



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - UEPB  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA  
CURSO DE FISIOTERAPIA**

**FERNANDA KARINA ALEXANDRE BARBOSA**

**A UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS ELETROTHERMOTERAPÊUTICOS NO  
TRATAMENTO DAS ÚLCERAS DIABÉTICAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

**CAMPINA GRANDE – PB  
2014**

**FERNANDA KARINA ALEXANDRE BARBOSA**

**A UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS ELETROTHERMOTERAPÊUTICOS NO  
TRATAMENTO DAS ÚLCERAS DIABÉTICAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à parte das exigências para obtenção do grau de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Ciro Franco de Medeiros Neto.

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Vitória Regina Quirino de Araújo.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

B238u      Barbosa, Fernanda Karina Alexandre.  
A utilização dos recursos eletrotermofototerapêuticos no  
tratamento das úlceras diabéticas [manuscrito] : uma revisão de  
literatura / Fernanda Karina Alexandre Barbosa.– 2013.  
29 f. : il.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) –  
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e  
da Saúde, 2014.

“Orientação: Prof. Dr.   Ciro Franco de Medeiros Neto,  
Departamento de Fisioterapia”.

1. Úlceras. 2. Diabetes. 3. Fisioterapia. I. Título.

21. ed. CDD 615.82

FERNANDA KARINA ALEXANDRE BARBOSA

**A UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS  
ELETROTÉRMOFOTOTERAPÊUTICOS NO TRATAMENTO DAS  
ÚLCERAS DIABÉTICAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

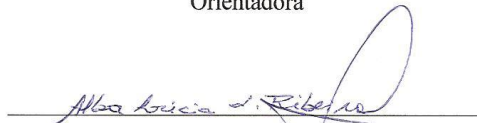
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado, na modalidade de artigo científico, ao departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba como requisito para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Aprovado em 11/02/2014.

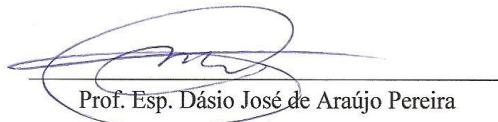
Banca Examinadora



Prof.ª Dra. Vitória Regina Quirino de Araújo  
Orientadora



Prof. Esp. Alba Lúcia da Silva Ribeiro  
Examinadora



Prof. Esp. Dásio José de Araújo Pereira  
Examinador

## A UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS ELETROTERMOFOTOTERAPÊUTICOS NO TRATAMENTO DAS ÚLCERAS DIABÉTICAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

BARBOSA, Fernanda Karina Alexandre. <sup>1</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** explanar as evidências científicas sobre os recursos eletrotermofototerapêuticos nas úlceras diabéticas. **Métodos:** a busca de publicações sobre as intervenções por eletrotermofototerapia nas úlceras diabéticas realizou-se nas bases de dados Scielo, Pubmed, PEDro e Google Acadêmico. Foram selecionados estudos experimentais dos últimos cinco anos em língua inglesa e portuguesa. A análise dos resultados fez-se por meio de revisão dos conteúdos. **Resultados:** 10 estudos foram revisados na íntegra, sendo identificadas intervenções com laser (n=4), LEDs (n=2), laser combinado com ultravioleta C (UVC) (n=1), estimulação elétrica combinada com infravermelho (n=1), microcorrentes (n=1) e terapia por ondas de choque (n=1). O método e o tempo das intervenções variaram amplamente, além da carência na descrição de parâmetros na utilização dos recursos eletrotermofototerapêuticos. Houve resultados satisfatórios na maioria dos estudos quanto à cicatrização das úlceras diabéticas. **Conclusão:** Generalizações dos resultados, reações adversas e doses de tratamento das úlceras diabéticas com eletrotermofototerapia ainda são restritas. Encontraram-se estudos com diversas modalidades terapêuticas, porém não há consenso sobre os recursos eletrotermofototerapêuticos e os parâmetros mais adequados para acelerar o processo de cicatrização das úlceras diabéticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Diabetes. Úlceras. Tratamento. Fisioterapia.

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)  
E-mail para contato: fernandakarina@live.com

## 1 INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) caracteriza-se por hiperglicemia crônica decorrente do comprometimento na produção e/ou utilização de insulina. Configura-se como um problema de saúde pública em ascensão, apresentando elevada morbimortalidade e alto índice de complicações que geram consequências de cunho econômico, social e psicológico, além da diminuição da qualidade de vida dos doentes e seus familiares (BARROS et al., 2012; CISNEROS, 2010).

As estimativas mais recentes indicaram que em 2013 cerca de 382 milhões de pessoas no mundo (a maioria entre 40 e 59 anos) são diabéticas. Cerca de 80% vivem em países de

renda média e baixa, onde quatro em cada cinco pessoas vivem com diabetes. Se essas tendências continuarem, até 2035, cerca de 592 milhões de pessoas, ou um adulto em cada 10, terão a doença. Isso equivale a aproximadamente três novos casos a cada 10 segundos, ou cerca de 10 milhões por ano. Os aumentos mais importantes serão nas regiões onde as economias em desenvolvimento são predominantes (IDF, 2013). No período entre 2010 e 2030, haverá um aumento de 69 % no número de adultos com diabetes em países em desenvolvimento e um aumento de 20 % nos países desenvolvidos (SHAW et al., 2010).

Com 175 milhões (46%) de casos atualmente não diagnosticados, uma grande quantidade das pessoas diabéticas irá desenvolver progressivamente complicações das quais não estão cientes. Muitas pessoas não diagnosticadas em grande parte permanecem nesta condição porque há poucos sintomas durante os anos iniciais de diabetes tipo 2, ou os sintomas podem não ser reconhecidos como sendo relacionados ao diabetes. O atraso no diagnóstico do DM corrobora com o estabelecimento de doenças micro e macrovasculares, tais como retinopatias, nefropatias, neuropatias, que podem causar alterações de sensibilidade, entre outras complicações, podendo levar a ulcerações e, por consequência, até mesmo à amputação de membros (IDF, 2013; SILVA et al., 2012).

O pé diabético se constitui em uma das complicações do DM e guarda relação com o tempo de duração dessa doença. É definido como infecção, ulceração e ou destruição dos tecidos profundos associados a anormalidades neurológicas e vários graus de doença vascular periférica nos membros inferiores. É uma das mais devastadoras complicações crônicas do DM, em função do grande número de casos que evoluem para amputação (TAVARES et al., 2009; ALMEIDA et al., 2013). Segundo o Consenso Internacional sobre Pé Diabético (2001), a prevalência de úlceras nos pés nos países desenvolvidos foi estimada em 4 a 10% dos indivíduos diabéticos. Aproximadamente 40% a 60% das amputações não traumáticas de membros inferiores ocorrem nesses indivíduos, sendo que 85% dessas são precedidas de úlceras nos pés, e o trauma externo causador de quatro em cada cinco dessas úlceras.

O impacto socioeconômico do pé diabético é grande, incluindo gastos com tratamentos, internações prolongadas e recorrentes, incapacitações físicas e sociais, perda de emprego e produtividade. Para o indivíduo, traz repercussão em sua vida pessoal, afetando sua autoimagem, sua autoestima e seu papel na família e na sociedade, e, se houver limitação física, pode ocorrer isolamento social e depressão (COELHO; SILVA; PADILHA, 2009; REZENDE et al., 2008).

Diante da problemática que as úlceras trazem à saúde dos pacientes, como porta de entrada para microorganismos, aumentando a morbimortalidade destes indivíduos bem como

prolongando sua estada em ambiente hospitalar e diminuindo a qualidade de vida, faz-se necessária a prática de medidas profiláticas e curativas para esta condição. Os recursos eletrotermofototerapêuticos utilizados na fisioterapia são apontados como uma das formas de tratamento para tal, de maneira efetiva e de baixo custo, não desmerecendo os cuidados preventivos que devem ser prestados aos pacientes de risco e pela equipe multidisciplinar treinada (SILVESTRE; HOLSBACH, 2012).

Cresce, portanto, não somente na área da fisioterapia, a necessidade de se conhecer, pesquisar e comprovar métodos de terapia que ajudem a melhorar e normalizar a cicatrização de lesões cutâneas crônicas, auxiliando o indivíduo acometido na busca de condições e expectativas de convivência melhores (GONÇALVES; PARIZOTTO, 1998). Desta forma, em vista da necessidade de maior esclarecimento sobre as possibilidades terapêuticas da fisioterapia no tratamento das úlceras diabéticas, esta revisão bibliográfica tem como objetivo explicar estudos sobre os recursos eletrotermofototerapêuticos nestas úlceras quanto ao desenho metodológico, amostra, modalidades terapêuticas utilizadas, características das intervenções e os respectivos resultados.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

De acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes (2011), DM não é uma única doença, mas um grupo heterogêneo de distúrbios metabólicos crônicos e degenerativos, caracterizado por hiperglicemia crônica com alterações do metabolismo dos carboidratos, proteínas e gorduras, resultante de defeitos na secreção ou ação da insulina ou de ambas. Na maioria dos países, o diabetes tem aumentado em conjunto com as rápidas mudanças cultural e social (SBD, 2009; IDF, 2013).

Considerando-se a região das Américas do Sul e Central estima-se que 24,1 milhões de pessoas, 8% da população adulta, tem diabetes. Em 2035, espera-se que ocorra um aumento em quase 60 % para cerca de 38,5 milhões. O Brasil é considerado o primeiro país em número de pessoas com diabetes, sendo diagnosticado cerca de 11,9 milhões de diabéticos no ano 2013. Nesse ano, houve 226 mil mortes, ou 11,6% de todas as mortes na região, atribuíveis ao diabetes entre os adultos. Mais da metade (56%) das mortes ocorreram em pessoas com idade superior a 60 anos, e mais em homens (121 mil) em comparação com as mulheres (105 mil). O Brasil teve, de longe, o maior número de mortes, com 122 mil, mais da metade de todas as mortes por diabetes na região (IDF, 2013).

O número de indivíduos diabéticos está aumentando devido ao crescimento e ao envelhecimento populacional, à maior urbanização, à crescente prevalência de obesidade e sedentarismo, bem como à maior sobrevivência do paciente com DM. O DM está associado a complicações que comprometem a produtividade, a qualidade e expectativa de vida dos pacientes. Além disso, acarreta altos custos para seu controle metabólico e tratamento de suas complicações (BONA et al., 2010; CBD, 2000).

A despesa com a saúde global de diabetes e prevenção de complicações totalizou pelo menos 548 bilhões de dólares em 2013. Em 2035, é esperado que esse número ultrapasse 627 bilhões de dólares. Em 2013, gastou-se uma média estimativa de 1437 dólares por pessoa com diabetes em todo o mundo no tratamento e controle da doença. Estes custos não são distribuídos uniformemente por idade. Estimativas mostram que 75% foram para as pessoas entre 50 e 79 anos de idade (IDF, 2013).

Um grave problema de saúde em indivíduos com DM são as ulcerações nos pés. Pessoas com diabetes podem desenvolver problemas nos pés, como resultado de danos aos nervos e vasos sanguíneos. Uma lesão, inicialmente simples, pode levar a perdas funcionais e culminar em perda do membro ou mesmo óbito. Vários fatores estão envolvidos no desenvolvimento das úlceras em pés de indivíduos com diabetes: neuropatia, doença vascular periférica, limitação de movimento articular, transtornos tróficos da pele e distribuição anormal de forças mecânicas nos pés. Esses problemas podem facilmente levar a ulceração e infecção, o que aumenta o risco de amputação (CISNEROS, 2010; IDF, 2013).

Diabéticos enfrentam um risco de amputação 25 vezes maior que pessoas sem a doença. Em pacientes com lesões infectadas e isquêmicas, o risco pode ser 90 vezes maior comparado ao apresentado por pacientes sem isquemia ou infecção. Cerca de 20% dos diabéticos terá de ser amputado nos cinco anos seguintes ao desenvolvimento de uma úlcera. Após uma amputação, o risco de morte aumenta substancialmente e as taxas de mortalidade, nos primeiros cinco anos após o evento, variam entre os 39% e 80% (BARBOSA et al., 2011; IDF, 2013; VIRGINI-MAGALHÃES; BOUSKELA, 2008).

Pé diabético é o termo empregado para nomear as diversas alterações e complicações ocorridas, isoladamente ou em conjunto, nos pés e nos membros inferiores dos diabéticos. Hoje uma preocupação mundial, o custo humano e financeiro dessa complicação é imenso e dependente, para o seu controle ou prevenção, da conscientização quanto à necessidade de um bom controle da doença e da implantação de medidas relativamente simples de assistência preventiva, de diagnóstico precoce e de tratamento mais resolutivo nos estágios iniciais da doença. A abordagem do membro inferior do paciente diabético não é desvinculada dos



cuidados gerais (controle da glicemia, hipertensão, obesidade, dislipidemia, tabagismo, atividade física, alimentação) que são decisivos para melhorar a qualidade de vida e aumentar a sua sobrevivência (CAIAFA et al., 2011).

A interação da doença vascular, da infecção e em especial da neuropatia periférica transforma o pé diabético em um órgão-alvo de altíssimo risco. Cerca de 15% de indivíduos diabéticos desenvolverão ulceração dos pés em algum momento de suas vidas e, portanto, ficarão expostos à possibilidade de amputação de membros inferiores. O resultado é uma tragédia anunciada, e em nosso meio um grave problema de saúde pública. A cada 30 segundos um membro inferior é amputado ao redor do mundo. Aproximadamente 70% das amputações realizadas estão relacionadas ao diabetes e implicam taxas de mortalidade relativamente altas (VIRGINI-MAGALHÃES; BOUSKELA, 2008).

Os fatores de risco para o desenvolvimento do pé diabético estão relacionados aos antecedentes de úlceras e amputações não traumáticas nos pés; educação terapêutica deficiente; descontrole metabólico, obesidade, idade, sexo, tempo de evolução do diabetes, dificuldade de acesso ao sistema de saúde, neuropatia com diminuição de sensibilidade e deformidades; calosidades; uso de calçados inadequados; tabagismo, dentre outros. Ainda é muito difundido o conceito de que as úlceras nos pés têm como causa déficit circulatório quando, na verdade, o principal fator implicado na gênese destas lesões é o déficit sensitivo associado à neuropatia periférica (FERREIRA, 2010; TAVARES et al., 2009).

Os processos ulcerosos cutâneos crônicos são fatores de grande importância e interesse para os profissionais da área da saúde. Além de serem processos patológicos que evoluem a grande percentual de morbidade e mortalidade, são situações de difícil e angustiante manejo para os indivíduos acometidos, familiares e acompanhantes, além dos próprios responsáveis pelo estado de saúde desses indivíduos. Além disso, significa para o paciente, família e serviços de saúde uma elevação nos custos econômicos decorrentes dos constantes cuidados com curativos, higiene, medicações e hospitalizações (GONÇALVES e PARIZOTTO, 1998; GONÇALVES et al., 2000).

A cicatrização de feridas é um processo totalmente íntegro e complexo, que envolve a atividade celular e quimiotática, com liberação de mediadores químicos e respostas vasculares. Na derme lesionada ocorre uma sequência de eventos que levam a cicatrização da ferida, sendo estes: inflamação, reepitelização, contração e remodelação celular seguida da remodelação tecidual. No paciente diabético ocorre uma dificuldade cicatricial nas feridas, devido ao comprometimento da perfusão sanguínea, evitando adequado fornecimento de oxigênio, nutrientes e antibióticos, principalmente nos membros inferiores. Isso faz com que

os estágios iniciais do reparo tecidual fiquem desorganizados, ocasionando um atraso no processo de regeneração do tecido (PINTO et al., 2012; PINTO et al., 2009).

Os fisioterapeutas tratam lesões inflamatórias agudas e crônicas, feridas abertas e fechadas e problemas associados com os processos de regeneração como edemas e hematomas. Os recursos eletrotermofototerapêuticos começaram a ser empregados na cicatrização de feridas, após a descoberta da existência de geração endógena de campos elétricos em lesão de tecidos. A fisioterapia tem como objetivo principal nos processos ulcerativos a redução no período de cicatrização destes, possibilitando aos indivíduos um retorno mais rápido às suas atividades sociais e de vida diária trazendo uma melhora na qualidade de vida de pessoas com úlceras cutâneas. Desta forma, a fisioterapia pode influenciar o processo de cicatrização da úlcera por meio de recursos eletrotermofototerapêuticos como o laser, correntes elétricas, infravermelho e ultravioleta (GONÇALVES et al., 2000; KITCHEN, 2003; KORELO et al., 2012; MACEDO; SIMÕES, 2007).

Em se tratando de regeneração tecidual a laserterapia produz alguns efeitos, como o bioquímico, onde o laser exerce um estímulo na produção de ATP no interior das células originando e promovendo a aceleração das mitoses, ação fibrinolítica e efeito analgésico pela liberação de beta endorfina e serotonina; o efeito bioelétrico, onde há uma normalização do potencial da membrana, atuando como fator de equilíbrio da atividade funcional celular; e o efeito bioenergético, onde as respostas decorrentes da irradiação laser são classificadas em primária e secundária. Os efeitos primários são as respostas celulares decorrentes da absorção de energia e os secundários são as alterações fisiológicas que afetam os tecidos, que são o aumento do tecido de granulação, regeneração de fibras nervosas, neoformação de vasos sanguíneos, aumento do colágeno, aceleração do processo de cicatrização e incremento da atividade fagocitária dos linfócitos e macrófagos (FERREIRA, 2010).

Os efeitos da radiação laser sobre os tecidos dependem da absorção de sua energia e da transformação desta em determinados processos biológicos. Tanto o comprimento de onda da radiação como as características óticas do tecido, é parte dos fenômenos que regem a absorção, pois o efeito sobre a estrutura viva depende principalmente da quantidade de energia depositada e do tempo em que esta foi absorvida. Diante dos benefícios citados acima, a laserterapia seria um recurso de primeira opção para os fisioterapeutas no tratamento das úlceras. Porém existem algumas contraindicações sendo elas a irradiação sobre massas neoplásicas, sobre a retina, focos infecciosos e gestantes (AGNE, 2009; SILVESTRE; HOLSBACH, 2012).

A laserterapia de baixa potência (LTBP) tem sido usada como terapêutica adjuvante do pé diabético, desde a década de 60, devido aos seus hipotéticos efeitos estimuladores da microcirculação e da reparação tecidual. A LTBP distingue-se do laser tradicional por ser atérmica, tendo potências que variam entre os 5 mW e os 500 mW (os lasers tradicionais geram potências de 300W). Em Medicina Física e de Reabilitação, os lasers mais comuns são os de Hélio-Néon (HeNe, que emitem luz com comprimento de onda de 632,8 nm) e os de Arsênio-Gálio (AsGa, 904 nm) (BARBOSA et al., 2011).

O mecanismo exato da LTBP ainda não está completamente esclarecido. A principal teoria consiste na ideia de que a luz laser (coerente e monocromática) penetra a epiderme e é absorvida por moléculas fotoaceitadoras, designadas por cromóforos. O efeito luminoso sobre estas moléculas precipita uma cascata de fotobioestimulação, na qual há ativação do metabolismo celular e cicatrização. A LTBP também estimula diretamente o sistema imunitário, o que pode ajudar a prevenir infecção de feridas crônicas. Por outro lado, foi demonstrado que a exposição a um laser de 308 nm reduz o crescimento bacteriano, o que pode ser importante em feridas infectadas, como é o caso de muitas úlceras diabéticas (BARBOSA et al., 2011).

A radiação infravermelha é uma forma de calor superficial que tem sido utilizada no tratamento de úlceras, pelo efeito de aumento na circulação local através da vasodilatação de vasos sanguíneos na pele, remoção de produtos indesejáveis na área comprometida e aumento do metabolismo celular. Descreve-se que o infravermelho promove o reparo de feridas por desidratação da pele através de um calor ressecante. No entanto, há autores que sugerem que o infravermelho não deve ser utilizado em feridas abertas porque a desidratação ocasionada por esta radiação pode ser desfavorável à lesão, podendo inibir o processo de reparo da ferida. A administração dessa terapia no paciente com úlceras plantares deve ser realizada com muita cautela devido à diminuição ou ausência de sensibilidade no local da aplicação, protegendo a área com um tecido úmido e utilizando uma dose baixa desse recurso (MARQUES; MOREIRA; ALMEIDA, 2003).

Atualmente, cresce o interesse pelo uso de correntes de baixa intensidade como as microcorrentes, pois seus efeitos ocorrem em nível celular (normalizando a bioeletricidade), e sua aplicação é subsensorial (não está associada à sensação desconfortável como em outras correntes, ou seja, é indolor), além de não apresentar efeitos colaterais, ser de baixo custo e de fácil aplicação. Os efeitos terapêuticos das microcorrentes podem ser relacionados com a analgesia, a aceleração do processo de reparação tecidual, o aumento da osteogênese, efeito anti edematoso e bactericida. Sendo assim, consideram-se as microcorrentes como alternativa

para o tratamento de feridas com dificuldades de reparação, favorecendo tecidos desvitalizados, como úlceras de pressão, diabéticas, de estase e arteriais. Microcorrentes de alta densidade ou de alta amplitude e baixa voltagem podem ser usadas para destruir tecidos e devem ser evitadas na cicatrização de feridas (ALMEIDA; DOUAT; PAULA, 2008; KORELO et al., 2012).

A radiação ultravioleta é citada como um recurso que auxilia no reparo de feridas através dos seus efeitos fisiológicos como o aumento na circulação local, estímulo às mitoses epiteliais e destruição de bactérias superficiais na lesão. Essa terapia deve ser utilizada em doses baixas, devido seu efeito térmico, para evitar reações indesejáveis como queimaduras em uma pele frágil e de pouca sensibilidade. No entanto, poucos estudos são encontrados no que diz respeito à utilização do ultravioleta em úlceras dérmicas e que evidenciem realmente benefícios à cicatrização de feridas (MARQUES; MOREIRA; ALMEIDA, 2003; ONIGBINDE et al., 2010; NUSSBAUM et al., 2013).

### **3 REFERENCIAL METODOLÓGICO**

O artigo foi produzido através da revisão de literatura. Realizaram-se consultas eletrônicas nas bases de dados Scielo, Pubmed, PEDro e no sistema de busca no Google Acadêmico (<http://scholar.google.com.br>). Além disso, executaram-se consultas em monografias, dissertações, livros e resumos de cunho científico. Utilizou-se como estratégia de busca nas bases de dados os descritores: diabetes, úlceras, tratamento, fisioterapia, ulcers, treatment, physical therapy.

O levantamento bibliográfico buscou artigos publicados nos últimos cinco anos (2008 a 2013), em língua inglesa, portuguesa ou espanhola e que abordaram o tratamento eletrotermofototerapêutico em úlceras diabéticas. Consideraram-se critérios de exclusão as pesquisas com intervenções que não são contempladas na formação básica do fisioterapeuta, que não se tratavam de estudos experimentais, que não enfocavam o processo de cicatrização e que abordavam outros tipos de úlceras. Os artigos foram analisados na íntegra, em seguida realizou-se a seleção, análise e fichamento do material de interesse por meio de roteiro estruturado com a contemplação dos seguintes itens: desenho metodológico, amostra, recurso utilizado, características da intervenção e os respectivos resultados.

#### 4 DADOS E ANÁLISE DA PESQUISA

Encontraram-se 64 artigos nas bases de dados consultadas. Pela análise de resumos, identificaram-se as pesquisas que não se tratavam de estudos experimentais com úlceras diabéticas (n=54). Desse modo, foram pré-selecionados cinco ensaios clínicos, dois estudos experimentais e três estudos de caso para a revisão na íntegra.

Incluíram-se 10 estudos para a etapa de análise quanto à efetividade da eletrotermofototerapia na cicatrização das úlceras diabéticas. A análise do conteúdo dos estudos selecionados revelou a utilização das modalidades de laser, LEDs (*Light Emitting Diodes*), laser combinado com o ultravioleta C (UVC), estimulação elétrica combinada com infravermelho, microcorrentes e terapia por ondas de choque externo como propostas terapêuticas no tratamento das úlceras diabéticas. O quadro 1 mostra os dados extraídos dos artigos analisados.

Quadro 1 – Relação dos estudos experimentais com intervenção por eletrotermofototerapia para o tratamento das úlceras diabéticas.

AUTOR / ANO	DESENHO METODOLÓGICO/ AMOSTRA	CARACTERÍSTICAS DA INTERVENÇÃO	RESULTADOS
Maiya et al., 2009.	<p>Estudo experimental controlado.</p> <p>Amostra: Ratos Wistar machos albinos. A faixa de peso dos animais variou entre 170 e 250 g.</p> <p>GE: Laser (n=24) GC: Placebo (n=24)</p>	<p>GE: Laser He-Ne 632,8 nm e uma dose de 3-9 J/cm<sup>2</sup>.</p> <p>GE1 = 3 J/cm<sup>2</sup> GE2 = 4 J/cm<sup>2</sup> GE3 = 5 J/cm<sup>2</sup> GE4 = 6 J/cm<sup>2</sup> GE5 = 7 J/cm<sup>2</sup> GE6 = 8 J/cm<sup>2</sup> GE7 = 9 J/cm<sup>2</sup></p> <p>5x/semana até as úlceras cicatrizarem completamente.</p> <p>GC: Placebo.</p> <p>Nenhuma terapia a laser.</p>	<p>O processo de cicatrização das úlceras do GE exposto as doses 3-6 J/cm<sup>2</sup> foi significativamente maior, em comparação com o GC. A significância foi muito maior no grupo irradiado com 4-5 J/cm<sup>2</sup>.</p> <p>Nas doses entre 7 e 9 J/cm<sup>2</sup>, ligeira desaceleração foi notada no processo de cicatrização.</p>
	<p>Estudo experimental randomizado e controlado.</p>	<p>GE: Laser combinado de 670 nm e 810 nm.</p> <p>GE: Laser 670 nm,</p>	

<p>Noudeh et al., 2010.</p>	<p>Ratos Wistar machos albinos. A faixa de peso dos animais variou entre 245 e 300 g.</p> <p>Grupos: Diabéticos GE: Laser (n=5). GC: Placebo (n=4).</p> <p>Não-diabéticos GE: Laser (n=5). GC: Placebo (n=5).</p>	<p>500mW, 10 J, 48 s no leito da úlcera.</p> <p>Laser 810 nm, 250 mW, 12 J, 50 s nas bordas da úlcera.</p> <p>Sessões a cada 3 dias. Total: 7 sessões.</p> <p>GC: Placebo.</p> <p>Os animais foram apenas observados.</p>	<p>Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos diabéticos e não-diabéticos.</p>
<p>Kaviani et al., 2011.</p>	<p>Ensaio clínico duplo-cego randomizado e controlado-placebo.</p> <p>23 pacientes com úlcera diabética por no mínimo 12 semanas (duração média de 10 meses).</p> <p>GE: Laser (n=13). GC: Placebo (n=10).</p>	<p>GE: Laser de baixa potência + terapia convencional.</p> <p>Laser 685 nm, 50mW/cm<sup>2</sup>, 10 J/cm<sup>2</sup>, 200 s, sem contato com distância de 1 cm.</p> <p>6x/semana por 2 semanas consecutivas. Em seguida, todos os dias até a cicatrização completa.</p> <p>Número médio de 27 sessões.</p> <p>Total: 20 semanas.</p> <p>GC: Placebo.</p> <p>Intervenção: Terapia convencional.</p>	<p>Após 20 semanas, no GE 8 pacientes (66,6%) obtiveram cicatrização completa, já no GC apenas 3 pacientes (38,4%).</p> <p>O tempo médio de cicatrização completa: GE=11 semanas. GC=14 semanas. Porém esta diferença não foi estatisticamente significativa.</p> <p>Efeitos colaterais não foram relatados.</p>
<p>Kajagar et al., 2012.</p>	<p>Ensaio clínico randomizado e controlado.</p> <p>68 pacientes com DM tipo 2, úlcera grau I de Wagner, duração mínima de 4 semanas no GC e 5 semanas no GE., profundidade de 5 mm.</p>	<p>GE: Laser de baixa potência + terapia convencional.</p> <p>Intervenção: Laser 2-4 J/cm<sup>2</sup> a 60 mW, 5 kHz. Diariamente. Total: 15 dias. Irradiação no leito e nas</p>	<p>Houve redução significativa na área das úlceras. No GE a redução foi de 40,24% e no GC de 11,87%. O que indica que o laser é eficaz na cicatrização e pode</p>

	<p>GE: Laser + terapia convencional (n=34). GC: Terapia convencional (n=34).</p>	<p>bordas.</p> <p>GC: Terapia convencional.</p> <p>Intervenção: Desbridamentos e curativos.</p>	<p>ser utilizado como adjuvante da terapia convencional.</p>
<p>Minatel et al., 2009.</p>	<p>Estudo de caso</p> <p>2 pacientes com DM tipo 2.</p> <p>Caso 1: ♀, 77 anos, 6 úlceras há 25 anos.</p> <p>Caso 2: ♂, 50 anos, 1 úlcera há um mês e 3 úlceras há 10 meses.</p>	<p>LEDs combinado 660/890nm.</p> <p>Sonda 1 (S1): 660 nm, 5 mW, 3 J/cm<sup>2</sup>, 30 s.</p> <p>Sonda 2 (S2): 660/890 nm, 500 mW, 3 J/cm<sup>2</sup>, 30 s.</p> <p>2x/semana</p> <p>Curativo diário com sulfadiazina (SDZ) tópica de prata a 1%.</p> <p>Total: 3 meses.</p>	<p>As úlceras tratadas com S2 (6) tiveram índices de cicatrização médios de 0,6; 0,7 e 0,9 enquanto S1 (3) foi de 0,2; 0,4 e 0,6 no 30°, 60° e 90° dias, respectivamente.</p> <p>Duas úlceras tratadas com a S2 apresentaram cicatrização total em 7 e 12 semanas de tratamento, respectivamente.</p>
<p>Minatel et al., 2009.</p>	<p>Ensaio clínico duplo-cego randomizado e controlado-placebo.</p> <p>14 pacientes</p> <p>(23 úlceras diabéticas com tempo mínimo de 4 semanas).</p>	<p>GE: LEDs combinado 660/890nm.</p> <p>Intervenção</p> <p>660/890 nm, 500 mW, 3 J/cm<sup>2</sup>, 30 s.</p> <p>Curativo diário com sulfadiazina (SDZ) tópica de prata a 1%.</p> <p>2x / semana.</p> <p>Total: 3 meses.</p> <p>GC: Placebo.</p> <p>Intervenção</p> <p>660 nm, &lt; 5 mW, &lt; 1,0</p>	<p>Em todas as avaliações as taxas médias de cicatrização foram significativamente maiores no GE.</p> <p>Enquanto GE cicatrizou rapidamente durante os primeiros 30 dias, GC piorou.</p> <p>Após os 90 dias, 58,3 % do GE obteve cura. Em contraste, apenas uma úlcera do GC cicatrizou</p>

		<p>J/cm<sup>2</sup>, 30 s.</p> <p>Curativo diário com sulfadiazina (SDZ) tópica de prata a 1%.</p> <p>2x / semana. Total: 3 meses.</p>	<p>totalmente, e nenhuma outra atingiu cicatrização <math>\geq 90\%</math>.</p> <p>Não houve relato de efeitos colaterais.</p>
<p>Chandrasekaran et al., 2012.</p>	<p>Relato de caso.</p> <p>Um paciente ♂ de 56 anos com DM tipo 2 e úlcera infectada pós amputação do 2º, 3º e 4º pododáctilo.</p>	<p>Intervenção: Laser + Ultravioleta C (UVC).</p> <p>Ambas as modalidades foram administradas no mesmo dia.</p> <p>UVC foi aplicado utilizando uma lâmpada de vapor de mercúrio Branco com 230 V, 50 Hz, 95% de emissões a 250 nm, distância de 2,5 cm e duração de 15 s no tecido de granulação e 90 s no tecido infectado.</p> <p>Laser Em contato nas bordas: 820 nm, 140 mW/cm<sup>2</sup>, 2 J/cm<sup>3</sup>, 20s. Não-contato no leito: 660 nm/880 nm, 120 mW/cm<sup>2</sup>, 4 J/cm<sup>3</sup>, 16s.</p> <p>23 sessões em 5 semanas.</p>	<p>A granulação começou no 12º dia de tratamento.</p> <p>As medições da ferida mostraram um decréscimo na área, a partir de 13,74 cm<sup>2</sup> para 0,825 cm<sup>2</sup> (melhoria de 60%) durante o período de dois meses.</p> <p>Modalidade de tratamento útil e livre de efeitos colaterais.</p>
<p>Petrofsky et al., 2009.</p>	<p>Ensaio clínico randomizado.</p> <p>20 pacientes (idade média 48,4 ± 14,6 anos).</p> <p>Úlceras diabéticas grau II de Wagner com duração média de 38,9 ± 23,7 meses.</p> <p>G1: Estimulação</p>	<p>G1: Estimulação elétrica + Infravermelho + terapia convencional.</p> <p>Intervenção:</p> <p>Estimulação elétrica bifásica de onda senoidal, 30 Hz, 250 mS, 20 mA.</p> <p>Duração: 30 minutos.</p>	<p>Área média do G1 diminuiu significativamente em 68,4%, e no G2 30,1%.</p> <p>A estimulação elétrica combinada com o infravermelho mostrou-se mais</p>



	<p>elétrica + infravermelho (n=10).</p> <p>G2: Infravermelho (n=10).</p>	<p>Infravermelho</p> <p>Lâmpada posicionada 30 cm acima da úlcera. Temperatura 37°C. Duração: 20 minutos.</p> <p>3x/semana. Total: 4 semanas.</p> <p>G2: Infravermelho + terapia convencional.</p>	<p>eficaz na cicatrização de úlceras diabéticas.</p>
<p>Lee et al., 2010.</p>	<p>Relato de casos</p> <p>Dois pacientes com DM tipo 2, HA e feridas não cicatrizadas.</p> <p>♀, 74 anos. ♂, 65 anos.</p>	<p>Microcorrentes</p> <p>Corrente contínua (máximo de 3 mA) de uma polaridade por 11,5 minutos e, em seguida, com uma corrente de polaridade oposta por mais 11,5 minutos.</p> <p>Duração do ciclo: <math>\cong</math> 23min ou 0,000732 Hz. Onda quadrada de corrente bipolar. Tensão que varia de 5V, com um máximo de 40 V.</p> <p>Intervalo de corrente de 100 nA a 3 mA.</p> <p>♀ diariamente. ♂ 2-3x/semana.</p>	<p>Após o uso das microcorrentes os resultados mostraram que o DM e a HA foram bem controlados e as úlceras foram cicatrizadas em 30% na mulher e 100% no homem.</p> <p>Não foram relatados efeitos colaterais.</p>
<p>Moretti et al., 2009.</p>	<p>Ensaio clínico randomizado e controlado.</p> <p>30 pacientes.</p> <p>GE: (n=6 ♀, 9 ♂). GC: (n=8 ♀, 7 ♂).</p> <p>Ulceração por período</p>	<p>GE: Terapia por ondas de choque externo + terapia convencional (desbridamento e curativos).</p> <p>Intervenção:</p> <p>3 sessões a cada 72 horas. 100 pulsos/cm<sup>2</sup>, 0,03 mJ/mm<sup>2</sup> em cada sessão. Duração de um ou dois</p>	<p>Após 20 semanas de tratamento, 53,33% do GE tinha cicatrizado completamente em comparação com 33,33% do GC.</p> <p>Os tempos de cura foram de 60,8 dias para o GE e 82,2 dias para o GC. Desvio padrão de</p>

	mínimo de 6 meses.	minutos. Total: 20 semanas.  GC: Terapia convencional.	4,7 dias  Com relação aos dois casos de infecção que ocorreu, observou-se uma rápida resolução no do GE.
--	--------------------	---	--

Legenda: GE = grupo experimental; GC = grupo controle.

**Fonte:** Dados da pesquisa/2014.

A composição das amostras dos ensaios clínicos controlados variou de 14 a 68 indivíduos com úlceras diabéticas, distribuídos em grupos de eletrotermofototerapia e grupos controle. As amostras foram formadas por participantes de ambos os sexos. Quanto à idade dos sujeitos, os estudos utilizaram faixas etárias distintas, com variação de 30 a 74 anos. Nos estudos experimentais de Maiya et al. (2009) e Noudeh et al. (2010) as amostras compreendiam ratos Wistar machos e albinos.

Quanto à terapêutica do grupo controle, Maiya et al. (2009) aplicaram falsa irradiação; Minatel et al. (2009) empregaram modulação do LED mais baixa do que a ideal e interviram com a sulfadiazina (SDZ) de prata a 1%; Noudeh et al. (2010) utilizaram dois grupos controles, sendo um com ratos diabéticos e o outro com ratos não-diabéticos, porém ambos foram apenas observados; Kaviani et al. (2011), Kajagar et al. (2012) e Moretti et al. (2009) utilizaram a terapia convencional; e Petrofsky et al. (2009) observaram os efeitos do infravermelho associado a terapia convencional.

As intervenções por eletrotermofototerapia nas úlceras diabéticas variaram. Os estudos com laser apresentaram diferenças em todos os parâmetros analisados (número de sessões, intervalos das terapias, tempo de aplicação, quantidade de energia emitida). Contudo, os estudos de Minatel et al. (2009) com o LEDs utilizaram o mesmo protocolo de intervenção, já que foram realizados pelo mesmo grupo de pesquisadores. O tempo da intervenção do laser combinado com UVC nos estudos de Chandrasekaran et al. (2012) foi de cinco semanas, em um total de 23 sessões. Para a intervenção com a estimulação elétrica e infravermelho, Petrofsky et al. (2009) realizaram 12 sessões, sendo a terapia três vezes por semana, com duração de 30 minutos. Moretti et al. (2009) realizou três sessões de terapia por ondas de choque, que duravam de dois a três minutos, a cada três dias durante 20 semanas.

Existe um grande número de modalidades eletrotermofototerapêuticas utilizadas na prática clínica da fisioterapia em pacientes com úlceras diabéticas. Entretanto, poucas são as pesquisas científicas que indicam a efetividade ou mesmo a necessidade de abandono dessas

técnicas. A maior dificuldade em determinar as evidências relativas a essas intervenções é o pequeno número de ensaios clínicos e a falta de rigor metodológico nos estudos existentes. Fato observado em revisão sistemática sobre intervenções para melhorar a cicatrização de úlceras diabéticas, realizada por Game et al. (2012) já que o resultado do tratamento dessas úlceras é pobre, há incerteza contínua sobre abordagens ideais para a gestão e há pouca evidência científica publicada para justificar o uso de terapias mais recentes.

Diante das propostas de tratamento dos estudos em questão, apesar de diversificadas, pode-se observar que a maior parte envolvia a utilização de técnicas de fototerapia, com exceção da pesquisa de Lee et al. (2010) com microcorrentes, Moretti et al. (2009) com terapia por ondas de choque externo e Petrofsky et al. (2009) que associou o uso da eletroterapia com infravermelho. A falta de tratamento global compromete a abordagem abrangente que deve ser dada aos pacientes com úlceras diabéticas para se obterem múltiplos benefícios. Por outro lado, a associação de recursos limita o esclarecimento do papel de cada modalidade terapêutica, sendo necessários desenhos experimentais ainda mais elaborados para observar os resultados de cada intervenção de forma isolada como foi realizado por Petrofsky et al. (2009).

O laser de baixa potência, proposto em quatro estudos desta revisão, é amplamente utilizado em pacientes com úlceras. Dentre os principais efeitos terapêuticos desse tipo de laser, encontram-se a ação anti-inflamatória, analgésica e a modulação da atividade celular. Para as úlceras diabéticas o laser é recomendado, principalmente, para o alívio da dor e cicatrização (BARBOSA et al., 2011).

Vale ressaltar que os efeitos dessa terapia são doses dependentes, e elas variaram de 2 a 10 J/cm<sup>2</sup>. Variaram também a potência utilizada, de 50 mW a 500 mW, e o tempo de aplicação de 16 s a 200 s, sendo o tempo total de tratamento de acordo com o tamanho da área afetada. É importante notar que os estudos analisados utilizaram parâmetros diferentes do laser, inclusive para o leito e as bordas das úlceras como pode ser observado em Noudeh et al. (2010) e Chandrasekaran et al. (2012).

No estudo de Maiya et al. (2009) a cicatrização das feridas foi praticamente completa em todos os animais do grupo de estudo, mas variou em média de dias de cicatrização em diferentes doses de tratamento a laser. Verificou-se que a dose de energia laser entre 3 e 6 J/cm<sup>2</sup> foi encontrado para ser dose de estimulação, enquanto que uma dose de laser entre 7 e 9 J/cm<sup>2</sup> tem um efeito inibidor. Com isso, descobriu-se que a razão para o mecanismo de inibição com doses crescentes deveu-se a fotoenergia incidente inadequada ou tinha excedido o intervalo de estimulação para indução de atividades biológicas mais fortes nas células. Portanto, sugeriu-se que a densidade de energia correta com um comprimento de onda apropriado pode ser

absorvida pelos tecidos-alvo. Assim, empregando a densidade de potência, densidade de energia, e tempo de exposição corretos, são parâmetros importantes para se conseguir o efeito bioestimulação da cicatrização das feridas.

No estudo de Noudeh et al. (2010) dois grupos de intervenção com ratos Wistar (um grupo com ratos diabéticos e outro não-diabéticos) foram submetidos à laserterapia. Parâmetros diferentes foram utilizados em úlceras localizadas no dorso dos animais, 670 nm com contato no leito da úlcera e 810 nm sem contato a uma distância de 2 cm nas bordas. A área foi medida utilizando software de computador após a fotografia microscópica digital em todos os dias de intervenção após cada sessão. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na área e velocidade de cicatrização da úlcera ao longo das medições repetidas do estudo entre os grupos diabéticos e não-diabéticos.

Kaviani et al. (2011) observaram que duas semanas após o início do tratamento não houve diferença significativa no tamanho da úlcera. Redução considerável veio a ser observada por volta da quarta semana, porém na análise final realizada após 20 semanas um maior número de pacientes diabéticos do GE mostrou a cura completa das úlceras em comparação com o GC, e a média do tempo de cura foi menor, embora esta diferença não tenha sido estatisticamente significativa. Segundo os autores, a aceleração da cicatrização no GC após o início do estudo ocorreu, provavelmente, devido as condições do estudo, que inclui melhor controle metabólico e tratamento convencional das úlceras.

Diferentemente de outros estudos, Kajagar et al. (2012) simultaneamente a terapia orientaram os pacientes sobre vários aspectos da DM incluindo restrições alimentares, exercícios e cuidados com os pés, a fim de prevenir a reincidência. Além disso, pacientes e terapeutas usavam óculos de segurança do laser para evitar danos aos seus olhos.

Embora os resultados dos estudos analisados que utilizaram laserterapia tenham sido positivos quanto aos efeitos, com exceção do estudo de Noudeh et al. (2010), qualquer conclusão seria precipitada quanto à dose ideal e efeitos adversos. Isso porque a quantidade de sujeitos expostos à terapia foi pequena, foram utilizados diferentes tipos de laser e não houve seguimento em longo prazo de todos os estudos, apenas nos de Kaviani et al. (2011) e Chandrasekaran et al. (2012). Em revisão bibliográfica sobre a laserterapia de baixa potência em úlceras diabéticas realizado por Barbosa et al. (2011), também não houve consenso sobre o tipo e dose ideal de laser. A evidência existente é favorável para modelos celulares *in vitro*, mas conflituosa em modelos animais e populações humanas. Existe uma grande heterogeneidade metodológica, que pode ser responsável pelos resultados discordantes. Porém, de qualquer forma, essa intervenção pode ser utilizada como terapêutica adjuvante no tratamento do pé

diabético, uma vez que é incruenta, de rápida aplicação, de baixo custo, sem efeitos adversos significativos e é superior ao tratamento placebo.

Nenhum estudo anterior ao de Chandrasekaran et al. (2012) testou a eficácia combinada do laser e UVC na cicatrização da úlcera diabética infectada pós – amputação. Radiação ultravioleta tem sido utilizada para tratar uma variedade de doenças da pele, incluindo feridas abertas, enquanto que as evidências sugerem que a modalidade pode também ter um papel na prevenção ou controle de infecções em feridas cirúrgicas como mostra o estudo supracitado. Essa radiação é conhecida por promover esfoliação das camadas exteriores da pele, aumentar a cicatrização através da indução de uma resposta eritematosa na pele, e inativar uma grande variedade de microorganismos. Concluiu-se então que a modalidade adotada pode melhorar a cicatrização de úlceras diabéticas, porém, se faz necessários ensaios clínicos randomizados e com um tamanho de amostra maior para generalizar a eficácia desta terapia.

Minatel et al. (2009) avaliou as respostas em úlceras neuropáticas de dois pacientes diabéticos, após utilização de fototerapia não coerente (LEDs 660/890 nm) através do software Image J que permitiu uma avaliação clínico-fotográfica das úlceras, quantificação de suas áreas superficiais e as modificações teciduais ocorridas no tratamento, os resultados obtidos corroboram as evidências de que a fototerapia por meio de LEDs a 600-1000 nm promove o reparo tecidual, particularmente nos casos de úlceras crônicas em pacientes diabéticos. As úlceras tratadas com LED 660 nm, que apresentavam dor durante o tratamento, tiveram discretos sinais de cicatrização a partir da 5ª semana de intervenção e as tratadas com LED 660/890 nm evoluíram com cicatrização satisfatória, seguido do relato de alívio da dor logo na 2ª semana de tratamento. No ensaio clínico controlado realizado pelos mesmos pesquisadores, no geral 75% dos pacientes atingiram 90-100% de cicatrização no GE relatando alívio de dor após primeira semana e no GC não houve relato precoce de melhora da dor.

Neto (2011) afirmou que assim como qualquer outra modalidade terapêutica a fototerapia apresenta limitações como o equipamento necessário, a adesão ao tratamento por parte do paciente e considerações clínicas como a dose cumulativa como foi observado em estudo realizado por Minatel et al. (2009). Os próprios autores sugeriram que a resposta ao tratamento placebo que se mostrou negativa num primeiro momento, virou-se lentamente, e tornou-se positiva após os primeiros 45 dias de tratamento devido a um provável efeito cumulativo da pequena quantidade de luz emitida que eventualmente inverteu a tendência para o agravamento das úlceras. Consideraram que a dose placebo atingiu o limite mínimo necessário para estimular a cicatrização de algumas úlceras, algo que não foi antecipado, no início do estudo.

Outro recurso bastante utilizado pela fisioterapia é o infravermelho e demanda alguns cuidados e acompanhamento criteriosos para que se tenham a resposta terapêutica efetiva e não apresente efeitos indesejados, sobretudo em pacientes que tenham a sensibilidade comprometida como no caso dos pacientes com úlceras, principalmente neuropáticas pela perda de sensibilidade. Para Kitchen (2003) a radiação infravermelha é um agente térmico superficial que favorece a regeneração de lesões de tecidos moles e problemas de pele. Esse recurso é uma forma de calor superficial que tem sido utilizada para tratar úlceras, pois durante a aplicação ocorre aumento na circulação local através da vasodilatação dos vasos sanguíneos da pele, viabilizando a remoção de produtos indesejáveis na úlcera e acelera o metabolismo celular.

Para realizar a intervenção de forma mais segura Petrofsky et al. (2009) utilizaram um aparelho para medir e regular a temperatura da pele fora da úlcera. O controlador computadorizado ajustou a intensidade da lâmpada para manter a temperatura da pele a 37 ° C. O aquecimento local foi fornecido por uma lâmpada infravermelha para aquecer a área da úlcera. Além disso, um estimulador elétrico de três canais com eletrodos de borracha descartáveis foram colocados ao redor da úlcera. A corrente flui simultaneamente a partir de um eletrodo ativo (origem) para outros dois eletrodos de referência (receptores). Além disso, todos os indivíduos receberam a terapia convencional.

Ainda se tratando de estimulação elétrica, Lee et al. (2010) relatou casos em que foi utilizado um dispositivo de microcorrentes que não é invasivo e proporciona correntes elétricas que imitam a energia elétrica endógena do corpo humano. A corrente foi conduzida através de dois eletrodos aplicados em duas regiões, acima e abaixo da úlcera, e utilizou-se água como meio de condução. Os eletrodos cobrem uma grande área da superfície, reduzindo assim a resistência e permitindo que um número ideal de elétrons fluam livremente nos tecidos. Este fluxo constante de elétrons promove um ótimo efeito antioxidante, eliminando os radicais livres e, em seguida, estimula as mitocôndrias para produzir ATP.

Em Lee et al. (2007), outro estudo realizado pelos mesmos pesquisadores para investigar a eficácia das microcorrentes em 23 pacientes com úlceras cutâneas crônicas que não respondiam ao tratamento conservador e adotando os mesmos parâmetros de intervenção os resultados revelaram que 34,8 % dos casos conseguiram cicatrização completa após uma média de 45,6 horas de tratamento, e 39,1 % atingiram cicatrização  $\geq$  50% após uma média de 39,7 horas de tratamento.

Moretti et al. (2009) realizaram o primeiro estudo clínico randomizado e controlado sobre a terapia por ondas de choque para úlceras do pé diabético, e mostrou resultados promissores para a aplicação desse recurso. Avaliaram a eficácia dessa terapia em úlceras

neuropáticas de 30 pacientes com DM tipo 1 submetidos a insulinoterapia por no mínimo cinco anos. Além de demonstrar benefícios no processo de cicatrização, após a ocorrência de dois casos de infecção (um em cada grupo) observou-se efeito bactericida uma vez que o caso do grupo experimental apresentou uma rápida resolução do quadro. Fato que pode ser muito relevante para o tratamento de feridas que não cicatrizam e conseqüentemente são as de maior risco de infecção.

Até o momento, poucos estudos controlados e randomizados foram realizados sobre os benefícios potenciais dos recursos eletrotermofototerapêuticos. Além disso, ainda há pouca padronização quanto aos parâmetros de aplicação desses recursos. Apesar da ação biofísica de muitas intervenções fisioterapêuticas serem parcialmente conhecidas, investigações adicionais são necessárias na área da pesquisa em eletrotermofototerapia no tratamento de úlceras para melhor entendimento dos mecanismos de ação, dos efeitos de diferentes doses, da duração do tratamento, dos efeitos relacionados ao estágio das mesmas, das combinações de tratamento e dos efeitos adversos.

## **5 CONCLUSÃO**

Esta revisão mostra que conclusões quanto aos benefícios da eletrotermofototerapia, efeitos adversos e doses do tratamento nas úlceras diabéticas ainda são restritas. Entretanto, na prática clínica, essas modalidades são utilizadas pelos fisioterapeutas, mesmo sem evidências científicas que comprovem a efetividade nesses casos, e, portanto, devem ser empregadas com moderação para cada caso. Tal fato deve impulsionar novos estudos com maior rigor metodológico que, conseqüentemente, tragam conhecimento sobre as várias modalidades que podem ser empregadas, assim como a interação delas com outros tratamentos propostos para as úlceras diabéticas para a construção de uma prática baseada em evidência de forma segura, adequada e efetiva.

Diante do exposto concluímos que o objetivo do presente estudo foi satisfatoriamente alcançado, tendo em vista que se explanou os estudos devidamente selecionados, o que permitiu a observação de diversas possibilidades de modalidades, porém, ausência de consenso sobre os recursos eletrotermofototerapêuticos e os parâmetros mais adequados para acelerar o processo de cicatrização das úlceras diabéticas.

## **ABSTRACT**

**Objective:** explain the scientific evidence relating to electrothermal resources in diabetic ulcers. **Methods:** a search of publications on interventions using electrothermal in diabetic ulcers held in the databases Scielo, Pubmed, PEDro and Google Scholar. Experimental studies in the last five years were selected in English and Portuguese. The analysis was done by reviewing the content. **Results:** 10 studies were reviewed in full, interventions are identified with laser (n = 4), LEDs (n = 2), laser combined with ultraviolet C (UVC) (n = 1), electrical stimulation combined with infrared (n = 1), microcurrent (n = 1) and shock wave therapy (n = 1). The method and timing of interventions varied widely, and the lack of mention of the parameters use of electrothermal resources. There was significant improvement in most studies regarding the healing of diabetic ulcers. **Conclusion:** Generalizations of the results, adverse reactions and doses of treatment of diabetic ulcers with electrothermal are still restricted. Studies have found many therapeutic modalities, but there is no consensus on the electrothermal and resources best suited to accelerate the healing of diabetic ulcers parameters.

**KEYWORDS:** Diabetes. Ulcers. Treatment. Physiotherapy.

## 6 REFERÊNCIAS

AGNE, J.E. **Eu sei eletroterapia**. Santa Maria: Pallotti, 2009.

ALMEIDA, A.P.R.; DOUAT, I.M.; PAULA, M.R. **Os efeitos das microcorrentes no reparo de úlceras dérmicas – uma revisão de literatura**. 2008.

ALMEIDA, S.A. et al. Avaliação da qualidade de vida em pacientes com diabetes mellitus e pé ulcerado. **Rev Bras Cir Plást.**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 142-146, 2013.

BARBOSA, A. C. et al. Laserterapia de baixa potência no tratamento de úlceras diabéticas. **Acta Med Port**, v. 24, p. 875-880, 2011.

BARROS, M.F.A. et al. Impacto de intervenção fisioterapêutica na prevenção do pé diabético. **Fisioter. Mov.**, Curitiba, v. 25, n. 4, p. 747-757, out./dez. 2012.

BONA, S.F. et al. Prevalência do pé diabético nos pacientes atendidos na emergência de um hospital público terciário de Fortaleza. **Rev Bras Clin Med.**, v.8, n. 1, p. 5, 2010.

CAIAFA, J. S. et al. Atenção integral ao portador de pé diabético. **J. vasc. bras.**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, supl. 2, p. 1-32, 2011.

CBD, Consenso Brasileiro sobre Diabetes. **Diagnóstico e classificação do diabetes mellitus e tratamento do diabetes mellitus tipo 2**. Maio, 2000. Disponível em: < [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/consenso\\_bras\\_diabetes.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/consenso_bras_diabetes.pdf) >. Acesso em: 22 de junho de 2013.



CHANDRASEKARAN, B. et al. Short-term multimodal phototherapy approach in a diabetic ulcer patient. **Singapore Med. J.**, v. 53, n. 6, p. 122-124, 2012.

CIPD, Consenso Internacional sobre Pé Diabético. **Grupo de Trabalho Internacional sobre Pé Diabético**. Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal. Direção: Pedrosa, H.C., Brasília, 2001.

CISNEROS, L. L. Avaliação de um programa para prevenção de úlceras neuropáticas em portadores de diabetes. **Rev. Bras. de Fisiot.**, São Carlos, v.14, n.1, p.31-37, fev. 2010.

COELHO, M.S; SILVA, D.M.G.V.; PADILHA, M.I.S. Representações sociais do pé diabético para pessoas com diabetes mellitus tipo 2. **Rev Esc Enferm USP**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 65-71, mar. 2009.

DAVINI, R. Estimulação elétrica de alta voltagem: uma opção de tratamento. **Rev. bras. fisioter.** São Carlos, v. 9, n. 3, p. 249-256, 2005.

FERREIRA, I.M.F. Laserterapia no tratamento de úlceras de pressão na unidade de terapia intensiva. 2010. **Monografia (Especialização em Fisioterapia Intensiva)** – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2010.

GAME, F.L. et al. A systematic review of interventions to enhance the healing of chronic ulcers of the foot in diabetes. *Diabetes Metab. Res. Rev.*, v. 28, p. 119-141, feb. 2012.

GONÇALVES, G.; PARIZOTTO, N. A. Fisiopatologia da reparação cutânea: atuação da Fisioterapia. **Rev. Bras. de Fisiot.**, São Carlos, v. 3, n. 1, p. 5-13, 1998.

GONÇALVES, G. et al. Promovendo a cicatrização de úlceras hansênicas e não hansênicas com laserterapia: ensaio clínico em unidades ambulatoriais do Sistema Único de Saúde. **Hansen. Int.**, v. 25, n. 2, p. 133-142, 2000.

IDF, International Diabetes Federation. **Diabetes atlas**. Sixth edition, 2013. Online version of IDF Diabetes Atlas: [www.idf.org/diabetesatlas](http://www.idf.org/diabetesatlas).

KAJAGAR, B.M. et al. Efficacy of low level laser therapy on wound healing in patients with chronic diabetic foot ulcers – a randomized control trial. **Indian J Surg.**, v. 74, n. 5, p. 359-363, oct. 2012.

KAVIANI, A. et al. A randomized clinical trial on the effect of low-level laser therapy on chronic diabetic foot wound healing: a preliminary report. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 29, n. 2, p. 109-114, 2011.

KITCHEN, S. Laserterapia de baixa intensidade. **Eletroterapia: Prática Baseada em Evidências**. 11. Ed. São Paulo. Manole, p. 171-179. 2003.

KORELO, R. I. G. et al. Aplicação da microcorrente como recurso para tratamento de úlceras venosas: um estudo piloto. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, v. 20, n. 4, p. 753-760, jul./ago. 2012.

LEE, B.Y. et al. Ultra-low microcurrent therapy: a novel approach for treatment of chronic resistant wounds. **Adv. Ther.**, v. 24, n. 6, p. 1202-1209, 2007.

LEE, B.Y. et al. Ultra-low microcurrent in the management of diabetes mellitus, hypertension and chronic wounds: report of twelve cases and discussion of mechanism of action. **Int. J. Med. Sci.**, v. 7, n. 1, p. 29-35, 2010.

MACEDO, A.C.B.; SIMÕES, N.D. Aplicação de estimulação elétrica de baixa intensidade no tratamento de úlceras varicosas. **Fisioter. Mov.**, Curitiba, v. 20, n. 3, p. 25-33, jul./set. 2007.

MARQUES, M.C.; MOREIRA, D.; ALMEIDA, P.N. Atuação fisioterapêutica no tratamento de úlceras plantares em portadores de hanseníase: uma revisão bibliográfica. **Hansen. Int.**, v.28, n.2, p. 145-150, 2003.

MAIYA, A.G. et al. Photo-stimulatory effect of low energy helium-neon laser irradiation on excisional diabetic wound healing dynamics in wistar rats. **Indian. J. Dermatol.**, v. 54, n. 4, p. 323-329, oct./dec. 2009.

MINATEL, D.G. et al. Fototerapia (LEDs 660/890nm) no tratamento de úlceras de perna em pacientes diabéticos: estudo de caso. **An. Bras. Dermatol.**, v. 84, n. 3, p. 279-283, 2009.

MINATEL, D.G. et al. Phototherapy promotes healing of chronic diabetic leg ulcers that failed to respond to other therapies. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 41, p. 433-441, 2009.

MORAIS, G. F. C. et al. O diabético diante do tratamento, fatores de risco e complicações crônicas. **Rev. enferm. UERJ**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 240-245, abr./jun. 2009.

MORETTI, B. et al. The management of neuropathic ulcers of the foot in diabetes by shock wave therapy. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 10, 2009.

MUTUBERRIA, M. A. **Utilização da microcorrente e ultra-som terapêutico pulsado na cicatrização de úlcera diabética**. Novo Hamburgo, 2006.

NETO, A.L.C. Atuações fisioterapêuticas nas manifestações associadas à neuropatia diabética. 2011.

NOUDEH, Y.J. et al. A combination of 670nm and 810nm diode lasers for wound healing acceleration in diabetic rats. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 28, n. 5, p. 621-627, 2010.

NUSSBAUM, E.L. et al. Ultraviolet-C irradiation in the management of pressure ulcers in people with spinal cord injury: a randomized, placebo-controlled trial. **Arch Phys Med Rehabil.**, v. 94, n. 4, p. 650-659, 2013.

ONIGBINDE, A.T. et al. Effects of ultraviolet radiation (type B) on wound exudates, appearance and depth description. **Technol Health Care**, v. 18, p. 297-302, 2010.

PETROFSKY, J.S. et al. Enhanced healing of diabetic foot ulcers using local heat and electrical stimulation for 30 min three times per week. **Journal of Diabetes**, v. 2, p. 41-46, 2010.

PINTO, M.V.M. et al. Influencia da laserterapia de 632,8 nm por 150 mW na cicatrização de úlcera diabética. Relato de caso. **Revista dor**, v.10, n.2, p. 194-199, 2009.

PINTO, M.V.M. et al. Influência da laserterapia de 632,8 nm na cicatrização diabética. **Persp. online: biol. & saúde**, Campos dos Goytacazes, v. 6, n. 2, p. 25-29, 2012.

REZENDE, K.F. et al. Internações por pé diabético: comparação entre o custo direto estimado e o desembolso do SUS. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, São Paulo, v. 52, n. 3, p. 523-530, abr. 2008.

SBD, Sociedade Brasileira de Diabetes. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes**. Epidemiologia do diabetes mellitus, 2009.

SBD, Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes e Posicionamentos. **International Working Group on The Diabetic Foot - The development of global consensus guidelines on the management and prevention of the Diabetic Foot**. 2011.

SHAW, J.E.; SICREE, R.A.; ZIMMET, P.Z. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. **Diabetes Res Clin Pract.** v. 87, n. 1, p. 4-14, jan. 2010. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19896746> >. Acesso em: 09 de dezembro de 2013.

SILVA, V. C. et al. Fisioterapia e neuropatias periféricas em portadores de diabetes melito II: produção bibliográfica entre 1966 e 2011. **Rev Fisioter S Fun.**, Fortaleza, v.1, n.1, p. 47-51, jan./jun. 2012.

SILVESTRE, J.T.; HOLSBACH, D.R. Atuação fisioterapêutica na úlcera de pressão: uma revisão de literatura. **Revista Fafibe On-Line**, São Paulo, ano V, n. 5, nov. 2012.

TAVARES, D.M.S. et al. Perfil de clientes submetidos a amputações relacionadas ao diabetes mellitus. **Rev. bras. enferm.** Brasília, v.62, n.6, p. 825-830, nov. /dez. 2009.

VIRGINI-MAGALHAES, C. E.; BOUSKELA, E. Pé diabético e doença vascular: entre o conhecimento acadêmico e a realidade clínica. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, São Paulo, v. 52, n. 7, p. 1073-1075, Out. 2008.