

**FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA DE MOSSORÓ
CURSO DE BACHAREL EM BIOMEDICINA**

**RAFAELLA COSTA LEITE
SHIRLEY DE LIMA PORTO**

**OZONIOTERAPIA COMO ALIADO NO TRATAMENTO E CICATRIZAÇÃO DE
ÚLCERAS CUTÂNEAS, ASSOCIADAS A DIABETES: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA**

**MOSSORÓ
2024**

**RAFAELLA COSTA LEITE
SHIRLEY DE LIMA PORTO**

**OZONIOTERAPIA COMO ALIADO NO TRATAMENTO E CICATRIZAÇÃO DE
ÚLCERAS CUTÂNEAS, ASSOCIADAS A DIABETES: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA**

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró (FACENE/RN), como requisito obrigatório, para obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador(a): Prof. Me. Antônio Alex de Lima Silva

MOSSORÓ
2024

Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró/RN – FACENE/RN.
Catalogação da Publicação na Fonte. FACENE/RN – Biblioteca Sant'Ana.

L533o Leite, Rafaella Costa.

Ozonioterapia como aliado no tratamento e cicatrização de úlceras cutâneas, associadas a diabetes: uma revisão integrativa. / Rafaella Costa Leite; Shirley de Lima Porto. – Mossoró, 2024.

30 f. : il.

Orientador: Prof. Me. Antônio Alex de Lima Silva.

Artigo científico (Graduação em Biomedicina) – Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró.

1. Ozônio. 2. Dermatopatia. 3. Terapias complementares.
I. Porto, Shirley de Lima. II. Silva, Antônio Alex de Lima. III.
Título.

CDU 616.379-008.64

**RAFAELLA COSTA LEITE
SHIRLEY DE LIMA PORTO**

**OZONIOTERAPIA COMO ALIADO NO TRATAMENTO E CICATRIZAÇÃO DE
ÚLCERAS CUTÂNEAS, ASSOCIADAS A DIABETES: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA**

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró (FACENE/RN), como requisito obrigatório, para obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Aprovada em ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Antonio Alex de Lima Silva – Orientador
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Prof. Esp. Franciara Maria da Silvia Rodrigues – Avaliadora
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Profa. Dra. Sibele Lima da Costa Dantas – Avaliadora
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

**OZONIOTERAPIA COMO ALIADO NO TRATAMENTO E
CICATRIZAÇÃO DE ÚLCERAS CUTÂNEAS, ASSOCIADAS A
DIABETES: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

**OZONE THERAPY: AN ALLY IN THE TREATMENT AND HEALING
OF SKIN ULCERS ASSOCIATED WITH DIABETES**

**RAFAELLA COSTA LEITE
SHIRLEY DE LIMA PORTO**

RESUMO

A Diabetes Mellitus é uma doença metabólica que provoca o aumento da glicemia. Esse aumento crônico pode levar a diversas complicações, como falência de órgãos, alterações importantes no seu funcionamento e a formação de úlceras diabéticas, causadas pelo comprometimento da circulação sanguínea e da angiogênese. A ozonioterapia tem surgido como uma alternativa complementar no tratamento de diversas lesões de pele, devido às propriedades benéficas do ozônio. O presente estudo teve como objetivo analisar a eficácia da ozonioterapia no tratamento e na cicatrização de úlceras cutâneas em pacientes com diabetes. Trata-se de uma revisão integrativa de caráter exploratório, com as pesquisas realizadas nas bases de dados Lilacs, PubMed, Medline e Scielo. Os critérios de inclusão foram: artigos redigidos nos idiomas português e inglês, publicados entre janeiro de 2018 e dezembro de 2023, abordando os temas com base nos seguintes descritores: *Ozone Therapy*, *Diabetes Mellitus* e *Skin Ulcer*, conectados pelo operador booleano AND. Os estudos foram avaliados a partir da leitura dos títulos, seguida de uma análise criteriosa para selecionar apenas os artigos diretamente relacionados à temática. Como resultados, foram encontrados sete artigos científicos que abordam a ozonioterapia como um tratamento eficaz para a cicatrização de úlceras em pacientes diabéticos. As pesquisas indicaram que essa terapia, além de promover a cicatrização, reduz a inflamação e o risco de infecções, o que, conseqüentemente, contribui para uma menor necessidade de intervenções cirúrgicas. Os estudos demonstraram que esse método representa um avanço, principalmente no que diz respeito a abordagens terapêuticas mais abrangentes e acessíveis, sendo mais uma alternativa disponível no campo da saúde. A integração da ozonioterapia com outros tratamentos é uma forma de diversificar e potencializar as opções disponíveis, oferecendo mais alternativas para os pacientes diabéticos. Conclui-se que a ozonioterapia é uma alternativa viável no tratamento complementar das úlceras cutâneas em pacientes diabéticos, comprovando seu potencial de cicatrização, suas propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas, além de sua capacidade de estimular a angiogênese.

PALAVRAS-CHAVE: Ozônio. Dermatopatia. Terapias complementares.

ABSTRACT

Diabetes Mellitus is a metabolic disease that causes an increase in blood glucose levels. This chronic increase can lead to various complications, such as organ failure, significant changes

in their functioning, and the formation of diabetic ulcers, caused by impaired blood circulation and angiogenesis. Ozone therapy has emerged as a complementary alternative in the treatment of various skin lesions due to the beneficial properties of ozone. The aim of this study was to analyze the effectiveness of ozone therapy in the treatment and healing of skin ulcers in patients with diabetes. This is an exploratory integrative review, with research conducted in the Lilacs, PubMed, Medline, and Scielo databases. The inclusion criteria were: articles written in Portuguese and English, published between January 2018 and December 2023, addressing the topics based on the following descriptors: Ozone Therapy, Diabetes Mellitus, and Skin Ulcer, connected by the Boolean operator AND. The studies were evaluated by reading the titles, followed by a thorough analysis to select only the articles directly related to the topic. As a result, seven scientific articles were found that address ozone therapy as an effective treatment for the healing of ulcers in diabetic patients. The research indicated that this therapy, in addition to promoting healing, reduces inflammation and the risk of infections, which consequently contributes to a reduced need for surgical interventions. The studies demonstrated that this method represents progress, especially concerning more comprehensive and accessible therapeutic approaches, being an additional alternative available in the healthcare field. The integration of ozone therapy with other treatments is a way to diversify and enhance the available options, offering more alternatives for diabetic patients. It is concluded that ozone therapy is a viable alternative in the complementary treatment of skin ulcers in diabetic patients, proving its healing potential, anti-inflammatory and antimicrobial properties, as well as its ability to stimulate angiogenesis.

KEYWORDS: Ozone. Dermatopathy. Complementary therapies

1 INTRODUÇÃO

A Diabetes Mellitus (DM), como é denominada no âmbito científico, é caracterizada, segundo Castro et al. (2021)¹, como uma doença que compromete o metabolismo das gorduras, proteínas e carboidratos, resultando, como consequência, “um aumento nos níveis de glicemia e uma redução na utilização de glicose pelas células” (Castro et al., 2021, p. 3350)¹. O estudo sobre doenças promove maior conhecimento científico e, conseqüentemente, avanço no diagnóstico, assim como nos conhecimentos sobre prevenção, cuidados e tratamentos, especialmente em relação a doenças que afetam uma grande parcela da população, como hipertensão, obesidade e diabetes.

De acordo com Fonseca e Rached (2019)², a DM é causada pela insuficiência na produção de insulina pelo pâncreas, hormônio responsável por regular a glicose no sangue. Segundo os autores, a deficiência de insulina prejudica o metabolismo das células do corpo humano. Quando acometido pela Diabetes, o indivíduo compromete a produção de insulina, o que resulta no aumento da glicemia e pode causar diversos problemas e complicações no coração, nas artérias, nos olhos, nos rins, nos nervos e, em casos extremos, levar à morte.

Entre as principais complicações causadas pela DM, Araújo et al. (2020)³ destacam “os quatro Ps”, que são: perda de peso, poliúria, polidipsia e polifagia. A poliúria é o sintoma de urinar excessivamente; a polidipsia refere-se à sensação constante de sede; e a polifagia é o termo utilizado para descrever a fome excessiva. Além disso, os autores destacam outros fatores clínicos, como: “balanopostite, fadiga, fraqueza, infecções de repetição, letargia, prurido cutâneo e vulvar, entre outros” (Araújo et al., 2020, p. 46-47)³.

Quanto às lesões cutâneas que podem surgir em pacientes com DM, Costa et al. (2022)⁴ afirmam que as úlceras nos pés são uma das lesões mais incapacitantes e temidas que a doença pode causar, pois podem resultar em deficiências nos membros, chegando até mesmo à amputação, o que acarreta uma perda significativa na qualidade de vida dos pacientes. Entre as formas de tratamento, os autores destacam o controle metabólico, o uso de terapias tópicas, como o desbridamento de tecidos necrosados, drenagem de pus, curativos, antibioticoterapia e cirurgia ortopédica. Além desses tratamentos convencionais, há um crescente interesse na ozonioterapia como uma alternativa terapêutica. Utilizado pela primeira vez com sucesso em soldados com gangrenas pós-traumáticas durante a Segunda Guerra Mundial, esse método foi sendo progressivamente estudado e aplicado na medicina de diversas formas.

De acordo com Costa et al. (2022)⁴, a ozonioterapia pode ser utilizada no tratamento de várias patologias devido ao gás ozônio (O_3), que possui propriedades antioxidantes e ação antibacteriana. Compreendendo esses benefícios, esta pesquisa busca discutir, de forma mais aprofundada, esse tipo de tratamento, especialmente no que diz respeito à cicatrização de úlceras causadas pela DM. A fundamentação teórica será baseada em autores que discutem o tema, além de considerar a portaria nº 702, de 21 de março de 2018, que inclui a ozonioterapia no âmbito da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC), reconhecendo o potencial terapêutico do ozônio.

A Resolução do Conselho Federal de Biomedicina, no contexto das PNPIC, refere-se às atividades e competências atribuídas aos biomédicos no exercício dessas práticas de saúde. As PNPIC abrangem um conjunto de abordagens terapêuticas que visam promover o cuidado integral ao paciente, utilizando métodos não convencionais ou complementares à medicina tradicional, todos reconhecidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil. O biomédico desempenha um papel fundamental nessas práticas, desde que devidamente habilitado e capacitado para tal, conforme a resolução CFBM nº 269/2018. Esse profissional pode atuar na pesquisa, no desenvolvimento e no controle de qualidade de produtos utilizados nas PNPIC, além de contribuir para a promoção, prevenção e reabilitação da saúde, sempre respeitando os

princípios éticos e legais relacionados à prática dessas terapias, garantindo a segurança e o bem-estar dos pacientes.

Nesse sentido, o objetivo deste artigo foi analisar, por meio de uma revisão integrativa, a eficiência da ozonioterapia no tratamento e na cicatrização de úlceras cutâneas em pacientes com diabetes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DIABETES

A diabetes foi relatada pela primeira vez em 1500 a.C. no Papiro de Ebers, como o ato de urinar frequentemente, mas foi somente na Grécia Antiga que o termo "diabetes" foi utilizado. Entre os séculos XV e XIX, diversas pesquisas possibilitaram a distinção entre o diabetes insípido e o diabetes mellitus, sendo este último associado ao sabor adocicado da urina dos pacientes, que se assemelhava ao sabor das uvas (Gomes, 2015)⁵.

O século XIX trouxe avanços significativos em relação à compreensão da diabetes. Foi nesse período que a dieta começou a ser implementada como parte do tratamento, pois ela diminuía a excreção de glicose. No entanto, as dietas eram tão restritivas que muitas vezes resultavam em desnutrição. Como forma de contornar esse quadro, Banting e Best descobriram a insulina, um extrato proveniente do pâncreas, que possibilitou uma melhora significativa no estado de saúde dos pacientes acometidos. Atualmente, a diabetes ainda é uma doença em constante crescimento, devido a fatores de risco associados à sua predisposição, como a obesidade (Gomes, 2015)⁵.

A Diabetes Mellitus é uma doença metabólica caracterizada pelo aumento da glicemia, o que resulta em sintomas como poliúria, polifagia e polidipsia, além de diminuição do peso e complicações graves. O aumento crônico da glicemia pode levar à falência de órgãos, bem como a alterações significativas nas suas funções. Entre os órgãos mais afetados estão os rins, os olhos, o coração, os vasos e os nervos. A hiperglicemia é causada por disfunções na secreção da insulina ou em seu mecanismo de ação, e o diagnóstico precoce é fundamental para prevenir as complicações da doença (Hammer; McPhee, 2016)⁶. A Diabetes Mellitus é dividida em dois tipos: tipo 1 e tipo 2, sendo que cada um possui sintomas e tratamentos distintos.

A Diabetes tipo 2 se desenvolve a partir de hábitos alimentares inadequados e pode ser influenciada por fatores hereditários e sedentarismo. Este é o tipo de diabetes mais comum,

acometendo principalmente adultos na terceira década de vida. O diagnóstico é feito com base em exames laboratoriais, como a glicemia em jejum e a hemoglobina glicada. Em casos menos graves, hábitos saudáveis podem ser incorporados ao estilo de vida do indivíduo, contribuindo para o controle da doença. Dieta adequada e atividades físicas regulares são aliados nesse processo. Nos casos mais graves, é necessária a reposição de insulina e o uso de outras medicações para o controle glicêmico (Casarin et al., 2022)⁷. A Diabetes gestacional ocorre durante a gravidez. A glicose proveniente da gestante é a principal fonte de energia para o feto, e a concentração dessa substância no sangue tende a aumentar ao longo da gestação, estimulando a produção de insulina e resultando na diabetes gestacional. As alterações metabólicas que ocorrem durante a gravidez tendem a normalizar após o nascimento da criança, em até sete dias. No entanto, gestantes que tiveram diabetes gestacional têm maior risco de desenvolver diabetes mellitus tipo 2 ao longo da vida (Casarin et al., 2022)⁷.

A Diabetes tipo 1 é a forma mais grave da doença, com características autoimunes. Ela ocorre quando há destruição das células beta das ilhotas de Langerhans, devido a uma resposta equivocada do sistema imunológico que ataca essas células, resultando na incapacidade de produzir insulina. Fatores ambientais e genéticos contribuem para o desenvolvimento da doença, que atinge principalmente crianças e adolescentes. Os sinais e sintomas surgem após a destruição de cerca de 80% das ilhotas. O diagnóstico é feito nas primeiras seis semanas após o início dos sintomas, com base na avaliação do nível de glicose na corrente sanguínea. As medidas diagnósticas incluem glicemia em jejum ≥ 126 mg/dL, glicemia casual ≥ 200 mg/dL ou glicemia após duas horas do teste de intolerância à glicose ≥ 200 mg/dL. O tratamento é realizado com insulina, medicamentos, dieta e exercícios físicos, a fim de estabilizar a glicose no sangue (Sociedade Brasileira de Diabetes, 2024)⁸.

A diabetes apresenta manifestações clínicas, que podem ser agudas ou crônicas, e podem acometer pacientes com diabetes tipo 1 e tipo 2. Entre as complicações agudas, destacam-se a hiperglicemia, que leva a poliúria (aumento da quantidade de urina), polidipsia (sede excessiva) e polifagia (fome excessiva), além de cetoacidose diabética, coma hiperosmolar e hipoglicemia. Já as complicações crônicas incluem doenças microvasculares (como retinopatia, nefropatia e neuropatia), doenças macrovasculares (como doença arterial coronariana, doença vascular periférica, infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral), alterações esqueléticas, infecções e úlceras de pé diabético (Hammer; McPhee, (2016)⁶; Harding, (2018)⁹; Tschiedel, (2014))¹⁰.

As úlceras de pé diabético ocorrem devido a uma série de fatores, como glicemia descontrolada, neuropatia periférica, doença arterial periférica, vasculopatia e imunodepressão (Ferreira, 2020)¹¹. Há perda de sensibilidade no epitélio e deformações nos pés, além da dificuldade de cicatrização, o que leva, de forma silenciosa, à formação de úlceras abertas, infeccionadas e com elevado risco de amputação (Antar et al., 2021)¹². Esse tipo de patologia será abordado de forma detalhada no próximo tópico.

2.1.1 Úlceras cutâneas em pacientes diabéticos

As úlceras cutâneas são ferimentos que afetam a pele e têm difícil recuperação, apresentando uma evolução crônica. As úlceras cutâneas crônicas são aquelas que foram diagnosticadas tardiamente, que não receberam o tratamento adequado ou que permaneceram infeccionadas por um longo período, dificultando a cicatrização, mesmo com intervenções apropriadas (Trivelatto et al., 2018)¹³.

Essas úlceras se caracterizam pela perda da epiderme e da derme, podendo atingir os tecidos mais profundos da pele. Elas podem apresentar um aspecto irregular ou uma área delimitada e circunscrita (Gricio et al., 2017)¹⁴, como pode ser observado na figura 1. A classificação das úlceras cutâneas depende de sua etiologia, sendo as principais: úlceras por pressão, úlceras vasculares arteriais e venosas e úlceras diabéticas (Trivelatto et al., 2018)¹³.

Figura 1: Representação de uma úlcera em pé diabético



Fonte: Macedo (2020).

O tratamento das úlceras cutâneas em pacientes diabéticos inclui desbridamento mecânico, troca frequente de curativos e remoção da carga recebida pelo membro afetado. Quanto ao desbridamento local, este é realizado sem a necessidade de anestesia, uma vez que a sensibilidade está comprometida devido à neuropatia periférica. A remoção do tecido necrótico reduz a quantidade de bactérias na superfície da ferida, o que favorece o processo de cicatrização. A troca regular de curativos é fundamental, pois mantém a ferida limpa e favorece a formação de tecido de granulação. Para que essas alternativas sejam eficazes, é essencial verificar se a úlcera está sendo submetida a algum tipo de pressão, a qual deve ser minimizada para contribuir com o processo de cicatrização (Ferreira, 2020)¹¹.

A cicatrização das úlceras em pacientes diabéticos é um processo complexo e frequentemente comprometido, devido a diversas alterações nesse processo. A primeira delas é a quantidade exacerbada de elementos pró-inflamatórios, como o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), interleucina 1 (IL-1) e interleucina 6 (IL-6). Isso resulta em uma inflamação crônica sistêmica, que interfere nos processos de regeneração tecidual. Além disso, observa-se que o sistema imunológico é perturbado pela DM, o que compromete as funções dos neutrófilos e das células T, dificultando a remoção das bactérias e aumentando a propensão a infecções (Andrade, 2016)¹⁵.

As úlceras crônicas em pés diabéticos são acompanhadas de hipóxia (oxigenação insuficiente), causada pelo comprometimento da circulação sanguínea e pela diminuição da capacidade de angiogênese (formação de novos vasos sanguíneos). Esse quadro contribui para a dificuldade de cicatrização das feridas, pois provoca uma resposta inflamatória precoce. A hiperglicemia também aumenta o estresse oxidativo, o que dificulta ainda mais o processo de cicatrização. Além disso, a presença elevada de metaloproteinases contribui para a destruição dos tecidos, impedindo que a reparação ocorra adequadamente (Andrade, 2016)¹⁵.

Todas essas questões devem ser consideradas ao definir o tratamento dessas lesões, que se mostram complexas e desafiadoras. Devido a essas dificuldades no manejo das úlceras cutâneas, algumas técnicas complementares podem ser utilizadas, como a fitoterapia, a apiterapia e a ozonioterapia (Lemos et al., 2018)¹⁶.

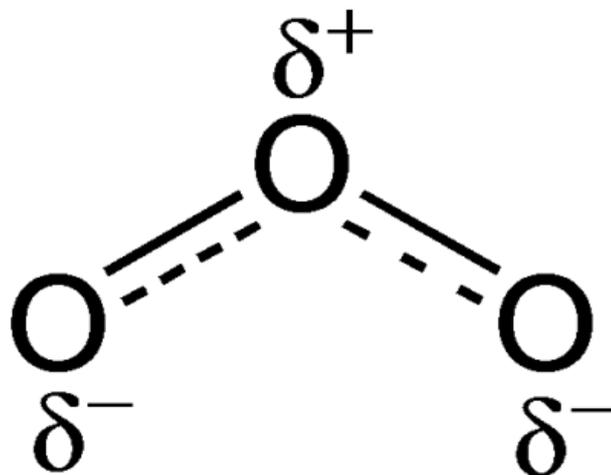
2.2. OZÔNIO

O ozônio é uma substância química descoberta em 1840 pelo pesquisador alemão Dr. Christian Friedrich Schoenbein, por meio da submissão do oxigênio a descargas elétricas. O

pesquisador notou um odor originado da matéria elétrica, que mais tarde foi nomeado como “ozein”, do grego “aquilo que cheira” (Aboz, 2024)¹⁷.

Essa substância é uma forma alotrópica do oxigênio, composta por três átomos de oxigênio (figura 02). Em condições ambientais, apresenta-se na forma gasosa, com coloração azul pálida, e possui características químicas como alta reatividade, elevado poder oxidante e desinfetante, além de ser termicamente instável e explosiva (Lima et al., 2021)¹⁸.

Figura 2: Híbrido de ressonância da molécula de ozônio.



Fonte: Sociedade Brasileira de Química (2024).

O ozônio é um dos gases mais conhecidos e importantes da estratosfera, pois desempenha um papel fundamental no processo de filtragem da radiação ultravioleta (UV) proveniente dos raios solares. A camada de ozônio atua como uma barreira protetora para os organismos vivos, impedindo a exposição nociva aos raios UV, que estão associados a diversos efeitos adversos e prejudiciais à saúde. Além disso, essa camada tem um papel significativo na regulação térmica do planeta, contribuindo para a estabilização da temperatura global (Silva, Feldmann, 2022)¹⁹.

A produção artificial de ozônio tem sido amplamente estudada devido à sua importância e às diversas aplicações. Por ser um gás distinto da maioria, seus métodos de produção são variados, já que, devido à sua rápida decomposição, não pode ser armazenado por longos períodos. Os métodos de produção mais comuns são: descarga elétrica silenciosa, descarga corona e fotólise do oxigênio molecular.

No método de descarga elétrica silenciosa, o ozônio é produzido pela aplicação de uma carga elétrica de alta frequência em um gás inerte, o oxigênio, dentro de um reator de

descarga (Meher et al., 2023)²⁰. A produção por descarga corona ocorre por meio de alta tensão, que gera um campo elétrico forte o suficiente para romper a rigidez do ar entre os eletrodos, permitindo o reagrupamento dos átomos de oxigênio em ozônio. Por fim, a fotólise do oxigênio molecular utiliza radiação ultravioleta de alta energia para quebrar as moléculas de oxigênio, formando ozônio. Dentre esses métodos, a descarga elétrica silenciosa tem sido amplamente explorada devido ao ótimo custo-benefício, pois produz ozônio em alta concentração com baixo consumo de energia. Em contrapartida, a descarga corona é caracterizada por sua simplicidade e facilidade de operação, necessitando apenas da excitação energética das moléculas de oxigênio para se redistribuírem em oxigênio atômico, na forma de ozônio. Além disso, a fotólise do oxigênio molecular tem sido considerada uma alternativa sustentável, pois aproveita a energia solar para promover a formação de ozônio (Paula, 2021)²¹.

A aplicação do ozônio tem sido investigada e explorada em diversos campos científicos devido às suas propriedades, principalmente sua ação germicida, bactericida e de limpeza química. Sua capacidade de destruir microrganismos por meio da oxidação direta torna-o adequado para o tratamento de água e esgoto, conservação, branqueamento, indústria têxtil e desodorização de ambientes. Contudo, sua aplicação tem se intensificado na área da saúde, especialmente nos tratamentos médicos e odontológicos, por meio da ozonioterapia (Lima et al., 2021)¹⁸.

2.1.1 Ozonioterapia

A ozonioterapia é uma prática terapêutica utilizada no tratamento de diversas patologias, atuando diretamente no estresse oxidativo crônico provocado por doenças como aterosclerose, diabetes, infecções virais, úlceras diabéticas, entre outras. Sua primeira aplicação remonta à Primeira Guerra Mundial, quando foi utilizada no tratamento de feridas em soldados afetados pela gangrena gasosa, nos anos de 1916 e 1917 (Silva et al., 2022)²².

No Brasil, seu uso foi respaldado pela Portaria nº 702, do Ministério da Saúde, em 2018, além do reconhecimento de diversas entidades, como o Conselho Federal de Odontologia (Resolução CFO nº 166/2015), o Conselho Federal de Enfermagem (Resolução nº 421/2012), o Conselho Federal de Farmácia (Resolução nº 685/2020) e o Conselho Federal de Biomedicina (Resolução nº 321/2020). Esta portaria inclui a ozonioterapia nas práticas integrativas e complementares (PICS) fornecidas pelo Sistema Único de Saúde (Lima et al., 2021)¹⁸. A prática é considerada segura, de baixo custo e com segurança comprovada, sendo

reconhecida, contudo, sua eficácia ocorre de forma "em rede", ou seja, em conjunto com outras terapias, visando maximizar os resultados. Portanto, seu uso deve ser complementar (Silva et al., 2022)²².

A ozonioterapia tem se mostrado uma abordagem promissora no tratamento de lesões de pele de diversas etiologias, devido ao mecanismo de ação do ozônio (Batista et al., 2021)²³. Suas propriedades incluem: atividade antimicrobiana, sendo eficaz contra uma ampla variedade de bactérias, vírus e fungos, com capacidade de inativar patógenos e promover uma evolução positiva no tratamento; atividade cicatrizante, que, por meio da estimulação vascular local, promove a regeneração tecidual e modula a resposta inflamatória, resultando em uma recuperação e cicatrização mais eficientes e confortáveis; e modulação imunológica, com efeitos que garantem uma aceitação adequada do tratamento, reduzindo as reações adversas (De Moura et al., 2024)²³.

No tratamento das úlceras cutâneas em pacientes diabéticos, a ozonioterapia tem se mostrado extremamente eficaz. Estudos demonstram sua eficácia na cicatrização e na prevenção de complicações do diabetes, como as infecções. Também há evidências da redução da carga bacteriana, embora sejam necessários mais estudos clínicos para estabelecer protocolos que comprovem sua eficácia e segurança (Lima et al., 2021)¹⁸.

2.2.2 Uso da ozonioterapia no tratamento de úlceras cutâneas em pacientes diabéticos

As aplicações da ozonioterapia variam devido às diversas vias de administração. Na terapia para o tratamento de úlceras cutâneas em pacientes diabéticos, as formas mais comuns de aplicação incluem: aplicação local, com ozônio em bolsas; insuflação, introduzido através de insufladores; aplicação tópica por meio de banhos, com imersão em água ozonizada; e auto-hemoterapia, que consiste na aplicação do ozônio em parte do sangue do paciente, seguido de sua reintrodução no corpo via venosa ou intramuscular (Batista et al., (2021)²³; Ministério da Saúde, (2018))²⁴.

A ozonioterapia tem se mostrado uma alternativa complementar no tratamento de úlceras cutâneas em pacientes diabéticos (Gao et al., 2019)²⁵; (Izadi et al., 2019)²⁶; (Martinez et al., 2019)²⁷. Esses estudos evidenciam os benefícios do ozônio na aceleração do processo de cicatrização, uma vez que a terapia promove a oxigenação dos tecidos, aumenta o fluxo sanguíneo local e estimula processos biológicos que favorecem a cicatrização. O ozônio estimula a formação de novos vasos sanguíneos, além de promover a proliferação celular e

modular a resposta inflamatória, criando um ambiente favorável à regeneração tecidual (Batista et al., 2021)²³.

Izadi et al. (2019)²⁶ e Rosul; Patskan (2016)²⁸ ratificam que a terapia com ozônio possui propriedades que atuam na prevenção ou inibição do estresse oxidativo, na melhoria do nível da dor e no controle glicêmico, além de promover melhora sistêmica e resultados secundários, como a normalização da contagem de leucócitos, aumento dos linfócitos e monócitos, e a transição do efeito inflamatório degenerativo para o regenerativo.

Entretanto, existe uma variação na manipulação da terapêutica, no que se refere à frequência de aplicação, tipo de formulação e concentração do oxigênio. Esse fato indica a existência de uma variabilidade de protocolos, o que sugere a necessidade de estudos aprofundados para a elaboração de um protocolo único de aplicação, garantindo o sucesso do tratamento (Batista et al., 2021)²³.

Essa abordagem terapêutica mostra-se promissora, mas requer a atuação de profissionais devidamente habilitados e capacitados para garantir uma aplicação segura e eficaz. Médicos, enfermeiros, dentistas, fisioterapeutas e biomédicos são os profissionais habilitados para a prática. O biomédico desempenha uma função essencial na ozonioterapia, devido à sua formação multidisciplinar. Além disso, a graduação em Biomedicina garante ao profissional a aptidão para realizar procedimentos invasivos, como a auto-hemoterapia, com competência.

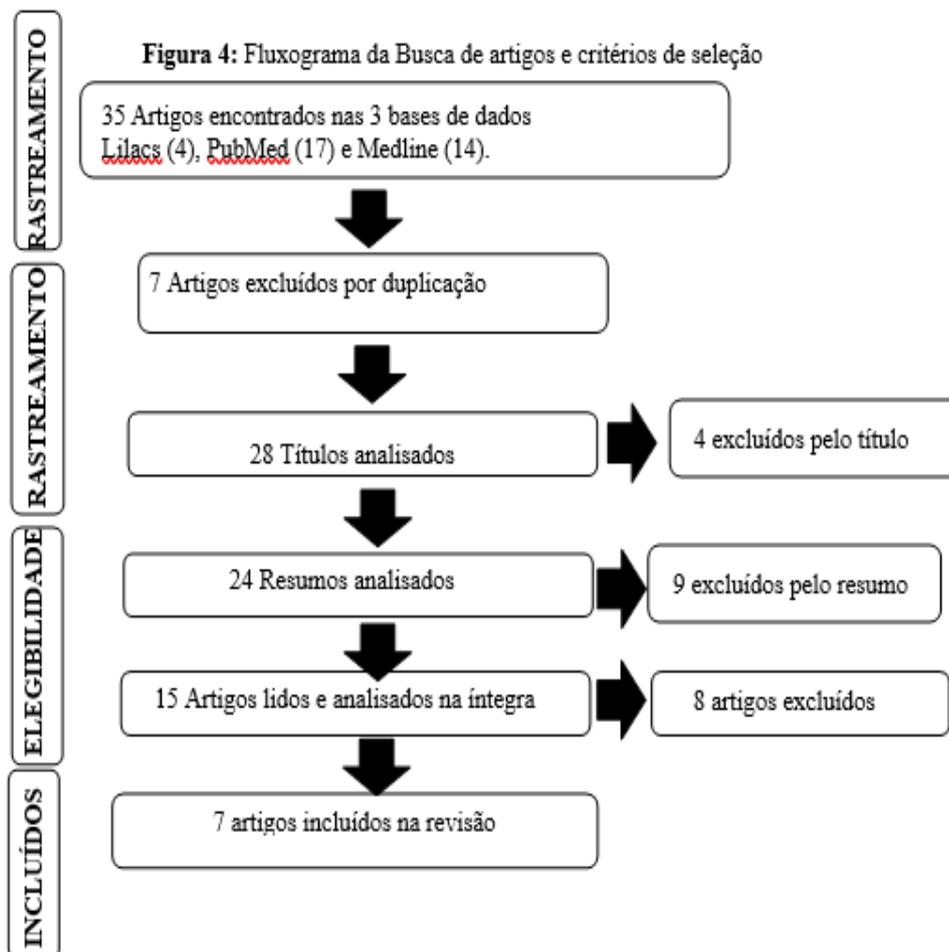
2.3 A HABILITAÇÃO DO BIOMÉDICO NO USO DA TÉCNICA DE OZONIOTERAPIA

A Resolução nº 321, publicada em 16 de junho de 2020, confere o reconhecimento do biomédico para atuar na área da ozonioterapia, uma vez que esta é uma alternativa de tratamento complementar de caráter interdisciplinar. De acordo com o Conselho Federal de Biomedicina, o profissional biomédico possui segurança legal para executar a ozonioterapia, desde que seja comprovada a sua capacidade profissional para tal atuação, a fim de assegurar o exercício responsável da profissão e a segurança na aplicação da terapia. A habilitação para o uso dessa terapia na Biomedicina facilita o acesso da população a esse recurso, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes (Conselho Federal de Biomedicina, 2020)²⁹.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa de cunho exploratório que, segundo Martins (2018)³⁰, é uma revisão planejada com o objetivo de analisar tendências e sintetizar resultados a partir de estudos previamente realizados. Esse processo contribui para o debate sobre métodos e resultados de pesquisas, além de orientar a realização de estudos futuros sobre a temática em questão, a qual busca responder à seguinte questão-problema: Quais são os benefícios da ozonioterapia no tratamento e na cicatrização de úlceras cutâneas diabéticas?

O método integrativo possibilita a integração detalhada e abrangente das informações obtidas por meio de uma busca bibliográfica sistemática. Esse processo visa criar um estudo que permita uma compreensão aprofundada sobre um tema específico e facilite a aplicação dos resultados na prática. A pesquisa foi realizada seguindo etapas metodológicas que auxiliaram na busca e seleção dos artigos, conforme apresentado no fluxograma da Figura 3.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Para a realização desta revisão de literatura, foram realizadas pesquisas nas seguintes bases de dados: Lilacs, PubMed e Medline. A busca foi realizada nos Descritores em Ciências da Saúde (DECS) em inglês, com o objetivo de ampliar a abrangência da pesquisa, utilizando os termos: *Ozone Therapy*, *Diabetes Mellitus*, *Skin Ulcer*, com o conectivo booleano AND. Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: estudos disponíveis nas bases de dados selecionadas, redigidos em inglês, de acesso gratuito, publicados entre janeiro de 2018 e dezembro de 2023, e que abordassem os descritores específicos deste estudo, bem como tópicos correlatos. Os critérios de exclusão foram: estudos irrelevantes para o tema da pesquisa, resumos, trabalhos incompletos, estudos em idiomas diferentes de inglês e duplicados em diferentes bases de dados.

O procedimento de coleta de dados consistiu na pesquisa, por meio da internet, nas bases de dados mencionadas: Lilacs, PubMed e Medline. Foram utilizados como descritores os termos “*Ozone Therapy*”, “*Diabetes Mellitus*” e “*Skin Ulcer*”, além do conectivo booleano AND. Após a pesquisa, a seleção dos artigos seguiu três etapas: triagem inicial, análise crítica e cruzamento das informações.

A primeira etapa envolveu a triagem inicial. Nesse processo, entre todos os trabalhos encontrados nas plataformas, realizou-se uma primeira seleção por meio da filtragem de textos traduzidos para o inglês e que tivessem o texto completo. Em seguida, procedeu-se à leitura dos títulos para verificar sua correspondência com a temática pesquisada. Foram excluídos os trabalhos incompletos e os que não correspondiam à temática abordada. Nessa primeira etapa, foram selecionados 52 artigos.

A segunda etapa consistiu em uma análise crítica dos trabalhos selecionados, com o intuito de escolher apenas os estudos diretamente relacionados à temática em questão. Para isso, a seleção seguiu os critérios de inclusão e exclusão, resultando em 15 artigos selecionados. Por fim, foi realizado o cruzamento das informações, com a exclusão de trabalhos repetidos ou que tratassem de revisão de literatura. Restaram, nesta etapa, 7 artigos. Após isso, foram utilizados dois instrumentos para a coleta dos dados dos artigos selecionados. Com o Instrumento 1, foram coletadas as seguintes informações: identificação do estudo (título), a base de dados em que foi pesquisado, o periódico de publicação e o ano da publicação. Essas informações são relevantes para situar o leitor em relação ao tema de cada trabalho, e o ano de publicação permite avaliar a atualidade da pesquisa.

Com o Instrumento 2, foram coletados os objetivos de cada pesquisa, a metodologia utilizada e os resultados encontrados. Essas informações são importantes para que o leitor

compreenda os métodos científicos empregados, o que confere maior credibilidade às pesquisas, além dos resultados obtidos, que oferecem uma visão mais clara do que foi alcançado.

As informações coletadas por meio do Instrumento 1 e do Instrumento 2 permitiram um melhor entendimento dos trabalhos selecionados e sua relevância em relação à temática proposta. Em seguida, foi realizada uma leitura crítica dos mesmos, essencial para as discussões sobre o tema e para a apresentação dos resultados da pesquisa.

Após a leitura crítica dos trabalhos selecionados, foram feitas interpretações e correlações, que possibilitaram compreender os benefícios da ozonioterapia para a cicatrização de úlceras cutâneas em pacientes diabéticos, relacionando as informações de forma qualitativa para uma melhor compreensão do tema.

Por fim, após a revisão integrativa dos trabalhos selecionados, foi apresentada uma síntese do conhecimento adquirido, destacando os principais achados e as percepções dos autores pesquisados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de busca e seleção dos artigos para a revisão sistemática. Inicialmente, foram encontrados 35 artigos em três bases de dados: Lilacs (4), PubMed (17) e Medline (14). Após a remoção de 7 artigos duplicados, restaram 28 títulos, os quais foram analisados. Desses, 4 foram excluídos com base no título, resultando em 24 resumos para avaliação. Após a análise dos resumos, 9 artigos foram excluídos por não conter informações sobre a temática pesquisada, restando 15 artigos para leitura e análise na íntegra. Por fim, 8 artigos foram descartados durante esta fase, culminando na inclusão de 7 artigos na revisão final.

Quadro 1: Identificação dos estudos utilizados na construção dos resultados e discussões quanto aos nomes, autorias, bases de dados, periódicos e anos.

Nº	IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO	AUTORES	BASE DE DADOS	PERIÓDICO	ANO
1	Efficacy of ozone therapy in patients with ulcerative lesions due to diabetes mellitus	Myroslav V Rosul; Bohdan M Patskan	PUBMED	Wiad Lek (A4)	2018
2	Efficacy of comprehensive ozone therapy in healing diabetic foot ulcers.	Morteza Izadi; Ramin Kheirjou; Roya Mohammadpour; Mohammad Hassan Aliyoldashi; Saeedreza Jamali Moghadam; Farzin Khorvash; Nematollah Jonaidi Jafari; Shahram Shirvani; Nahid khalili	PUBMED	Diabetes Metab Syndr (A4) Fator de impacto 4,3	2019
3	Evolution of diabetic foot ulcers with mixed treatment of Heberprot-P® and ozone therapy	Amirelia Fabelo Martínez; Alain Figueroa Martínez; Calixto Valdés Pérez; Damaris Pérez Leonard; Adanay Álvarez López.	MEDLINE	Revista Cubana de Angiología (B4)	2019
4	Effect of ozonotherapy on wound healing.	Bruna Fuhr Marchesini; Silene Bazi Ribeiro.	LILACS	Fisioterapia Brasil (B4)	2020
5	Ozone therapy as an adjuvant in the treatment of diabetic foot ulcers. A case report.	Navid Faraji; Rasoul Goli; Babak Choobianzali; Soheyla Bahrami; Ali Sadeghian; Nazila Sepehrnia, e; Mahmoodreza Ghalandari	PUBMED	Journal of Medical Case Reports	2021
6	The study of action the ozone in the surgical treatment of inflammatory processes due to diabetes mellitus.	Svitlana Y Karatieieva; Nataliia Y Muzyka; Karolina I Yakovets; Oksana V Bakun; Ksenia V Slobodian.	PUBMED	Wiad Lek	2021
7	Evaluation of the healing potential of short-term ozone therapy for the treatment of diabetic foot ulcers.	Haojie Sol; Hao Heng; Xuekui Liu; Houfa Geng; Jun Liang	PUBMED	Endocrinol Frontal	2023

Fonte: Autoria própria (2024)

Como se observa no Quadro 1, os artigos selecionados foram publicados entre 2018 e 2023, sendo um artigo de 2018, dois de 2019, um de 2020, dois de 2021 e um de 2023. Isso demonstra que o tema vem sendo discutido de forma contínua, com pesquisas cada vez mais recentes sobre o assunto, o que é relevante para compreender as mudanças, permanências e desafios encontrados nas investigações ao longo dos anos.

Quanto aos autores, nota-se que são pesquisadores da área da saúde, com formação em medicina, biomedicina, angiologia e fisioterapia, vinculados a universidades ou instituições de pesquisa. Observa-se, também, que a maior parte dos trabalhos encontrados, ou seja, cinco dos sete artigos selecionados, foram publicados na base de dados PubMed, e também estão presentes na Medline, com exceção do artigo 3, de Martinez (2019), que só foi encontrado na Medline. Apenas um artigo foi encontrado na base de dados Lilacs, que é uma plataforma latino-americana. Isso sugere que há um interesse relativamente baixo de pesquisadores latino-americanos na publicação de trabalhos sobre ozonioterapia. De acordo com Andrade (2020)³¹ a ozonioterapia para tratamento de feridas é reconhecida pelos sistemas de saúde de países como Alemanha, Suíça, Itália, Cuba, Ucrânia, Rússia, Espanha, Grécia, Egito, Austrália, além de ser aplicada em 15 estados dos Estados Unidos. Segundo a autora, no Brasil, o Conselho Federal de Medicina (CFM) ainda não a reconhece, sendo praticada apenas como pesquisa e investigação científica. Esse fato pode explicar o número maior de pesquisas realizadas no exterior e o menor interesse dos pesquisadores latino-americanos, o que se reflete no número reduzido de publicações na plataforma Lilacs.

A maioria dos periódicos nos quais os artigos selecionados foram publicados são internacionais, sendo que apenas um, "Fisioterapia Brasil", é brasileiro. No que se refere ao Qualis (indicador qualitativo), todas as revistas dos artigos aqui pesquisados estão classificadas entre os níveis A3, A4 e B4, sendo consideradas de boa qualidade. Dessa forma, é possível afirmar que os artigos utilizados nesta revisão têm alta relevância acadêmica. Quanto ao fator de impacto (indicador quantitativo), os periódicos em que os artigos foram publicados apresentaram fatores que variaram entre 0,45 e 4,3, o que demonstra que os periódicos possuem números significativos de citações.

Após a seleção dos artigos que servirão de base para esta pesquisa, foi realizada uma leitura preliminar de cada um, destacando seus objetivos, metodologias e resultados, como pode ser observado no Quadro 02.

Quadro 2: Identificação dos estudos selecionados para a construção dos resultados e discussões quanto aos títulos, objetivos e resultados.

Nº	TÍTULO	OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADOS
1	Efficacy of ozone therapy in patients with ulcerative lesions due to diabetes mellitus	Estudar a eficácia do uso do ozônio em terapias complexas entre doentes com pé diabético.	Estudo de caso com 47 pacientes com estágios I e II do pé diabético.	Estudos realizados mostraram que a inclusão da ozonioterapia em tratamentos cirúrgicos complexos tem efeito positivo no processo da ferida.
2	Efficacy of comprehensive ozone therapy in healing diabetic foot ulcers.	Este estudo clínico randomizado simples-cego teve como objetivo identificar a segurança e a eficácia do ozônio na cura de úlceras nos pés entre pacientes com diabetes.	Estudo clínico com 200 pacientes.	Todos os pacientes tiveram fechamento completo da ferida no grupo ozônio.
3	Evolution of diabetic foot ulcers with mixed treatment of Heberprot-P® and ozone therapy	Determinar a evolução das úlceras do pé diabético com o tratamento misto de Heberprot-P e ozonioterapia.	Estudo retrospectivo e descritivo em todos os pacientes internados no Instituto Nacional de Angiologia e Cirurgia Vascular (INACV) com o diagnóstico de Diabetes Mellitus e úlcera de pé diabético que receberam tratamento misto de Heberprot-P e ozonioterapia.	Verificou-se que a maior porcentagem de pacientes que utilizaram o tratamento misto de Heberprot-P e ozonioterapia tiveram uma boa resposta ao tratamento (60,5 %) e uma tempo de granulação entre 2 e 4 semanas (55,6 %); e internação hospitalar de 11 a 21 dias.
4	Effect of ozonotherapy on wound healing.	Verificar o efeito da ozonioterapia na cicatrização de uma ferida crônica em um paciente com diabetes mellitus.	Estudo de caso com um paciente.	No presente estudo foi encontrada a bactéria multirresistente <i>Pseudomonas aeruginosa</i> e obteve-se uma redução de 99% de unidades formadoras de colônias e houve uma diminuição de 45,5cm ²

				da lesão tecidual.
5	Ozone therapy as an adjuvant in the treatment of diabetic foot ulcers. A case report.	O objetivo desta apresentação de caso é ratificar a eficácia terapêutica do uso combinado da ozonioterapia como técnica complementar e do Heberprot-P®, vista sob uma perspectiva técnico-científica, no tratamento de úlceras de pé diabético em nível de atenção primária.	Estudo de caso com paciente de 52 anos com história de 7 anos de diabetes tipo 2.	Os resultados obtidos com o paciente apresentado concordam com os de vários estudos realizados e demonstram a utilidade prática do Heberprot-P®, visto como uma tecnologia aliada a técnicas complementares, como a ozonioterapia, de utilidade clínica comprovada nos Cuidados de Saúde Primários e. outros níveis de cuidado.
6	The study of action the ozone in the surgical treatment of inflammatory processes due to diabetes mellitus.	Melhorar o curso das feridas purulentas no diabetes usando fisioterapia.	Foram clínicos com 122 pacientes com diabetes mellitus e processos de feridas.	O resultado do estudo das alterações nos indicadores de capacidade de sorção dos eritrócitos mostrou que o nível de capacidade de sorção dos eritrócitos nos pacientes do grupo principal durante o tratamento também diminuiu, em comparação com os pacientes do grupo controle.
7	Evaluation of the healing potential of short-term ozone therapy for the treatment of diabetic foot ulcers.	Este estudo foi para avaliar a eficácia da terapia de ozônio de curto prazo na promoção da cicatrização de feridas em DFUs.	Análise retrospectiva com 89 pacientes com diabetes tipo 2 complicado por DFUs.	A terapia de ozônio de curto prazo é eficaz na promoção da cicatrização de feridas em DFUs, reduzindo a inflamação, aumentando os níveis de fator de crescimento, melhorando o estado de estresse oxidativo, encurtando o tempo de cicatrização e melhorando o prognóstico de longo prazo.

Fonte: Autoria própria (2023).

Os artigos pesquisados fundamentaram as discussões com o objetivo de responder à seguinte questão: quais são os benefícios da ozonioterapia para o tratamento e cicatrização de úlceras cutâneas diabéticas? Assim, a partir da análise dos resultados e de uma abordagem integrativa, foi possível verificar se e como esse tratamento pode contribuir para a cicatrização dessas lesões.

Rosul e Patskan (2018)²⁸, ao investigar a eficácia da ozonioterapia, observaram 47 pacientes diabéticos com úlceras nos estágios I (úlceras superficiais) e II (úlceras profundas). Os pacientes foram divididos em dois subgrupos: um recebeu terapia tradicional juntamente com ozonioterapia, e o outro, apenas a terapia tradicional. Os grupos foram analisados durante 14 dias, com uma sessão por dia, além de exames citológicos da secreção das feridas. Os resultados obtidos não apresentaram diferenças significativas em relação aos estudos já discutidos nesta pesquisa. Ou seja, os autores concluíram que os pacientes que realizaram a ozonioterapia apresentaram melhorias mais significativas na peroxidação lipídica e nos índices de proteção antioxidante, além de uma redução no tempo de internação.

De acordo com Izadi et al. (2019)²⁶, a úlcera de pé diabético é uma complicação muito comum em pacientes com diabetes, sendo também difícil de tratar. No entanto, o tratamento realizado com ozônio, ou seja, a ozonioterapia, pode ter efeitos significativos para os pacientes, considerando seu poder antioxidante e antibacteriano, os quais contribuem para a cicatrização das feridas.

Concordando com Izadi et al. (2019)²⁶, Martínez et al. (2019)²⁷ também afirmam que a ozonioterapia possui propriedades antioxidantes que podem ajudar na regeneração de tecidos, além de ser anti-inflamatória e germicida. Segundo os autores, essa técnica vem sendo utilizada desde a Primeira Guerra Mundial, com o objetivo de desinfetar feridas e regenerar tecidos.

No que diz respeito às lesões cutâneas, é importante destacar que, segundo Marchesini e Ribeiro (2020), o número de pessoas com doenças crônicas de pele tem aumentado significativamente, em decorrência da maior expectativa de vida e das comorbidades associadas. Esse fator gera sérios problemas para a saúde pública, pois, muitas vezes, o tratamento é caro e permanente. Quando se trata de pacientes diabéticos, Marchesini e Ribeiro (2020)³² afirmam que é necessário adotar uma visão holística sobre o problema, para que o tratamento seja o mais eficaz possível, principalmente pelo fato de que muitos pacientes têm dificuldades para cicatrizar. Entre as alternativas terapêuticas que podem ser realizadas na fisioterapia, as autoras destacam a ozonioterapia como um recurso eficiente no processo de reparação tecidual, capaz de acelerar o progresso da cicatrização.

No estudo de Faraji et al. (2021)³³, foi realizado um estudo de caso com um paciente de 52 anos, diabético, que sofreu uma lesão na perna direita, resultando em um corte profundo na tíbia. O paciente foi internado e submetido a tratamentos convencionais, como o uso de antibióticos, sutura e curativos diários, sem apresentar melhorias. Após esse período, optou-se pela ozonioterapia, com 10 sessões, uma a cada três dias, utilizando doses de ozônio de 70 µg/dL. Após 30 dias, a úlcera foi cicatrizada e o paciente recebeu alta médica. Os autores consideram que esse tratamento, quando utilizado em conjunto com outros tratamentos tradicionais, mostrou grande eficácia.

Sol et al. (2023)³⁴, em seu estudo sobre os efeitos da ozonioterapia a curto prazo em pacientes diabéticos com complicações de úlceras de pé diabético, demonstraram que, já na primeira semana, o grupo tratado com ozonioterapia obteve respostas mais promissoras, com maior taxa de cicatrização das feridas. Após 12 semanas, também houve um maior número de altas médicas nesse grupo. Com base nas curvas de Kaplan-Meier, os autores indicaram uma maior taxa cumulativa de cicatrização de feridas no grupo que utilizou ozonioterapia ($P < 0,05$). Além disso, o grupo tratado com ozonioterapia apresentou menor tempo de internação, menor duração do uso de antibióticos, menor taxa de reinfecção e menor taxa de readmissão, em comparação com o grupo controle ($P < 0,05$).

Karatieieva et al. (2021)³⁵ realizaram um estudo com pacientes diabéticos com feridas cutâneas, os quais foram divididos em dois grupos: um tratado com procedimentos tradicionais e ozonioterapia, e o outro apenas com o tratamento tradicional. Os resultados dessa pesquisa foram diferentes dos encontrados por Sol et al. (2023)³⁴. Segundo Karatieieva et al. (2021)³⁵, não houve diferenças significativas entre os dois grupos em alguns aspectos. Contudo, os autores observam que, no que diz respeito aos índices hematológicos de intoxicação, houve uma redução entre os pacientes do grupo experimental e um aumento no grupo de controle. Assim, para os autores, a ozonioterapia teve efeitos positivos no tratamento, uma vez que houve a diminuição dos índices hematológicos de intoxicação.

A pesquisa de Sol et al. (2023)³⁴ corrobora o que foi mencionado por Marchesini e Ribeiro (2020)³², no sentido de que há uma maior evolução a curto prazo de pacientes diabéticos com úlceras cutâneas quando tratados com ozônio. Os autores concluíram que a ozonioterapia é eficaz, apresentando efeitos positivos a curto prazo, especialmente no que se refere à cicatrização de feridas de úlceras de pé diabético. Além disso, os autores verificaram que este tratamento melhora o estado de estresse oxidativo, o que resulta em um menor tempo de cicatrização das feridas.

Como demonstram os resultados apresentados por Sol et al. (2023)³⁴, a ozonioterapia é um tratamento que ajuda na cicatrização, a curto prazo, de úlceras de pé diabético (DFUs), promovendo melhorias significativas nos pacientes.

As diferenças entre as pesquisas de Sol et al. (2023)³⁴ e de Karatieieva et al. (2021)³⁵ se deram principalmente pelos parâmetros utilizados. Enquanto os primeiros realizaram a observação direta das feridas, Karatieieva et al. (2021)³⁵ optaram por realizar exames laboratoriais para investigar modificações em algumas taxas apresentadas nos exames sanguíneos. No entanto, os resultados dos estudos de Karatieieva et al. (2021)³⁵ revelaram que, apesar de alguns indicadores não apresentarem melhorias significativas, outros mostraram resultados promissores, corroborando a teoria de que a ozonioterapia é um tratamento benéfico para pacientes com úlceras cutâneas causadas pela diabetes mellitus.

Em síntese, os estudos analisados indicam que a ozonioterapia é um tratamento promissor para úlceras cutâneas em pacientes com diabetes mellitus, apresentando melhorias significativas na regeneração tecidual e na cicatrização das feridas. Os autores revisados ressaltam que a ozonioterapia atua por meio de suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas e fungicidas, que não apenas aceleram o processo de cicatrização, mas também ajudam a prevenir a progressão das complicações associadas às úlceras diabéticas.

Em 2018, por meio da Portaria nº 702/2018 do Ministério da Saúde (MS)²⁴, a ozonioterapia foi incluída no Sistema Único de Saúde (SUS) como uma das práticas da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPICs, Brasil, 2018). A PNPIC considera essa terapia como uma ação de cuidado transversal, que pode ser aplicada desde a atenção básica até a atenção de média e alta complexidade.

Conforme está PNPIC (Brasil, 2018), a ozonioterapia é uma prática de baixo custo, com segurança comprovada e alto potencial terapêutico, capaz de induzir o estresse oxidativo quando administrada em doses precisas. De acordo com essa política, a molécula de ozônio medicinal “representa um estímulo que contribui para a melhora de diversas doenças, uma vez que pode ajudar a recuperar de forma natural a capacidade funcional do organismo humano e animal” (Brasil, 2018, s/p)³⁶.

Os efeitos da ozonioterapia, segundo Rosul e Patskan (2018)²⁸, demonstram que ela é uma alternativa terapêutica eficiente para pacientes diabéticos acometidos por úlceras de pé diabético. Essas feridas representam um grande desafio para os pacientes, pois impactam sua qualidade de vida, além de serem um problema também para os profissionais de saúde.

De acordo com Belo et al. (2023)³⁷, considerando que a ozonioterapia diminui o tempo de cicatrização das úlceras de pé diabético, essa terapêutica tem se tornado uma opção

promissora. Isso ocorre porque ela pode contribuir para a redução do tempo de hospitalização e, conseqüentemente, diminuir os custos associados ao tratamento, além de melhorar a qualidade de vida do paciente. Ao reduzir o tempo de cicatrização e o risco de infecções, a ozonioterapia pode oferecer uma abordagem valiosa no manejo dessas lesões, possibilitando uma recuperação mais rápida e eficaz.

A evidência acumulada sugere que a ozonioterapia não apenas complementa os tratamentos tradicionais, mas também pode se estabelecer como uma modalidade terapêutica relevante no tratamento das úlceras de pé diabético, conforme mencionado na PNPIC (Brasil, 2018)³⁶. No entanto, é fundamental otimizar os protocolos de tratamento e explorar todo o potencial dessa terapia inovadora, contribuindo para melhores desfechos clínicos para os pacientes diabéticos.

Além disso, a participação da população no uso da ozonioterapia no SUS é crucial. A conscientização sobre os benefícios dessa prática pode levar a uma maior aceitação e demanda, incentivando os profissionais de saúde a integrarem essa terapia em seus tratamentos. A inclusão da ozonioterapia nas opções disponíveis no SUS pode não apenas ampliar o acesso a tratamentos eficazes, mas também promover uma abordagem mais holística e centrada no paciente. É essencial incentivar e impulsionar o uso dessas técnicas, especialmente no SUS, para garantir que todos os pacientes diabéticos possam se beneficiar de uma terapia inovadora e potencialmente transformadora.

5 CONCLUSÃO

As pesquisas realizadas pelos autores que compõem esta revisão integrativa apresentam estudos robustos e com dados relevantes, os quais possibilitaram a análise da eficácia da ozonioterapia. Esses estudos demonstraram que o tratamento com ozônio, quando associado a outros métodos mais tradicionais, resultou em uma melhora significativa na cicatrização de úlceras em curto prazo.

A partir da análise dos estudos, conclui-se que a ozonioterapia se destaca como uma alternativa promissora no tratamento de úlceras de pé diabético, apresentando benefícios significativos que vão além da cicatrização das lesões. Os resultados evidenciaram que a ozonioterapia não apenas acelera o processo de cicatrização, mas também contribui para a redução da inflamação e do risco de infecções, promovendo uma recuperação mais eficiente, com menor necessidade de intervenções cirúrgicas.

Além de sua eficácia clínica, a ozonioterapia revela-se como uma modalidade com perfil de segurança favorável, apresentando poucos efeitos colaterais e complicações. Essa característica a torna uma opção viável e desejável para integração nos protocolos de tratamento convencionais, especialmente em um contexto em que a resistência a antibióticos e a necessidade de novas abordagens terapêuticas são crescentes. Os achados nesta pesquisa reforçam a importância de considerar o uso do ozônio como terapia complementar no manejo de úlceras de pé diabético, devido à sua ação antimicrobiana e antioxidante, além de sua capacidade de estimular a circulação sanguínea e a regeneração tecidual.

Outro aspecto crucial é a necessidade de conscientização e aceitação da ozonioterapia por parte da população, especialmente no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). A educação em saúde, aliada à capacitação contínua de profissionais, é essencial para garantir que os benefícios da ozonioterapia sejam reconhecidos e utilizados de forma eficaz. A promoção do acesso a essa terapia inovadora pode democratizar o tratamento de úlceras diabéticas, melhorando não apenas os desfechos clínicos, mas também a qualidade de vida dos pacientes.

Em síntese, a ozonioterapia representa um avanço significativo na busca por abordagens terapêuticas mais abrangentes e acessíveis para o tratamento de úlceras de pé diabético. Sua integração nos sistemas de saúde pode potencializar as opções disponíveis, contribuindo para uma melhor gestão da saúde pública e oferecendo esperança para milhões de pacientes diabéticos que enfrentam esse desafio.

REFERÊNCIAS

- 1 Castro RMF, et al. Diabetes mellitus e suas complicações - uma revisão sistemática e informativa. **Braz J Health Rev.** 2022;4(1):3349-3391. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/download/24958/19902>. Acesso em: 24 fev. 2024.
- 2 Fonseca KP, Rached CDA. Complicações do diabetes mellitus. **International Journal of Health Management Review.** 2019;5(1). Disponível em: <https://ijhmreview.org/ijhmreview/article/view/149>. Acesso em: 20 abr. 2024.
- 3 Araújo IM de, et al. Cuidados de enfermagem a pacientes com diabetes mellitus gestacional. **Revista Brasileira Interdisciplinar de Saúde–ReBIS.** 2020;2(1). Disponível em: <http://revista.rebis.com.br/index.php/revistarebis/article/view/128>. Acesso em: 15 jul. 2024.
- 4 Costa BF, et al. Influência da ozonioterapia como adjuvante no tratamento de lesões ulcerosas em pacientes portadores de diabetes mellitus. **Pesqui Soc Desenv.** 2022;11(4). Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27512>. Acesso em: 24 fev. 2024.

- 5 Gomes MB. Diabetes: recordando uma história. **Rev Hosp Univ Pedro Ernesto**. 2015;14(4):34-36. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12957/rhupe.2015.20069>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- 6 Hammer GD, McPhee SJ. **Fisiopatologia da doença**: uma introdução à medicina clínica. 7ª ed. Rio de Janeiro: AMGH; 2016.
- 7 Casarin DE. Diabetes mellitus: causas, tratamento e prevenção. **Braz J Dev**. 2022;8(2):10062-10075. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv8n2-107>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- 8 Sociedade Brasileira de Diabetes. **Esclarecimentos quanto à indicação e método para a realização do Teste de Tolerância à Glicose Oral (TTGO) na gestação**. Departamento de Diabetes e Gestação da Sociedade Brasileira de Diabetes, 2024. Disponível em: <https://diabetes.org.br/esclarecimentos-quanto-a-indicacao-e-metodo-para-a-realizacao-do-teste-de-tolerancia-aglicose-oral-ttgo-na-gestacao/>. Acesso em: 20 out. 2024.
- 9 Harding JL. **Global trends in diabetes complications**: a review of current evidence. **Diabetologia**. 2018 Aug 31;62(1):3-16. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00125-018-4711-2>. Acesso em: 31 ago. 2018.
- 10 Tschiedel B. **Complicações crônicas do diabetes**. São Paulo: Jornal Jbm; 2014.
- 11 Ferreira RC. Pé diabético. Parte 1: Úlceras e Infecções. São Paulo: Rbo - **Revista Brasileira de Ortopedia**; 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1055/s-0039-3402462>. Acesso em: 28 mar. 2024.
- 12 Antar M. **Pé diabético**: a simples ferida que pode virar um problema sério. 2021. Disponível em: <https://sp.unifesp.br/epm/noticias/pe-diabetico#tratamento>. Acesso em: 28 mar. 2024.
- 13 Trivelatto MLM. Práticas avançadas no cuidado integral de enfermagem a pessoas com úlceras cutâneas. **Acta Paul Enferm**. 2018 Dec;31(6):600-608. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0194201800083>. Acesso em: 28 mar. 2024.
- 14 Gricio GS, et al. Impacto da utilização de recursos fisioterapêuticos no tratamento de úlceras cutâneas de diferentes etiologias. **Conscientiae Saúde**. 2017 Jun 14;16(1):17-25. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5585/conssaude.v16n1.6610>. Acesso em: 28 mar. 2024.
- 15 Andrade SM, Santos ICRV. Oxigenoterapia hiperbárica para tratamento de feridas. **Rev Gaúcha Enferm**. 2016;37(2). doi: 10.1590/1983-1447.2016.02.59257.
- 16 Lemos CS, et al. Práticas integrativas e complementares em saúde no tratamento de feridas crônicas: revisão integrativa da literatura. **Aquichan**. 2018 Sep 20;18(3):327-342. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5294/aqui.2018.18.3.7>. Acesso em: 28 mar. 2024.
- 17 Aboz. **OZONIZE-SE**: História da Ozonioterapia. Associação Brasileira de Ozonioterapia; 2024. Disponível em: <https://www.aboz.org.br/ozonize-se/historia-da->

[ozonioterapia/#:~:text=1840,significa%20%E2%80%9Caquilo%20que%20cheira%E2%80%9D](#). Acesso em: 20 mar. 2024.

18 Lima MJA, et al. Aplicações e implicações do ozônio na indústria, ambiente e saúde. **Quím Nova**. 2021;44(09):1151-1158. doi: 10.21577/0100-4042.201.

19 Silva TLR, Feldmann CR. Ozonotherapy in the treatment of periorbital cutaneous hyperchromia: clinical case report. **Health Soc**. 2022;2(4):21-75. Disponível em: <https://www.periodicojs.com.br/index.php/hs/article/download/1036/867>. Acesso em: 20 mar. 2024.

20 Meher P, et al. Ozone (O₃) generation and its applications: A review. **AIP Conf Proc**. 2023;2764(1). doi: 10.1063/5.0144316.

21 Paula VC. Construção de um protótipo gerador de ozônio pelo método descarga de corona. 2021. 39 f. **Trabalho de conclusão de curso** (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, Minas Gerais. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/2236>. Acesso em: 24 mar. 2024.

22 Silva YDC, et al. Ozônio como agente antimicrobiano na odontologia: revisão de literatura. **Rev Fac Odontol UFBA**. 2022;51(3):97-107. doi: 10.9771/revfo.v51i3.46784.

23 Batista FWS, et al. Benefícios da ozonioterapia no tratamento de úlceras nos pés em pessoas com diabetes mellitus. **Estima Braz J Enterostomal Ther**. 2021 Jun;1-12. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/bvsms/resource/pt/biblio-1352425>. Acesso em: 29 fev. 2024.

24 Ministério da Saúde. **Diabetes**. Brasília: Ministério da Saúde; [atualizado em 2024 fev 24; citado em 2024 mar 28]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/diabetes>.

25 Gao L, et al. Comprehensive treatment of diabetic hallux gangrene with lower extremity vascular disease: A case report. **Journal of International Medical Research**. 2019;47(12):6374-6384. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0300060519886993>. Acesso em: 20 out. 2024.

26 Izadi M, et al. Eficácia da terapia abrangente com ozônio na cicatrização de úlceras de pé diabético. **Diabetes Metab Syndr**. 2019 Jan-Feb;13(1):822-825. doi: 10.1016/j.dsx.2018.11.060. Epub 2018 Dec 1. PMID: 30641815. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30641815/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

27 Martínez AF, et al. Evolución de las úlceras de pie diabético con el tratamiento mixto de Heberprot-P® y ozonioterapia. **Revista Cubana de Angiología**. 2019. Disponível em: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubangecirvas/cac-2019/cac191c.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2024.

28 Rosul MV, Patskan BM. Eficácia da ozonioterapia em pacientes com lesões ulcerosas devido ao diabetes mellitus. **Wiad Lek**. 2016;69(1):7-9. PMID: 27162287.

29 Conselho Federal de Biomedicina. Resolução nº 321, de 22 de junho de 2020. Dispõe sobre o reconhecimento do profissional biomédico na prática da Ozonioterapia. **Diário**

Oficial da União. 2020 Jun 22. Disponível em: <https://cfbm.gov.br/resolucao-no-321-de-16-de-junho-de-2020/>. Acesso em: 22 mar. 2024.

30 Martins MFM. Estudos de revisão de literatura. **Fiocruz**, Rio de Janeiro, RJ; 2018. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/29213/?sequence=2>. Acesso em: 15 mai. 2024.

31 Andrade LS. Estado d'Arte da Ozonioterapia em feridas: a contribuição do enfermeiro. 2020. 32f. Monografia (Especialização em Enfermagem em Estomaterapia). **Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, MG, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/34679>. Acesso em: 13 out. 2024.

32 Marchesini BF, Ribeiro SB. Effect of ozonotherapy on wound healing. **Fisioter. Bras.** 2020;21(3):281-288. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1283097>. Acesso em: 20 jun. 2024.

33 Faraji N, et al. Ozonioterapia como método alternativo para o tratamento da úlcera do pé diabético: relato de caso. **J Med Case Rep.** 2021 13 mai;15(1):234. DOI: 10.1186/S13256-021-02829-Y. PMID: 33980300; PMCID: PMC8117654. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8117654/pdf/13256_2021_Article_2829.pdf. Acesso em: 20 jun. 2024.

34 Sol H, et al. Avaliação do potencial de cura da ozonioterapia de curto prazo para o tratamento de úlceras de pé diabético. **Endocrinol Frontal (Lausanne).** 2024 Jan 15;14:1304034. DOI: 10.3389/fendo.2023.1304034. PMID: 38292773; PMCID: PMC10825947. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38292773/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

35 Karatieieva S, et al. O estudo da ação do ozônio no tratamento cirúrgico de processos inflamatórios por diabetes mellitus. **Wiad Lek.** 2021;74(4):884-886. PMID: 34155997. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34155997/>. Acesso em: 22 jun. 2024.

36 Brasil. Ministério da Saúde (MS). **Portaria nº 702**, de 21 de março de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2018.

37 Belo CC, et al. Evidências clínicas da ozonioterapia em úlceras refratárias. **Revista Eletrônica Acervo Saúde.** 2023;23(8). Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/13401>. Acesso em: 13 ago. 2024.