

# Perfil termográfico das extremidades inferiores de indivíduos em tratamento de feridas ulcerativas: uma exploração qualitativa das imagens

*Lower extremity thermographic profile of individuals undergoing ulcerative wound treatment: a qualitative exploration of images*

*Perfil termográfico de los miembros inferiores en individuos en tratamiento por lesiones ulcerativas: una exploración cualitativa de imágenes*

Ruy Luiz Lorenzetti Branco<sup>1</sup>, Gesilani Júlia da Silva Honório<sup>2</sup>, Deyse Borges Machado<sup>3</sup>, Soraia Cristina Tonon da Luz<sup>4</sup>

**RESUMO** | A termografia revela-se como um novo conceito na mensuração da termogênese de sistemas biológicos e um método valioso para confirmação de diagnóstico clínico que dispensa análises subjetivas e critérios pessoais. O resultado da avaliação termográfica é alvo de duas análises: qualitativa e quantitativa. O objetivo deste estudo foi identificar o perfil térmico das extremidades inferiores de indivíduos diagnosticados com doenças de base endocrinometabólica e circulatória em tratamento de feridas ulcerativas. Para tanto, foi realizada avaliação termográfica de 19 regiões, distribuídas nas áreas dorsal, plantar, lateral e medial das extremidades. Na análise qualitativa, as imagens com e sem ferida foram divididas de acordo com o diagnóstico. Após a divisão, elaborou-se um checklist para a avaliação qualitativa das imagens. Participaram 100 indivíduos (49 mulheres e 51 homens), sendo 65 com doença circulatória e 35 com doença endocrinometabólica. Houve diferença no padrão de coloração entre as extremidades em ambos os diagnósticos. Os grupos apresentaram características termográficas semelhantes, com sinais de hiperradiação nas feridas, predominantemente de colorações vermelho e branco. Foi observado maior número de lesões na

borda medial de pé e na lateral e medial de tornozelo nos indivíduos com doença de base circulatória. Já aqueles com doença de base endocrinometabólica apresentaram maior número de lesões nas regiões plantar (antepé), dorsal e medial de tornozelo. O perfil revelou discrepância na coloração das regiões de interesse da extremidade com e sem ferida, de acordo com os diagnósticos. Os sinais de hiperradiação das feridas foram semelhantes nos dois grupos, porém a fisiologia das doenças e os tratamentos diferiram.

**Descritores** | Termografia; Ferimentos e Lesões; Diabetes Mellitus; Sistema Cardiovascular.

**ABSTRACT** | Thermography proves to be a new concept in measuring the thermogenesis of biological systems, a valuable method for confirming clinical diagnosis discarding subjective analysis and personal criteria. The result of the thermographic evaluation is the subject of qualitative and quantitative analyses. This study aimed to identify the thermal profile of the lower extremities of individuals diagnosed with cardiovascular and endocrine and metabolic diseases in the treatment of ulcerative wounds. A thermographic evaluation was performed

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) – Florianópolis (SC), Brasil. E-mail: ruy.l.branco@hotmail.com. ORCID-0000-0001-8249-5745

<sup>2</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) – Florianópolis (SC), Brasil. E-mail: gesilani.honorio@udesc.br. ORCID-0000-0001-5134-8697

<sup>3</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) – Florianópolis (SC), Brasil. E-mail: deyse.borges@udesc.br. ORCID-0000-0002-4305-4952

<sup>4</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) – Florianópolis (SC), Brasil. E-mail: soraia.luz@udesc.br. ORCID-0000-0003-3691-8668

from 19 dorsal, plantar, lateral, and medial extremities. In the qualitative analysis, images with and without a wound were divided according to diagnosis. After the division, a checklist was elaborated for the qualitative evaluation of the images. A total of 100 individuals (49 women and 51 men) participated, 65 with cardiovascular disease and 35 with endocrine and metabolic disease. There was a difference in the thermal pattern between the extremities in both diagnoses. The groups presented similar thermographic characteristics with signs of more radiation in the wounds, predominantly with red and white stains. More regions of interest with lesions on the medial foot, lateral, and medial ankle border were observed in individuals with chronic cardiovascular disease. Those with endocrine and metabolic disease presented more regions with lesions in the plantar (forefoot), dorsal, and medial ankle regions. The profile showed a discrepancy in the thermal pattern in the regions of interest of wounded and without wound extremities according to the diagnoses. Signs of wounds emitting high levels of radiation were similar in both groups, but the physiology of the disease and treatment differed.

**Keywords** | Thermography; Wounds and Injuries; Diabetes Mellitus; Cardiovascular System.

**RESUMEN** | La termografía es un nuevo procedimiento para la medición de la termogénesis de los sistemas biológicos y un método valioso para confirmar el diagnóstico clínico que no requiere análisis subjetivos y criterios personales. El resultado de

la evaluación termográfica está sujeto a dos análisis: cualitativo y cuantitativo. El objetivo de este estudio fue identificar el perfil térmico de los miembros inferiores en individuos con diagnóstico de enfermedades endocrinometabólicas y circulatorias en tratamiento por lesiones ulcerativas. Para ello, se realizó una evaluación termográfica de 19 regiones, distribuidas en las regiones dorsal, plantar, lateral y medial de los miembros. En el análisis cualitativo, las imágenes con y sin lesiones se dividieron por diagnóstico. Después de la división, se elaboró una lista de verificación para la evaluación cualitativa de las imágenes. Participaron 100 individuos (49 mujeres y 51 hombres), de los cuales 65 tenían enfermedad circulatoria y 35 enfermedad endocrinometabólica. Hubo una diferencia en el estándar de color entre los miembros en ambos diagnósticos. Los grupos mostraron características termográficas similares, con signos de hiperradiación en las lesiones, predominantemente de colores rojo y blanco. Se observó un mayor número de lesiones en el borde medial del pie y en el lateral y medial del tobillo en individuos con enfermedad circulatoria. Aquellos con enfermedad endocrinometabólica presentaron mayor número de lesiones en la región plantar (antepié), dorsal y medial del tobillo. El perfil reveló discrepancia en el color en las regiones de interés de los miembros con y sin lesiones según los diagnósticos. Aunque los signos de hiperradiación de las lesiones fueron similares en ambos grupos, la fisiología de las enfermedades y los tratamientos difirieron.

**Palabras clave** | Termografía; Heridas y Lesiones; Diabetes Mellitus; Sistema Cardiovascular.

## INTRODUÇÃO

Criada em meados da década de 1960, a termografia infravermelha é um método de diagnóstico indolor, não invasivo e sem o uso de contrastes, que permite a emissão de laudos altamente sugestivos para serem utilizados na área da saúde. Contudo, na ocasião de seu surgimento, as resoluções das imagens eram baixas e apresentavam pouca sensibilidade<sup>1</sup>.

Atualmente, a termografia infravermelha surge como um novo conceito em mensuração da termogênese em sistemas biológicos, mostrando-se valiosa para a confirmação de diagnóstico clínico, pois dispensa as análises subjetivas e os critérios pessoais<sup>2</sup>, por exemplo, nos casos de tumores de mama<sup>3</sup>, melanomas<sup>4</sup>, doenças reumatológicas<sup>5</sup> e doenças de base endocrinometabólicas, como as neuropatias diabéticas e o pé diabético<sup>6</sup>.

Entre essas doenças, as do aparelho circulatório e as endocrinometabólicas acarretam o aumento de custos dos cuidados em saúde, que deverão crescer ainda mais até 2030 – entre 30% e 34% – em todo o mundo<sup>7</sup>. O aumento dessas incidências pode-se atribuir ao envelhecimento da população e à crescente urbanização, levando à disseminação da obesidade e a um estilo de vida prejudicial<sup>8</sup>. Essas consequências têm sido demonstradas por meio de imagens infravermelhas, como na avaliação da microcirculação cutânea de indivíduos com pé diabético por meio da visualização da extensão dos processos inflamatórios e necroses, favorecendo a intervenção precoce e melhorando o prognóstico das úlceras plantares e a progressão neuropática da doença<sup>6</sup>.

As imagens térmicas obtidas como resultado da aplicação da termografia, em muitos casos, são alvo de duas análises que seguem abordagens diferentes,

designadamente, qualitativa e quantitativa. Geralmente, recorre-se a uma análise qualitativa quando o foco do trabalho é a observação de perfis térmicos. Por outro lado, quando se pretende definir e quantificar o nível de gravidade de uma anomalia, recorre-se à termografia quantitativa<sup>9</sup>.

Assim, este estudo teve como objetivo descrever, por meio da avaliação qualitativa, o padrão das imagens térmicas de extremidades inferiores de indivíduos diagnosticados com doenças de base endocrinometabólica e circulatória em tratamento de feridas ulcerativas.

## METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa transversal, de caráter descritivo, com uma amostra composta por 100 indivíduos, sendo 49 mulheres e 51 homens.

Os participantes obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: ser maior de 18 anos, diagnosticado com doença de base endocrinometabólica ou do aparelho circulatório – diabetes mellitus, obesidade, hipertensão, doenças arteriais coronárias, como a angina de peito e o infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral (AVC), cardiopatia hipertensiva, febre reumática, miocardiopatia, arritmia cardíaca, cardiopatia congênita, valvulopatias, cardite, aneurisma da aorta, doença arterial periférica e trombose venosa<sup>10,11</sup> –, e ter feridas ulcerativas em tratamento nas extremidades inferiores. Como critérios para a exclusão dos participantes, foram considerados: sujeitos com disfunção cognitiva autorrelatada, com feridas ulcerativas em membros superiores ou que passaram por procedimento para a amputação de membros inferiores.

A coleta de dados foi realizada entre março de 2018 e abril de 2019, nas dependências do ambulatório geral de curativos do Hospital Regional de São José, assim como do setor de cirurgia vascular e endovascular do Instituto de Cardiologia de Santa Catarina, ambas instituições localizadas no município de São José, região metropolitana de Florianópolis (SC), Brasil. O ambulatório recebe semanalmente diversos pacientes, de todo o estado, que buscam avaliação e tratamento para feridas ulcerativas nos membros inferiores, uma vez que o hospital é referência na realização desses procedimentos.

A avaliação das feridas ulcerativas é conduzida pelos médicos e enfermeiros, que realizam a terapia local, consistindo na limpeza da ferida. Se houver a necessidade de desbridamento, é feito curativo oclusivo com hidrogel ou hidrocoloide. O método químico é realizado por meio da aplicação de colagenase e papaína, e o método mecânico,

através de instrumento cirúrgico para o desbridamento das feridas quando há necessidade. Há também a terapia compressiva, que consiste na aplicação de bandagens rígidas e bandagem inelástica de pasta de Unna.

Os participantes foram convidados a participar da pesquisa e, em seguida, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Após este procedimento, teve início a coleta de dados. Foram realizados questionamentos com base na ficha de registro individual quanto a: idade, sexo, diagnóstico médico, escolaridade, prática de atividade física, utilização de dispositivos auxiliares e avaliação da quantidade de horas passadas sentado ou deitado em um dia da semana.

Para realizar as imagens termográficas, os indivíduos foram encaminhados individualmente à sala do ambulatório geral onde a câmera termográfica foi montada para coletar as imagens. A temperatura ambiente e a umidade do ar foram controladas e a sala foi mantida livre de correntes de ar que pudessem resultar em aquecimento ou variações térmicas. Para a coleta das imagens, foi utilizada a câmera termográfica FLIR T420, adequada para a aplicação do diagnóstico funcional, com resolução da imagem de 320×240, sensibilidade térmica de até 30°C e faixa espectral de 7 a 13 micrômetros<sup>12</sup>.

As fotos foram realizadas a uma distância de aproximadamente 80cm do participante, que permaneceu em decúbito dorsal em uma maca, com extensão dos membros inferiores e sem calçados, meias e curativos, por 10 minutos para aclimação. Em seguida, foi realizada uma sequência de imagens segundo as diretrizes da Associação Brasileira de Termologia (Abraterm) e em condições preconizadas pela *American Academy of Thermology (AAT)*<sup>13,14</sup>.

As imagens das extremidades inferiores com e sem ferida ulcerativa foram captadas separadamente. A fim de estabelecer a temperatura das extremidades inferiores, foram definidas regiões de interesse (RIs) a partir das áreas de risco de ulceração em pacientes diabéticos (Figura 1)<sup>8</sup>. O protocolo delimitou as regiões anatômicas dos pés e tornozelos em: plantar, de R1 a R8; dorsal, de R11 a R18; lateral, R10 e R18; e medial, R9 e R19. Assim, para a captura das imagens respeitando-se as RIs, foi feita fotografia iniciando-se pelo plano transversal (região plantar e dorsal de pé), seguindo para o plano lateral (região lateral de tornozelos) e, por fim, para o plano medial (região medial de tornozelos).

Para a análise das imagens termográficas, foram utilizados os programas FLIR e QuickReport, sendo que para cada RI foi colhida a temperatura média, máxima e mínima.

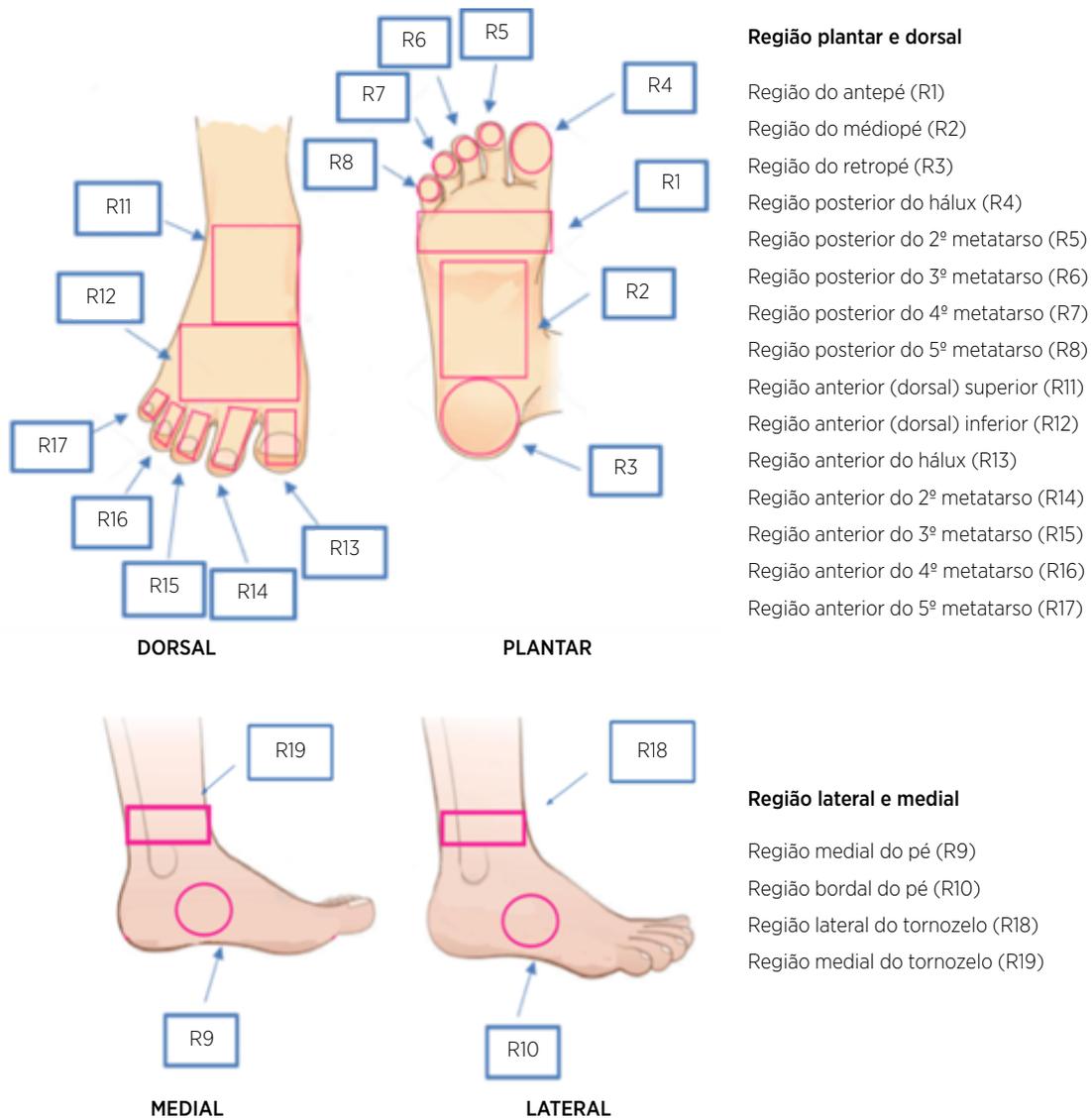


Figura 1. Regiões de interesse anterior, posterior, lateral e medial das extremidades inferiores

Para a análise qualitativa, as imagens termográficas das extremidades inferiores com e sem ferida ulcerativa foram divididas em imagens de indivíduos diagnosticados com doença do aparelho circulatório e diagnosticados com doença de base endocrinometabólica. Após a divisão, foi elaborado um checklist de itens a serem avaliados nas imagens<sup>15</sup>. O checklist continha os seguintes itens: simetria e discrepância no padrão da coloração bilateral, avaliada por meio da observação das semelhanças e das diferenças de coloração entre as RIs, comparando os membros com e sem ferida. RIs de feridas com sinal de hiporradiação apresentam coloração de preta a verde e de feridas com sinal de hiperradiação, coloração de amarela a branca. Para cada imagem ser incluída nos itens do checklist, foi estabelecido um número mínimo de três RIs por área da extremidade inferior.

## RESULTADOS

A média de idade dos participantes do estudo foi 63,5±9,3 anos. Dos 100 participantes, 65 foram diagnosticados com doença do aparelho circulatório e 35 com doença de base endocrinometabólica. A partir dos dados da Tabela 1, foi observado o número de indivíduos com ferida ulcerativa em extremidade inferior divididos por diagnóstico médico, de acordo com as RIs das imagens termográficas. Entre os diagnosticados com doença do aparelho circulatório, observou-se maior número de lesões em R10, R18 e R19, correspondentes às regiões da borda medial de pé e lateral e medial de tornozelo, e, entre os indivíduos diagnosticados com doença de base endocrinometabólica, verificou-se maior número lesões em R1, R11, R13 e R19,

correspondentes às regiões plantar (antepé), dorsal e medial de tornozelo.

Em relação ao checklist de avaliação das imagens termográficas (Tabela 2), foi possível observar que, em geral, houve uma discrepância no padrão de coloração das RIs entre a extremidade inferior com ferida e a sem ferida (Figura 2). Tanto os indivíduos com diagnóstico de doença do aparelho circulatório quanto os com diagnóstico de doença de base endocrinometabólica apresentaram as mesmas características termográficas de RI com sinal de hiperradiação nas feridas (vermelho e branco) (Figura 3). Tal fato pode caracterizar um aumento da vascularização e do metabolismo local nas feridas ulcerativas dos indivíduos.

Tabela 1. Número de regiões de interesse com lesões de acordo com o diagnóstico médico

Características da imagem	Doença do aparelho circulatório	Doença de base endocrinometabólica
Simetria de coloração	11	7
Discrepância no padrão de cores	64	37
Hiporradiação	29	11
Hiperradiação	40	28

Tabela 2. Número de alterações encontradas nas extremidades inferiores com e sem ferida ulcerativa após a análise qualitativa das imagens termográficas

Região de interesse (RI)	Doença do aparelho circulatório	Doença de base endocrinometabólica
Região do antepé (R1)	5	15
Região do médio-pé (R2)	2	2
Região do retropé (R3)	-	3
Região posterior do hálux (R4)	3	3
Região posterior do 2º metatarso (R5)	3	-
Região posterior do 3º metatarso (R6)	3	1
Região posterior do 4º metatarso (R7)	6	1
Região posterior do 5º metatarso (R8)	5	1
Região medial do pé (R9)	7	2
Região bordal do pé (R10)	17	2
Região anterior (dorsal) superior (R11)	8	8
Região anterior (dorsal) inferior (R12)	7	2
Região anterior do hálux (R13)	5	5

(continua)

Tabela 2. Continuação

Região de interesse (RI)	Doença do aparelho circulatório	Doença de base endocrinometabólica
Região anterior do 2º metatarso (R14)	7	-
Região anterior do 3º metatarso (R15)	4	1
Região anterior do 4º metatarso (R16)	5	1
Região anterior do 5º metatarso (R17)	6	1
Região lateral de tornozelo (R18)	34	2
Região medial de tornozelo (R19)	28	6

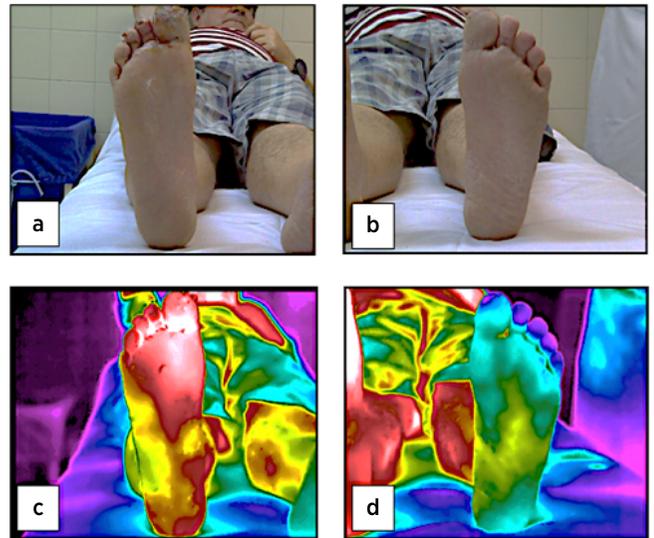


Figura 2. Imagem fotográfica da região plantar direita com ferida (a) e esquerda sem ferida (b); e imagem termográfica da região plantar direita com ferida (c) e esquerda sem ferida (d), apresentando sinais de discrepância no padrão de coloração

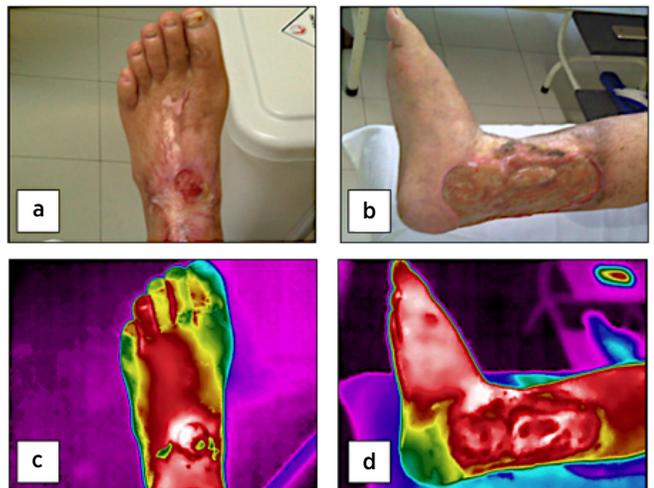


Figura 3. Imagem fotográfica da região dorsal esquerda (a) e medial direita (b) com ferida; e imagem termográfica da região dorsal esquerda (c) e medial direita (d) com ferida, apresentando sinais de hiperradiação

## DISCUSSÃO

Este estudo estabeleceu o perfil termográfico das extremidades inferiores de indivíduos diagnosticados com doenças de base endocrinometabólica e circulatória em tratamento de feridas ulcerativas, por meio de uma avaliação qualitativa das imagens termográficas. A discrepância no padrão de coloração entre as extremidades inferiores com e sem ferida identificou nos dois grupos um maior número de imagens com característica de hiperradiação. Estas particularidades, muitas vezes, podem estar relacionadas a questões como o tratamento continuado das feridas no ambulatório, que em alguns casos incluía o desbridamento, que acarreta processos de estímulo à cicatrização, ocasionando a vasodilatação e, conseqüentemente, o aumento do metabolismo.

Segundo Rocha Júnior et al.<sup>16</sup>, o processo de reparação tecidual é dividido em fases: hemostasia; fase inflamatória; formação do tecido de granulação com depósito de matriz extracelular (colágeno, elastina e fibras reticulares); e remodelação. Hemostasia é o processo em que ocorre a atividade plaquetária e a cascata de coagulação; a fase inflamatória é caracterizada basicamente pela presença de células inflamatórias no tecido cicatricial; durante a formação do tecido de granulação com depósito de matriz extracelular, há a reparação do tecido conjuntivo e do epitélio. Na reparação do tecido conjuntivo, ocorre a formação do tecido de granulação, com proliferação endotelial e de fibroblastos. A remodelação é a última fase de cicatrização, que acontece no colágeno e na matriz e dura meses, sendo responsável pelo aumento da força de tensão e pela diminuição do tamanho da cicatriz e do eritema.

Em indivíduos com doença do aparelho circulatório, a aterosclerose se destaca como um dos diagnósticos mais comuns nessa população. Caracteriza-se por um processo da doença vascular periférica em que ocorre a hipercoagulação e o aumento da resistência vascular e, com isso, acarreta a obstrução das artérias e arteríolas distais, o que dificulta o fluxo sanguíneo<sup>17</sup>.

Na aterosclerose, inicialmente são obliteradas as pequenas artérias tibial e peroneal, na altura do joelho e do tornozelo<sup>17</sup>. Constitui-se em importante fator de risco para ulceração e amputação, devido ao comprometimento da perfusão sanguínea nos membros inferiores, pois, ao privar os tecidos do adequado fornecimento de oxigênio, nutrientes e antibióticos, prejudica a cicatrização das úlceras, podendo levar à gangrena<sup>18</sup>.

A fisiopatologia da doença vascular periférica (DVP) é clara no que se trata dos sinais e sintomas que os indivíduos apresentam, sendo o mais discutido a hipertensão secundária ao refluxo e/ou à obstrução no sistema venoso. Esses sinais e sintomas causam dor, desconforto e diminuição da temperatura no membro afetado e podem eventualmente evoluir para formação de úlceras de estase venosa<sup>19</sup>. Entretanto, a formação da úlcera pode estar associada ao acúmulo de líquido e depósito de fibrina no interstício, formando manguitos. A deficiência de nutrientes e oxigênio decorrente desse processo pode provocar ulcerações e necroses. Outro mecanismo referido é a reação entre leucócitos e moléculas de adesão do endotélio, que pode desencadear inflamação e danos às válvulas venosas, aumentando a susceptibilidade à formação de úlceras<sup>20</sup>.

Vestjens et al.<sup>21</sup> desenvolveram uma lista de verificação de sinais e sintomas clínicos, com o objetivo de avaliar o padrão de feridas crônicas quanto a sinais e sintomas de infecção. Essa ferramenta incluiu uma combinação de sinais e sintomas clássicos e secundários de infecção da ferida crônica. Os autores concluíram que eritema, aumento da temperatura, dor, edema e secreção purulenta são considerados sinais e sintomas clássicos de infecção e quantificaram a relação entre o aumento da temperatura da pele e a infecção da ferida.

As regiões com maior número de lesões encontradas nos indivíduos com doença vascular estão localizadas nas regiões lateral e medial do tornozelo e no pé, esses achados termográficos das extremidades inferiores corroboram a literatura. As úlceras venosas são classicamente encontradas na “*gaiter area*”, sendo a região compreendida entre o tornozelo e a metade da panturrilha, e na porção medial da perna, acima do maléolo medial<sup>22</sup>. Em casos de úlceras arteriais, sua ocorrência se dá na região dos dedos, pés ou calcanhar, o que está de acordo com o achado termográfico dos indivíduos com doença vascular<sup>23</sup>.

O checklist de avaliação mostrou que nos indivíduos com doença endocrinometabólica as lesões estiveram mais localizadas nas regiões plantar (antepé), dorsal e medial de tornozelo. Segundo Bakker et al.<sup>24</sup>, essas regiões do pé são realmente onde mais comumente ocorre o surgimento de lesões, começando nos dedos, devido às pressões externas elevadas causadas pela atrofia da musculatura. As lesões, então, se estendem nos sulcos interdigitais pela ocorrência de fissuras e pequenos cortes, favorecendo a colonização por fungos na pele. A região distal do pé também é foco de lesões, pois as proeminências dos metatarsos, quando ulceradas, podem originar infecções capazes de penetrar

nas articulações falangianas, levando a comprometimentos locais e/ou osteomielite. A região medial do pé costuma ser o local de desenvolvimento de calosidades e lesões por representar uma região de apoio<sup>24</sup>.

Um estudo realizado por Guimarães et al.<sup>25</sup>, que teve como objetivo a captação de imagens infravermelhas basais, mostrou, após teste de estímulo ao frio, com sensor infravermelho em ambiente controlado, em indivíduos com diagnóstico de onicomicose e diabetes mellitus, que os padrões da termografia plantar variaram de acordo com a classificação baseada nas unidades anatômicas (angiossomatos). Os autores observaram grande ampliação da área de hiperradiação plantar em duas pacientes, de 68 e 88 anos, portadoras de diabetes mellitus tipo 2 e pé de Charcot, o que corrobora os achados do checklist de avaliação das imagens termográficas dos indivíduos diabéticos deste estudo.

## CONCLUSÃO

A partir da avaliação termográfica das extremidades inferiores com e sem ferida de indivíduos diagnosticados com doença de base endocrinometabólica e circulatória, foi observado que os indivíduos diagnosticados com doença do aparelho circulatório apresentaram mais lesões em R10, R18 e R19, que correspondem às regiões da borda medial de pé e lateral e medial de tornozelo. Entretanto, os diagnosticados com doença de base endocrinometabólica apresentaram maior número de lesões em R1, R11, R13 e R19, correspondendo às regiões plantar (antepé), dorsal e medial de tornozelo.

O padrão das imagens térmicas revelou discrepância no padrão de coloração nas RIs entre a extremidade inferior com e sem ferida ulcerativa, tanto nos indivíduos com doença do aparelho circulatória quanto nos diagnosticados com doença de base endocrinometabólica. Os dois grupos apresentaram as mesmas características termográficas, com sinal de hiperradiação nas RIs das feridas, de coloração vermelha e branca. Por fim, concluímos que o padrão termográfico das extremidades inferiores apresentou sinais de hiperradiação nas feridas ulcerativas, sendo semelhante nos dois grupos. Essa conclusão pode ser explicada pelo processo inflamatório nas feridas ulcerativas que ocorre, na maioria dos indivíduos, no processo de tratamento, assim como pelos próprios métodos e procedimentos utilizados no tratamento dessas feridas, que aumentam o metabolismo e a circulação sanguínea local.

## REFERÊNCIAS

1. Ring EFJ, Ammer K. Infrared thermal imaging in medicine. *Physiol Meas*. 2012;33(3):R33-46. doi:10.1088/0967-3334/33/3/R33.
2. Kuzy J, Li C. A pulsed thermographic imaging system for detection and identification of cotton foreign matter. *Sensors (Basel)*. 2017;17(3):518. doi:10.3390/s17030518.
3. Gerasimova E, Audit B, Roux SG, Khalil A, Gileva O, Argoul F, et al. Wavelet-based multifractal analysis of dynamic infrared thermograms to assist in early breast cancer diagnosis. *Front Physiol*. 2014;5:176. doi:10.3389/fphys.2014.00176.
4. Çetingül MP, Herman C. Quantification of the thermal signature of a melanoma lesion. *Int J Therm Sci*. 2011;50(4):421-31. doi:10.1016/j.ijthermalsci.2010.10.019.
5. Branco JHL, Branco RLL, Siqueira TC, Souza LC, Dalago KMS, Andrade A. Clinical applicability of infrared thermography in rheumatic diseases: a systematic review. *J Therm Biol*. 2022;104:103172. doi:10.1016/j.jttherbio.2021.103172.
6. Balbinot LF, Canani LH, Robinson CC, Achaval M, Zaro MA. Plantar thermography is useful in the early diagnosis of diabetic neuropathy. *Clinics (Sao Paulo)*. 2012;67(12):1419-25. doi:10.6061/clinics/2012(12)12.
7. NCD Risk Factor Collaboration. Worldwide trends in diabetes since 1980: a pooled analysis of 751 population-based studies with 4.4 million participants. *Lancet*. 2016;387(10027):1513-30. doi:10.1016/S0140-6736(16)00618-8.
8. Oliveira JEP, Montenegro RM Jr, Vencio S. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018. São Paulo: Clannad; 2017.
9. Rebelo DFF. Avaliação quantitativa dos resultados da termografia de infravermelhos aplicada ao estudo da humidade [master's thesis]. Porto: Universidade do Porto; 2017.
10. Schuch NJ, Garcia VC, Martini LA. Vitamina D e doenças endocrinometabólicas. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2009;53(5):625-33. doi:10.1590/S0004-27302009000500015.
11. Wang H, Naghavi M, Allen C, Barber RM, Bhutta ZA, Carter A, et al. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016;388(10053):1459-544. doi:10.1016/S0140-6736(16)31012-1.
12. Allen J, Oates CP, Chishti AD, Ahmed IAM, Talbot D, Murray A. Thermography and colour duplex ultrasound assessments of arterio-venous fistula function in renal patients. *Physiol Meas*. 2006;27(1):51-60. doi:10.1088/0967-3334/27/1/005.
13. Brioschi ML, Yeng LT, Teixeira MJ. Medical thermography: what is it? And its applications. *Pan American J Med Thermol*. 2015;2(1):14-7.
14. American Academy of Thermology. Guidelines for neuromusculoskeletal infrared thermography sympathetic skin response (SSR) studies. *Pan American J Med Thermol*. 2015;2(1):35-43.
15. Bronzino JD, Peterson DR. Biomedical engineering fundamentals. Boca Raton: CRC Press; 2014.
16. Rocha AM Jr, Oliveira RG, Farias RE, Andrade LCF, Aarestrup FM. Modulação da proliferação fibroblástica e da resposta inflamatória pela terapia a laser de baixa intensidade no processo de reparo tecidual. *An Bras Dermatol*. 2006;81(2):150-6. doi:10.1590/S0365-05962006000200006.

17. Locatelli EC, Pelizzari S, Scapini KB, Leguisamo CP, Silva AB. Exercícios físicos na doença arterial obstrutiva periférica. *J Vasc Bras*. 2009;8(3):247-54. doi: 10.1590/S1677-54492009000300010.
18. Yıldız PA, Özdil T, Dizbay M, Tunçcan OG, Hizel K. Peripheral arterial disease increases the risk of multidrug-resistant bacteria and amputation in diabetic foot infections. *Turk J Med Sci*. 2018;48(4):845-50. doi: 10.3906/sag-1803-217.
19. Seidel AC, Mangolim AS, Rossetti LP, Gomes JR, Miranda F Jr. Prevalência de insuficiência venosa superficial dos membros inferiores em pacientes obesos e não obesos. *J Vasc Bras*. 2011;10(2):124-30. doi: 10.1590/S1677-54492011000200006.
20. Silva JLA, Lopes MJM. Educação em saúde a portadores de úlcera varicosa através de atividades de grupo. *Rev Gaucha Enferm*. 2006;27(2):240-50.
21. Vestjens JJ, Rondas AA, White RR, Holloway SS. The inter-rater reliability between nurse-assessors clinically assessing infection of chronic wounds using the WUWHS criteria. *Int Wound J*. 2018;15(1):8-15. doi: 10.1111/iwj.12785.
22. Grey JE, Enoch S, Harding KG. ABC of wound healing: venous and arterial leg ulcers. *BMJ*. 2006;332:0604140. doi: 10.1136/sbmj.0604140.
23. Closs SJ, Nelson EA, Briggs M. Can venous and arterial leg ulcers be differentiated by the characteristics of the pain they produce? *J Clin Nurs*. 2008;17(5):637-45. doi: 10.1111/j.1365-2702.2007.02034.x.
24. Bakker K, Apelqvist J, Lipsky BA, Van Netten JJ, Schaper NC. The 2015 IWGDF guidance documents on prevention and management of foot problems in diabetes: development of an evidence-based global consensus. *Diabetes Metab Res Rev*. 2016;32(Suppl 1):2-6. doi: 10.1002/dmrr.2694.
25. Guimarães CMDS, Brioschi ML, Neves EB, Balbinot LF, Teixeira MJ. Imagem infravermelha no diagnóstico das doenças dos pés. *Pan American J Med Thermol*. 2017;4:7-14. doi: 10.18073/pajmt.2017.4.7-14.