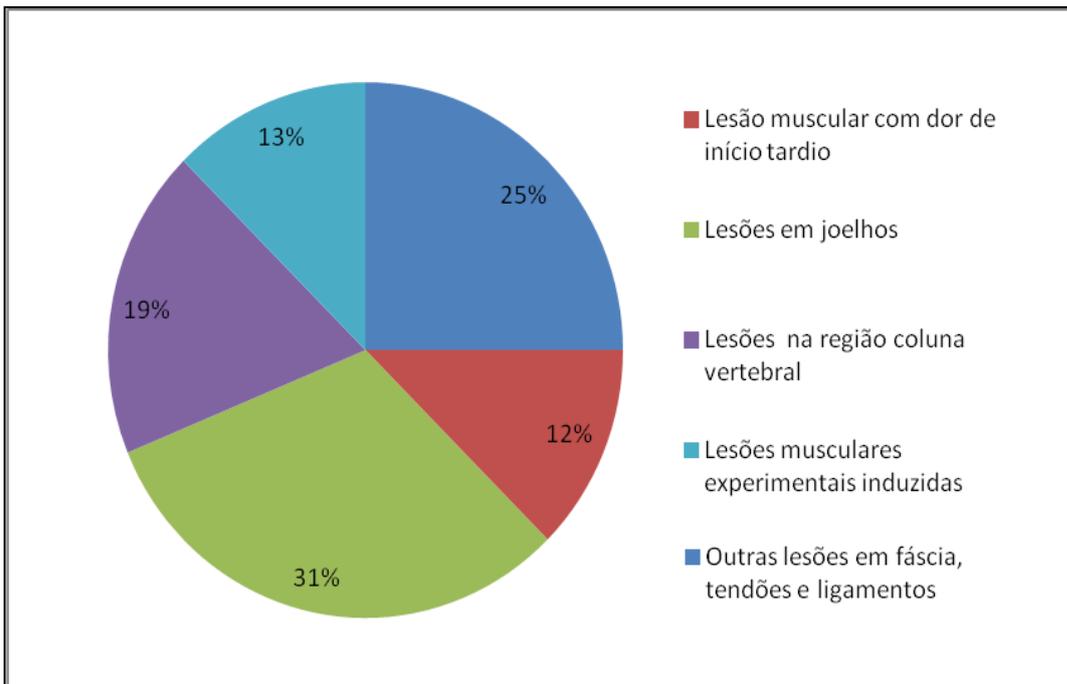
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 3: Distribuição da preferência na utilização dos fármacos.



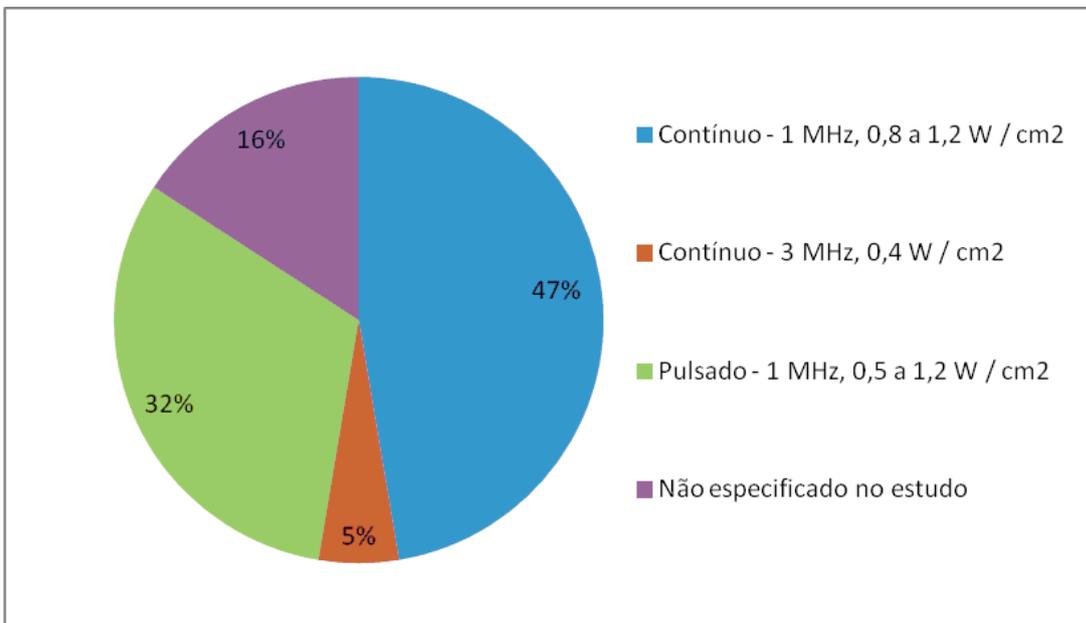
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 4: Distribuição de frequências relativas das principais patologias abordadas.



Fonte: Elaborado pelo autor

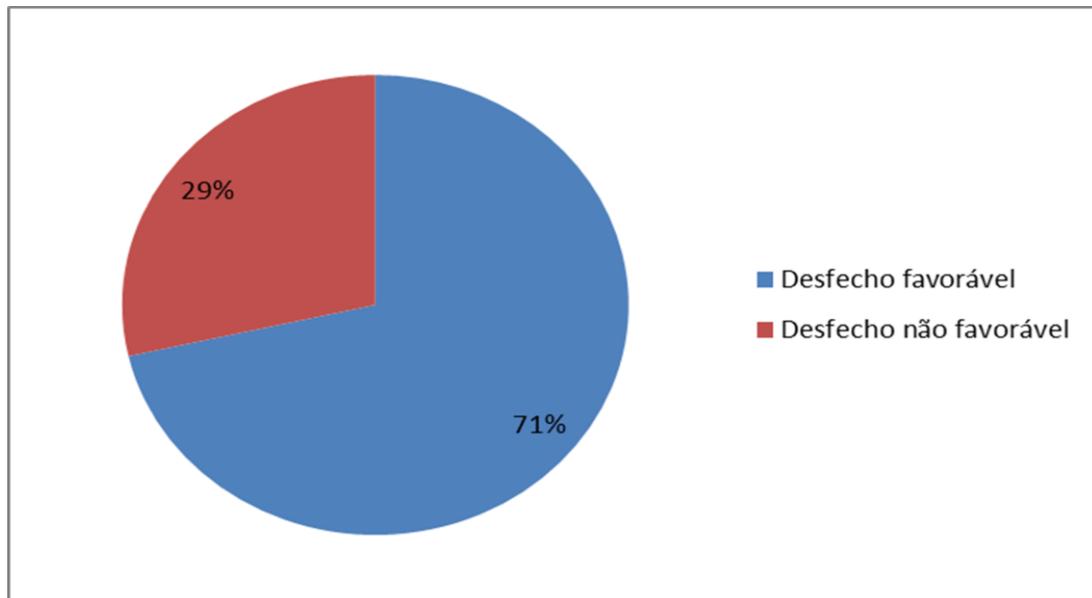
Figura 5: Distribuição de frequências relativas da modulação para aplicação de fonoforese.



* Frequência (MHz)/ intensidade (W/cm²)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 6: Distribuição de frequências relativas da eficácia da fonoforese como tratamento nas disfunções musculoesqueléticas.



Fonte: Elaborado pelo autor

4 DISCUSSÃO

O objetivo do presente trabalho foi de verificar na literatura o potencial uso da fonoforese no contexto esportivo, visando otimizar o tratamento e retorno dos atletas para prática esportiva de forma mais segura e com menos exposição a efeitos colaterais derivados dos tratamentos medicamentosos por via oral/injetável, de forma a incrementar as possibilidades de intervenção pelo fisioterapeuta esportivo. Não foram encontrados muitos trabalhos que utilizassem a fonoforese exclusivamente no contexto esportivo. Logo a presente revisão incluiu 14 estudos, sendo admitidas tipologias como ensaios clínicos, revisões e ensaios pré-clínicos que abordassem o uso da fonoforese em patologias típicas do esporte ou que demonstrasse pesquisas promissoras para uso futuro da fonoforese na clínica esportiva.

A população descrita foi basicamente de homens e mulheres (figura 2), atletas e não atletas, sendo as mulheres em maior frequência (83%, figura 2). Em um ensaio clínico para avaliar a eficácia da fonoforese na dor muscular de início tardio, Ciccone *et al.* (1991) determinaram a seleção apenas para indivíduos do sexo feminino a fim de eliminar quaisquer possíveis diferenças relacionadas ao gênero na percepção da dor muscular. Os demais ensaios do presente estudo não justificaram a determinação do gênero para pesquisa. Levando em conta a preocupação de Ciccone *et al.* (1991) em selecionar gênero devido a possíveis diferenças de percepção de dor, logo observa-se ser válido tal condição para dar mais qualidade aos estudos, uma vez que o mesmo tratamento por fonoforese pode ser mais ou menos eficaz para um sexo em detrimento ao outro, devido a tais possíveis diferenças de percepção de dor, além de outras diferenças biológicas e anatômicas.

Os fármacos mais utilizados na presente revisão foram os salicilatos e o diclofenaco, pertencentes à classe de anti-inflamatórios não esteroidais (figura 3). Fato corroborado por Alves *et al.* (2003), afirmando em seu estudo que o diclofenaco tem sido usado como fármaco da fonoforese em cerca de 92% das clínicas da cidade de Natal e mais 90% nas clínicas da cidade do Rio de Janeiro. HEIM (2006) também afirma que na clínica esportiva Canadense é muito comum o uso de fonoforese com diclofenaco (ou em preparações com bupivacaína a 1% no tratamento de pequenos traumas agudos. Segundo Batlouni (2010), os anti-inflamatórios não esteróides como salicilatos e diclofenaco têm sido os

medicamentos mais comumente prescritos pela clínica médica em todo mundo, mesmo envolvendo uma gama de efeitos colaterais quando usados por via oral. Logo se percebe a necessidade de mais intervenções no mundo desportivo que confirmam mais qualidade ao tratamento dos atletas com o mínimo de efeitos deletérios a sua saúde. Para isso Ciccone *et al.* (1991) investigaram o efeito da fonoforese utilizando um creme à base de salicilato de trolamina na dor muscular de início tardio (DMIT) e observaram que tal intervenção diminui a DMIT quando comparados com os grupos controle. Corroborando, Rosim *et al.* (2004) realizou um ensaio clínico utilizando fonoforese com diclofenaco sódico na região dorsal dos voluntários, observando em seus resultados que a adição do ultrassom à aplicação do fármaco aumentou de forma significativa os níveis plasmáticos da droga, logo concluindo que a fonoforese facilita a penetração transcutânea de diclofenaco sódico na forma de gel tópico.

Para as patologias mais abordadas nesta revisão tratadas a partir do uso de fonoforese (figura 4), observou-se destaque para dor no joelho (31%), seguida das inflamações gerais em tecidos conectivos – tendinites e tenossinovites (25%). Fato de grande valia ao se observar que coincidem com as lesões mais comuns na corrida de rua citados por Junior e Lopes (2013): inflamações da fásia plantar, síndrome da banda iliotibial, síndrome do estresse medial da tibia, dor femoropatelar, tendinopatias do tendão calcâneo e tendão patelar, levando em conta que corrida é um dos esportes mais difundidos no Brasil e no mundo (VAN MIDDELKOOP *et al.* 2008). Para Rodrigues e Silva (2007) o joelho é sem dúvida a articulação mais exposta dos desportistas, levando em conta que os ligamentos e meniscos estão susceptíveis a violentas ações, enquanto pesquisavam incidência de lesões de joelho em jogadores de futebol profissional. Logo se percebe grande potencial de se aplicar as informações acerca de tratamento por fonoforese do presente estudo na clínica esportiva, apesar de nem todos os estudos estarem diretamente ligados ao esporte, mas sim às patologias comumente encontradas no contexto esportivo.

Foram observadas nesta revisão uma grande variedade de modulações, frequências e intensidades utilizadas na fonoforese pelos ensaios clínicos, assim como também autores que não reportaram a regulagem utilizada. O modo contínuo foi o mais utilizado nos presentes ensaios clínicos (figura 5). Dentre a grande variedade de frequência-intensidade encontrados para o modo contínuo, a de 1 MHz

variando de 0,8 a 1,2 W/cm² foi a mais utilizada pelos pesquisadores – 47% (figura 5). Regulagem em fonoforese também utilizada por Luksurapan e Boonhong (2013), verificando em seu estudo que o uso de fonoforese com modulação contínua à 1MHz e 1,0 W/cm² com a droga piroxicam gel 0,5%, foi eficaz na redução da dor em pacientes com osteoartrite de joelhos de grau leve e moderados, além de não observarem nenhum efeito colateral após o tratamento. Corroborando Heim (2006) durante um estudo de caso, verificou que diclofenaco a 8% usado por fonoforese com modo contínuo à 1MHz e 1,0 W/cm², reduziu dor na articulação acromioclavicular de seu paciente, assim como também melhora expressiva na funcionalidade durante os testes no exame clínico. Em contrapartida, Gurney *et al.* (2011) relatou em seu experimento que a fonoforese executada em modo contínuo à 1MHz e 1,0 W/cm² não aumentou a absorção da hidrocortisona 10% em relação ao uso tópico sem ultrassom, na região medial do joelho em pacientes que utilizaram o semitendinoso para reconstrução de LCA. Logo se observa a enorme variedade de associações de modulações de fonoforese, além varias associações a diferentes fármacos, presumindo a necessidade de padronização para melhor verificar sua eficácia nos tratamentos.

Quanto à eficácia da fonoforese, foi verificado nesta revisão que 71% dos artigos obtiveram um desfecho favorável no tratamento de lesões musculoesqueléticas (figura 6). Contudo na maioria das discussões e conclusões os autores sugerem mais pesquisas com critérios de padronização mais rígidos, uma vez terem achado outras evidencias na literatura que contrariam seus resultados. Fato apreciado por Luksurapan e Boonhong (2013) que concluem seu estudo discorrendo acerca da necessidade de efetuar mais estudos para esclarecerem quais parâmetros do ultrassom e condição de fármacos são mais eficientes para aumentarem a difusão e absorção das drogas pelos tecidos, uma vez terem achado algumas evidências contrarias aos seus resultados na literatura. Fato também observado por Heim (2006), ao discorrer sobre a importância do engajamento dos profissionais da saúde como médicos, farmacêuticos, treinadores e terapeutas para estabelecerem os melhores parâmetros de tratamento, tanto do Ultrassom quanto dos medicamentos, visando maior sucesso nas intervenções. Gurney *et al.* (2011) ainda vai além ao atribuir essa variedade de achados encontrados na literatura, a diferença de drogas permeadas pelos estudos, tecido alvo verificado (tendão, nervo, músculo...) e também às propriedades dérmicas das espécies (humanos, ratos,

suínos...). Finalizando, Rao e Nanda (2009) verificam que a terapia medicamentosa mediada por ultrassom tem imenso futuro, contudo ainda necessita de mais pesquisas, uma vez que a maior parte dos ensaios foram conduzidos de forma bastante subjetiva e não quantitativa, além de não apresentar parâmetros ultrassônicos (frequência intensidade e modo) padronizados quando aplicados em determinado tecido.

Apesar da grande maioria dos achados do presente estudo terem reportado bons resultados quanto ao uso da fonoforese como método de intervenção, foram encontrados poucos estudos que verificassem o uso da fonoforese exclusivamente no contexto esportivo, tendo que partir para uma exploração também de patologias típicas do desporto. Mesmo expandindo a busca dessa forma, fora observado enorme variedade de modulações para uso da fonoforese, assim como tipos de fármacos e suas concentrações, fato que acaba gerando divergência na literatura e dificuldade para aferir a verdadeira eficácia e valia desta técnica nas proposições analisadas. Outro fato impactante deste estudo foi a limitação para língua portuguesa e inglesa na busca dos estudos, sendo que uma busca mais ampla em outros idiomas poderia ter contribuído para resultados mais conclusivos.

Logo, mais pesquisas são necessárias exclusivamente dentro do âmbito esportivo, controlando e padronizando as modulações de ultrassom para fonoforese, as drogas permeadas e suas concentrações, assim como também os tecidos alvo para melhor elucidar a resolutividade desta técnica, uma vez ter apresentado potenciais resultados nas intervenções musculoesqueléticas descritas, visando a obtenção de mais uma ferramenta para conferir maior conforto e qualidade ao tratamento dos atletas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o presente estudo ter objetivado encontrar a potencial aplicação da fonoforese no âmbito esportivo, poucos trabalhos que relacionassem diretamente o uso desta intervenção ao contexto desportivo (seja uso amador, recreativo ou profissional), foram encontrados na literatura. A dificuldade de padronização das modulações para fonoforese, dos fármacos e concentrações utilizadas, assim como o tecido alvo, dificultam o consenso acerca de sua utilização na literatura.

No presente estudo o uso da fonoforese foi verificado principalmente no sexo feminino (83%), sendo as lesões em joelho o principal foco de estudos (31%), também valendo ressaltar que 71% apresentaram desfecho favorável acerca da eficácia da fonoforese para as patologias musculoesqueléticas típicas do desporto analisadas. Portanto parece que a fonoforese é um método de intervenção fisioterapêutica que positivamente pode contribuir para reabilitação funcional de atletas.

Sendo assim, mais pesquisas são necessárias utilizando exclusivamente o desporto, controlando e padronizando as modulações ultrassônicas, tecidos alvo para tratamento, tipos de drogas e suas devidas concentrações, no âmbito de conferir melhor qualidade às pesquisas e observar a resolutividade das patologias decorrentes da prática esportiva a partir do uso da fonoforese.

REFERÊNCIAS

- ANTICH, T. J. *et al.* Physical therapy treatment of knee extensor mechanism disorders: comparison of four treatment modalities. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 8, n. 5, p. 255-259, 1986.
- BASS, ALAN L. **Injuries of the Lower Limb in Football: Injuries of the Leg in Football and Ballet.** 1967.
- BATLOUNI, MICHEL. Anti-inflamatórios não esteroides: efeitos cardiovasculares, cérebro-vasculares e renais. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**, v. 94, n. 4, p. 556-63, 2010.
- BOLIN, DELMAS J.; MD, P. Transdermal approaches to pain in sports injury management. **Current Sports Medicine Reports**, v. 2, n. 6, p. 303-309, 2003.
- BRASILEIRO, J.S.; ALVES, T.C.; ESCÓSSIA, C.C. Análise da transmissibilidade ultra-sônica de medicamentos utilizados na prática da fonoforese. **Revista Brasileira de fisioterapia.** São Carlos, v.7, n.2, p.139-144, maiago, 2003.
- BULLEY C. & DONAGHY M. Sports physiotherapy competencies: the first step towards a common platform for specialist professional recognition. Professional issues. **Physical Therapy in Sport**, 2005.
- BYL, NANCY N. The use of ultrasound as an enhancer for transcutaneous drug delivery: phonophoresis. **Physical therapy**, v. 75, n. 6, p. 539-553, 1995
- CARVALHO, T. de *et al.* Posição oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: atividade física e saúde. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, v. 2, n. 4, p. 79-81, 1996.
- CICCONE, Charles D.; LEGGIN, Brian G.; CALLAMARO, John J. Effects of ultrasound and trolamine salicylate phonophoresis on delayed-onset muscle soreness. **Physical therapy**, v. 71, n. 9, p. 666-675, 1991.
- COHEN, M.; ABDALA, R.J. **Lesões no esporte: diagnóstico, prevenção e tratamento.** Rio de Janeiro: Revinter, 2003.
- DRAPER, DAVID O. *et al.* A comparison of temperature rise in human calf muscles following applications of underwater and topical gel ultrasound. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 17, n. 5, p. 247-251, 1993.
- DURMUS, DILEK *et al.* Is phonophoresis effective in the treatment of chronic low back pain? A single-blind randomized controlled trial. **Rheumatology international**, v. 33, n. 7, p. 1737-1744, 2013.
- DYSON, M. Mechanisms involved in therapeutic ultrasound. **Physiotherapy**. v.73, n.3, p. 116-120, 1987.

DYSON, M.; LUKE, D. A. Induction of mast cell degranulation in skin by ultrasound. *IEEE Transactions and Ultrasonics. Ferroelectrics, and Frequency Control*. UFFC-v.33, p.194, 1986.

FONTANA, R.F. O papel da fisioterapia da performance do atleta. *Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo*, v.6 (Supl. Esp.), p. 79, 1999.

FONTOURA, HUMBERTO DE SOUSA. **Influência das atividades antiinflamatórias da arnica (*Lychnophora ericoides*) no tratamento de lesões musculares através do uso da fonoforese**. 2010.

GRUPO DE INTERESSE EM FISIOTERAPIA NO DESPORTO (GIFD). **Associação Portuguesa de Fisioterapeutas** 2000. Disponível em: [http://www.apfisio.pt/gifd/media/Docs/mod_interv_ft_desp.pdf]. Acesso em Maio 2013.

GURNEY, A. BURKE *et al.* Absorption of Hydrocortisone Acetate in Human Connective Tissue Using Phonophoresis. *Sports health*, v. 3, n. 4, p. 346-351, 2011.

HEIM, BOB. Transdermal administration of anti-inflammatory medications in sports injuries: use of iontophoresis and phonophoresis to enhance delivery. *International journal of pharmaceutical compounding*, v. 10, n. 1, p. 14, 2006.

HESPANHOL JUNIOR LC, LOPES, AD. Reabilitação das principais lesões relacionadas à corrida. *CES Movimento y Salud*, v.1, n.1, p.19-28, 2013.

HOGAN, R. D. *et al.* The effect of ultrasound on microvascular hemodynamics in skeletal muscle: effect on arterioles. *Ultrasound in Medicine & Biology*, v. 8, n. 1, p. 45-55, 1982.

KARATAY, S.; AYGUL, R.; MELIKOGLU, M. A. *et al.* The comparison of phonophoresis, iontophoresis and local steroid injection in carpal tunnel syndrome treatment. *Joint Bone Spine*, v.76, p.719-21, 2009.

KLAIMAN, MARK D. *et al.* Phonophoresis versus ultrasound in the treatment of common musculoskeletal conditions. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 30, n. 9, p. 1349-1355, 1998.

KOEKE, PAULO UMENO. **Estudo comparativo da eficácia da fonoforese, do ultra-som terapêutico e da aplicação tópica de hidrocortisona no tratamento do tendão de rato em processo de reparo tecidual**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LAKE, DAVID A.; WOFFORD, NANCY H. Effect of therapeutic modalities on patients with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Sports Health*, v. 3, n. 2, p. 182-189, 2011.

LOPES, ALEXANDRE DIAS; JUNIOR, LUIZ CARLOS HESPANHOL. Reabilitação das principais lesões relacionadas à corrida. *CES Movimento y Salud*, v. 1, n. 1, p. 19-28, 2013.

LUKSURAPAN, WANWADEE; BOONHONG, JARIYA. Effects of phonophoresis of piroxicam and ultrasound on symptomatic knee osteoarthritis. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 94, n. 2, p. 250-255, 2013.

NAKHOSTIN-ROOHI B, KHOSHKHAHESH F, BOHLOOLI S. Effect of virgin olive oil versus piroxicam phonophoresis on exercise-induced anterior knee pain. **Avicenna Journal of Phytomedicine**, v.6, n.5, p.535-541, 2016.

PARDINI, A. G.; SOUZA, J. M. G. **Clínica ortopédica: traumatologia do esporte**. 2004.

PETERSON TM, SIEGEL RJ. **Ultrasound-enhanced chemotherapy**. US Patent 6308714, 30 October 2001.

PRENTICE, WILLIAM E. **Modalidades terapêuticas em medicina esportiva**. Editora Manole Ltda, 2009.

RANG, H. P.; RITTER, J. M. **Farmacologia**. 8 ed. Editora Elsevier, 2016.

RAO, REKHA; NANDA, SANJU. Sonophoresis: recent advancements and future trends. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 61, n. 6, p. 689-705, 2009.

RICOLDY DS, BOTURA ACA, Oda JY, Takemura OS. Efeito do ultrassom associado ao gel de calêndula sobre a atividade reparadora em lesões musculares experimentais. **Acta Scientiarum Health Sciences**, v.32, n.2, p.135-40, 2010.

ROBERTS D. Transdermal drug delivery using iontophoresis and phonophoresis. **Orthopaedic Nursing**, v.18, p.50-4, 1999.

RODRIGUES, PEDRO FILIPE; SILVA, MARIA RAQUEL. **Incidência de lesões no joelho em jogadores de futebol profissional**. 2007.

ROSIM, GIOVANA C. *et al.* Diclofenac phonophoresis in human volunteers. **Ultrasound in Medicine and Biology**, v. 31, n. 3, p. 337-343, 2005.

SALIBA S, MISTRY DJ, PERRIN DH, GIECK J, WELTMAN A. Phonophoresis and the Absorption of Dexamethasone in the Presence of an Occlusive Dressing. **Journal of Athletic Training**. v.42, n.3, p.349-354, 2007.

SINGH A, SETHY GB, SANDHU JS, SINHA AG. A comparative study of the efficacy of iontophoresis and phonophoresis on the treatment of shin splint . **Physiotherapy** n. 1, p. 17– 20, 2002.

TRICOLI V. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. **Revista Brasileira Ciência do Movimento**, v.9, p.39-44, 2001.

VAILE J, DAVIS P. Topical NSAIDs for musculoskeletal conditions. A review of the literature. **Drugs** v.56, p.783–799, 1998.

VAN GENT, BOBBIE RN *et al.* Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. **British journal of sports medicine**, 2007.

VAN MIDDELKOOP, Marienke *et al.* Risk factors for lower extremity injuries among male marathon runners. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 18, n. 6, p. 691-697, 2008.

WOODMANSEY, A.; COLLINS, D. H.; ERNST M. M. Vascular reactions to the contrast bath in rheumatoid arthritis. **Lancet** p.23350-1353, 1938.