

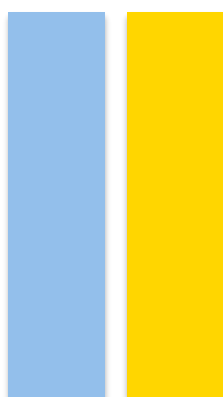
CICLO DE ESTUDOS
MESTRADO INFORMÁTICA MÉDICA

Conjuntos de Imagens para Sistemas de Avaliação de Feridas Crónicas

Paula Alexandra Gonçalves Teixeira

M

2020



Conjuntos de Imagens para Sistemas de Avaliação de Feridas Crónicas

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Informática Médica

Orientador

Professor Doutor Miguel Tavares Coimbra, professor associado do Departamento de Ciência de Computadores (DCC), vogal do Conselho Executivo e membro do Conselho Científico da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP).

Co-orientador

Professor Doutor Paulino Artur Ferreira de Sousa, professor coordenador da Escola Superior de Enfermagem do Porto (ESEP).

Porto, dezembro de 2020

Agradecimentos

O percurso foi longo, mas proveitoso e útil no crescimento e desenvolvimento pessoal e profissional nesta área de interesse dentro da Informática Médica.

Primeiramente quero agradecer ao Professor Miguel Coimbra, o fato de ter acreditado e ter-me feito acreditar, que este percurso de aperfeiçoamento, crescimento e partilha era possível. Caracterizo os momentos de reunião, discussão e orientação como momentos em que nunca faltou uma resposta acertada e concertada à etapa de desenvolvimento desta dissertação. Os momentos foram vários e arrastados no tempo, mas permitiram que as etapas fossem realizadas atempadamente e, acima de tudo permitiram o contato com várias pessoas, outras realidades, partilha de conhecimentos e experiências. O meu muito obrigado por todo o entusiasmo, incentivo, ensinamentos e colaboração durante a concretização deste trabalho.

Ao Enfermeiro Paulino Sousa quero agradecer o facto de ter aceite coorientar este trabalho, sempre com a visão paradigmática orientada para o campo de atuação da Enfermagem e apoiada na melhor evidencia científica e prática observada. Devo-lhe algumas ideias e soluções para a resolução de problemas ou para colmatar certos desafios. O “bichinho” da linguagem sistematizada e universal na Enfermagem e da utilização de Sistemas de Informação em Enfermagem devo-o ao espírito sempre pioneiro e inovador dos docentes da Escola de Enfermagem de São João, desde o ano de 1999, quando ingressei no primeiro curso de Licenciatura em Enfermagem. Obrigado pela visão e sentido crítico e pioneiro que daí trouxe!

À Instituição, onde exerço a minha atividade profissional desde 2005, quero agradecer a oportunidade que me concedeu de poder desenvolver o trabalho nas unidades de saúde da sua confluência e a criteriosa orientação e acompanhamento concedido pelos vários organismos e serviços, no sentido da melhor colaboração possível. Bem-haja a todos os utentes e profissionais de saúde que colaboraram na concretização deste trabalho. E bem-haja à Unidade Local de Saúde de Matosinhos, por manter sempre viva a chama da inovação e investigação, abrindo sempre horizontes para que os seus profissionais possam colocar em prática as suas ideias!

Á minha família, na pessoa da minha mãe, dos meus irmãos e sobrinhos quero pedir desculpa por este período de mais ausência e quero agradecer a paciência e o apoio dado durante este longo período, com aquela palavra amiga e preocupada sobre a etapa de desenvolvimento deste trabalho e na persecução dos objetivos traçados. Obrigado por acreditarem que eu seria capaz de alcançar este objetivo e por toda a colaboração e acompanhamento nos momentos mais complicados.

Aos meus amigos e colegas de trabalho quero agradecer o facto de depositarem em mim a confiança numa boa representação da nossa classe e de alimentarem a vontade de novas oportunidades. Acreditem que me lembrarei sempre de cada um de vocês e que alimentarei sempre esse sonho de outros horizontes!... À Sandra Lourenço e Luciana Pelluzi, colegas de percurso académico quero agradecer o companheirismo, ajuda e palavra amiga durante esta caminhada. Ao meu conterrâneo, amigo e colega enfermeiro Bruno Magalhães quero agradecer a partilha do seu conhecimento em investigação e a sua ajuda incondicional em fases fundamentais deste trabalho.

Dedico este percurso de crescimento pessoal e profissional a todos sem exceção, mas em especial ao meu pai, que acredito que ficaria orgulhoso de todo este meu caminho percorrido e alcançado nestes 25 anos da sua ausência...

Resumo

Background: As feridas crónicas são feridas de várias naturezas, que prolongaram o seu processo de tratamento além de 4 a 6 semanas e, por isso, são causadoras de sofrimento, morbilidades, perda de qualidade de vida e morte para o seu portador. O seguimento e tratamento de feridas crónicas acarreta um grande peso para os Sistemas de Saúde, sendo considerado um problema de Saúde Pública.

A avaliação da ferida através do uso de ferramentas ou métodos validados ou através de instrumentos sistematizados, permite aos profissionais de saúde recolher um conjunto de informações essenciais para a caracterização da ferida e classificação do estadio de cicatrização, que facilitarão a correta decisão sobre o seguimento e o tratamento a instituir. As características de avaliação de uma ferida crónica encontram-se bem sistematizadas, mas não é consensual e universal o uso de um determinado instrumento ou ferramenta. A subjetividade e imprecisão na determinação da área e na classificação dos tecidos através da observação visual, a inexistência de uma forma de registo sistemática e consistente da observação da ferida e, o facto de a avaliação manual das feridas e o seu registo serem um acréscimo à carga de trabalho dos profissionais de saúde são os principais problemas de avaliação de feridas crónicas.

O recurso ao processamento de imagem para a determinação do tamanho da ferida e a avaliação das características dos tecidos do leito são uma realidade investigada e desenvolvida, contudo ainda não existem ferramentas acessíveis, práticas e precisas que possam ser utilizadas na prática diária de avaliação de feridas crónicas por imagem digital.

Objetivos: A fase inicial deste estudo pretendeu compreender o estado da arte de visão computacional, descrevendo os métodos e técnicas de avaliação de feridas crónicas baseados em imagem de forma a encontrar a ferramenta ideal para a avaliação e documentação da ferida crónica. O intuito deste estudo é dotar as bibliotecas de *datasets* de visão computacional de imagens de feridas crónicas recolhidas em contexto de cuidados na comunidade, associadas a desafios clínicos na avaliação de feridas crónicas. Com a finalidade de obter um conjunto de imagens com anotações manuais validados por enfermeiros peritos, numa segunda fase procedeu-se à comparação interobservadores da avaliação das feridas crónicas realizada no local e a avaliação realizada através de imagem, à posteriori. Assim a questão que se pretende responder é: “Quais as características de feridas crónicas que podem ser utilizadas na anotação de imagens para sistemas de visão computacional?”.

Metodologia: A metodologia subjacente a este estudo observacional e transversal foi a recolha de imagens de feridas crónicas, no universo de utentes inscritos no Agrupamento de Centros de Saúde de Matosinhos, seguindo o guião e instrumento de recolha de dados e imagens aprovados pela Comissão de Ética, respeitando os desígnios legais de privacidade e segurança de dados de saúde sensíveis como são as imagens. Na segunda fase, o estudo pretendeu avaliar as observações dos vários conjuntos de imagens de feridas crónicas realizadas por vários observadores para determinar os itens de avaliação a serem incluídos na avaliação de feridas crónicas por imagem.

Resultados e Discussão: O conjunto de imagens é constituído por 301 imagens de feridas crónicas, sendo as imagens de úlceras venosas as mais frequentes e de seguida as imagens de úlceras por pressão. A avaliação interobservadores de feridas crónicas realizada através da observação direta ou através de imagem digital apresenta boa fiabilidade em relação à classificação das categorias das úlceras por pressão, à determinação da percentagem de tecido de granulação e à identificação de tecido necrosado para todos os pares de observadores nos diferentes subconjuntos de imagens. A determinação da percentagem de tecido desvitalizado apresenta uma boa fiabilidade na

avaliação entre todos os avaliadores, em todos os subconjuntos, à exceção da avaliação do subconjunto 2 e 3, em que apresenta uma fiabilidade moderada.

Conclusão: A avaliação de feridas crónicas baseada na observação direta é uma tarefa subjetiva, pouco fiável e que consome tempo e recursos. É urgente colmatar as necessidades e lacunas no processo de avaliação de feridas crónicas através do desenvolvimento e/ou aperfeiçoamento de ferramentas e algoritmos de visão computacional em conjuntos de imagem com características próximas da realidade de atuação clínica.

Palavras chave: Avaliação de Feridas Crónicas; Cicatrização de Feridas; Conjuntos de Imagens Digitais; Algoritmos de visão computacional; Fiabilidade interobservadores.

Abstract

Background: Chronic wounds can have several etiologies and treatment process are extensive beyond 4 to 6 weeks. Therefore, chronic wounds are the cause of suffering, morbidity, loss of quality of life and death for the patient. Chronic wounds follow-up and treatment result in a great burden on the Health Systems, and are considered a Public Health problem.

Wound assessment and healing carried out with validated tools or methods or through systematic instruments, allows health professionals to collect a set of essential information for the wound assessment and healing stage classification, which facilitates the correct decision about follow-up and treatment. Chronic wound characteristics are well systematized, but the use of a specific instrument or tools is not consensual and universal. The main problems of assessing chronic wounds are subjectivity and imprecision in size wound determination and tissues classification through visual observation, the lack of a systematic and consistent way of wound recording observation, and the fact that wounds manual assessment and documentation are an addition to the workload of health professionals.

Wound size determination and bed tissues classification using image processing is a reality that has been investigated and developed, however there are still no accessible, practical and precise tools that can be used, in the daily practice, of wound chronic assessment by digital image.

Objetives: Firstly we were intended to understand the computer vision state of the art, describing the methods and techniques of chronic wounds assessment based on image in order to find the ideal tool to assessment and documentation chronic wound. The aim of this study is to provide community collected images of chronic wound to computer vision datasets, where they are most often found inserted in the provision of nursing care, associated with clinical challenges in chronic wounds assessment. In order to obtain manual annotations of a set of images validated by nurses experts, chronic wounds assessment data carried out at patients bedside by research were compared with interobserver chronic wounds assessment through an image at different time. The research question underlying this study is: "What are the characteristics of chronic wounds that can be used in the images annotation's for computer vision systems?".

Metodology: An observational and cross-sectional study was performed to collect chronic wounds images, in the universe of users enrolled in the AceS of Matosinhos, following the script, data and image collection instrument approved by the Ethics Committee, respecting the legal designs of privacy and security of sensitive image. In a second phase of the study, data collected by several observers were analysed to confirm which evaluation characteristics of chronic wounds should be included through images observation.

Results and Discussion: Chronic wounds interobserver assessment carried out through direct observation or through digital imaging shows good reliability related with the classification of pressure ulcer categories, the determination of granulation tissue percentages and the necrotic tissue identification for all pairs of observers in the different images subsets. The devitalized tissue determination percentages presents a good reliability in the evaluation among all the observers, in all the subsets except for the evaluation of the subset 2 e 3, in which it presents a moderate reliability.

Conclusion: Chronic wounds assesment based on direct observation is a subjective, and unreliable task that consumes time and resources. It is urgent to fill the needs and gaps in the chronic wound assessment process through the development and/or improvement of computer vision tools and algorithms in image sets with characteristics similar to clinical practice reality.

Key words: Chronic wounds assessment; Wound healing; Digital Images; Algorithms; Computer vision; Interobserver reliability

Resultados Científicos

- ❖ Apresentação de comunicação livre intitulada “O contributo da área de Processamento de Imagem na avaliação de Feridas Crónicas – uma *Scoping Review*”, no Congresso da Associação Portuguesa de Tratamento de Feridas (APTFeridas) 2019 – “Produção e Difusão do Conhecimento”, realizado nos dias 21 e 22 de novembro de 2019, Gondomar, Porto.
- ❖ Apresentação do artigo de conferência “*Computer Vision Challenges for Chronic Wounds Assessment*”, na 42nd *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS) (via the EMBS Virtual Academy)* pelo Prof. Dr. Miguel Coimbra, de 20 a 24 de julho de 2020, Montreal, Canadá e publicação a 27 de agosto, na IEEE Xplore com DOI 10.1109/EMBC44109.2020.9175713.

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Resultados Científicos.....	vii
Acrónimos e Abreviaturas.....	xvii
Capítulo 1 Introdução	1
1.1. Motivação.....	3
1.2. Objetivos.....	5
1.3. Contribuições.....	6
1.4. Estrutura da Dissertação	6
Capítulo 2 Avaliação Clínica de Feridas Crónicas	9
2.1. Feridas Crónicas – Epidemiologia, Custos e Qualidade de Vida	11
2.2. Classificação e Avaliação de Feridas Crónicas	12
2.2.1. Úlceras por Pressão	13
2.2.2. Úlceras de Perna	15
2.2.3. Feridas Malignas	20
2.3. Processo de Cicatrização da Ferida	20
2.3.1. Fatores que influenciam a Cicatrização	22
2.3.2. Tipo de Tecidos	23
2.3.3. Complicações da Ferida Crónica.....	25
2.4. Documentação da Avaliação da Ferida	27
2.4.1. Fotografia na Documentação da Ferida.....	30
2.5. Cuidado Especializado à Ferida	33
Capítulo 3 Fundamentos de Processamento de Imagem.....	36
3.1. Imagem Digital	38
3.1.1. Espaços de Cores	40
3.1.2. Aquisição de Imagem	42
3.1.3. Filtros Espaciais.....	43
3.1.4. Segmentação da Imagem	45
3.1.5. Quantificação de Textura	48
3.1.6. Classificação da Imagem.....	49
3.2. Tecnologias de Imagem Ótica na Avaliação da Cicatrização de Feridas Crónica.....	51
Capítulo 4 Avaliação da Ferida e da Cicatrização através de Ferramentas apoiadas em Imagem	55
4.1. Estratégia de Pesquisa – <i>Scoping Review</i>	57
4.2. Análise dos Artigos	60
4.2.1. Processo de Cicatrização de Feridas Crónicas – Classificação e Predição	63

4.2.2.	Medição das Dimensões da Ferida e Cálculo de Área, Perímetro e Volume	67
4.2.3.	<i>Machine Learning</i> / Algoritmos de Visão Computacional.....	81
4.2.4.	Validade dos Instrumentos e Concordância Intra e Interavaliadores.....	86
4.3.	Considerações Finais	89
Capítulo 5 Construção de um Conjunto de Imagens Digitais de Feridas Crónicas		93
5.1.	Desenho e Objetivo de Estudo.....	95
5.2.	Amostra e Tipo de Amostragem	95
5.2.1.	Critérios de Inclusão e Exclusão	97
5.3.	Instrumentos de Recolha de Imagens e Dados	97
5.4.	Dados Sensíveis na área da Saúde e Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD).....	99
5.4.1.	Comissão Local de Proteção e Segurança da Informação (CLPSI)	99
5.4.2.	Comissão de Ética e Consentimento Informado, Esclarecido e Livre.....	100
5.5.	Apresentação e Análise dos Resultados	100
5.5.1.	Avaliação das características do Conjunto de Imagens de Feridas Crónicas	101
Capítulo 6 Comparação da Avaliação através da Observação Direta com a Observação através de Imagens por Peritos		111
6.1	Desenho e Objetivos do Método de Comparação	113
6.2	Hipóteses e Perguntas de Investigação	114
6.3	Amostra e Tipo de Amostragem	115
6.4	Instrumentos de Avaliação da Ferida através de Imagem Digital	115
6.5	Apresentação e Análise de Resultados.....	116
6.5.1.	Análise dos Dados de Avaliação da Qualidade das Imagens pelos Observadores	118
6.5.2.	Análise dos Dados de Avaliação Interobservadores do Subconjunto1.....	122
6.5.3.	Análise dos Dados de Avaliação Interobservadores do Subconjunto2.....	124
6.5.3.	Análise dos Dados de Avaliação Interobservadores do Subconjunto3.....	127
6.6	Considerações sobre as Hipótese Nulas	130
Capítulo 7 Discussão		133
7.1.	Discussão dos Resultados das Características do Conjunto de Imagens de Feridas Crónicas e da Avaliação Interobservadores	135
7.2.	Desafios Clínicos e em Processamento de Imagem	142
Capítulo 8 Conclusão e Trabalhos Futuros		147
Capítulo 9 Bibliografia.....		153
9.1.	Bibliografia <i>Scoping Review</i>	172
Capítulo 10 Apêndices		181
Apêndice A – ESCALAS DE AVALIAÇÃO DE FERIDAS CRÓNICAS		183
Apêndice B – RESVECH 2.0 VERSÃO ORIGINAL E VERSÃO PORTUGUESA		189
Apêndice C – ESCALAS DE AVALIAÇÃO OU DOCUMENTAÇÃO DA FERIDA		191

Apêndice D – TERMOS DE PESQUISA NAS 3 BASES DE DADOS (PUBMED, CINAHL E SCOPUS), A 16 DE AGOSTO DE 2019	195
1) PubMed: Mesh Terms (MT)	195
2) CINAHL: Títulos CINAHL.....	195
3) Scopus: mesmos termos que para pesquisa PubMed.....	196
Apêndice E – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS ARTIGOS ELEGÍVEIS REJEITADOS	197
1) Rejeitados por falta de acesso a texto integral	197
2) Rejeitados por língua do texto integral ser ucraniano	197
3) Rejeitados após leitura de texto integral	198
Apêndice F – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS INCLUÍDA POR RELEVÂNCIA DOS ESTUDOS	201
Apêndice G – RESUMO DA EXTRAÇÃO DE DADOS DOS ARTIGOS ELEGÍVEIS PARA LEITURA DE TEXTO INTEGRAL	203
Apêndice H – TABELA DE CARACTERÍSTICAS DOS DISPOSITIVOS/SISTEMAS DE AQUISIÇÃO E/OU ANÁLISE DE IMAGEM.....	207
Apêndice I – RESULTADOS DE PERFORMANCE DE SISTEMA, DISPOSITIVOS, TÉCNICAS E ALGORITMOS POR CATEGORIA.....	211
Apêndice J – PEDIDO DE PORROGAÇÃO DO PERÍODO DE RECOLHA E DE UTILIZAÇÃO DOS DADOS DE INVESTIGAÇÃO	215
Apêndice K – GUIÃO DE RECOLHA DE DADOS E IMAGENS	217
Apêndice L – INSTRUMENTO DE RECOLHA DE DADOS E IMAGENS.....	223
Apêndice L1 – Avaliação da Ferida/Úlcera	224
Apêndice M - PEDIDO DE PARECER À CLPSI	225
Apêndice N – CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE	227
Apêndice O – AUTORIZAÇÃO DO CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO DA ULS MATOSINHOS	229
Apêndice P – GUIÃO DE PREENCHIMENTO DO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE IMAGENS.....	231
Apêndice Q – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE IMAGENS POR PERITOS	235
Apêndice R – DESAFIOS CLÍNICOS EM AVALIAÇÃO DE FC PARA VISÃO COMPUTACIONAL	237

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Prevalência das feridas crónicas por tipologia de ferida e por unidade de cuidados.....	13
Tabela 4.1 - Distribuição dos artigos publicados por categoria e por ano	62
Tabela 5.1 - Lotação das UCC/ECCL e doentes em Programa de Tratamento de Feridas em 4 semanas.....	97
Tabela 5.2 - Frequências absolutas do número de utentes, feridas crónicas e visitas nas diferentes unidades do ACeS de Matosinhos.....	101
Tabela 5.3 - Número de imagens e vídeos de feridas crónicas recolhidos nos diferentes contextos de cuidados	102
Tabela 5.4 - Frequência de imagens de feridas crónicas por tipologia de cuidados de saúde	104
Tabela 5.5 - Distribuição da profundidade dos tecidos envolvidos com a categoria da úlcera por pressão.	106
Tabela 5.6 - Análise estatística das características mensuráveis da ferida	108
Tabela 6.1 - Distribuição cruzada das imagens digitais pelos 3 observadores	115
Tabela 6.2 - Número de imagens e de observações previstas e realizadas por observador	118
Tabela 6.3 - Causas para a impossibilidade de identificação do tipo de ferida crónica	119
Tabela 6.4 - Qualidade das imagens na opinião dos observadores peritos	119
Tabela 6.5 - Identificação da ferida/úlceras por parte dos peritos em relação à qualidade de imagem.....	119
Tabela 6.6 - Localização anatómica das feridas/úlceras identificadas pelos peritos	120
Tabela 6.7 - Aspetos da imagem que prejudicaram a avaliação da ferida/úlceras.....	121
Tabela 6.8 - Resultados do coeficiente de Kappa para as variáveis nominais do subconjunto1 de imagens	122
Tabela 6.9 - Resultados do ICC e do coeficiente de Kendall para as variáveis ordinais do subconjunto1 de imagens	123
Tabela 6.10 - Resultados dos vários coeficientes para as variáveis dicotómicas do subconjunto1 de imagens	124
Tabela 6.11 - Resultados do coeficiente de Kappa para as variáveis nominais do subconjunto2 de imagens	125
Tabela 6.12 - Resultados do ICC e do coeficiente de Kendall para as variáveis ordinais do subconjunto2 de imagens	126
Tabela 6.13 - Resultados dos vários coeficientes para as variáveis dicotómicas do subconjunto2 de imagens	127
Tabela 6.14 - Resultados do coeficiente de Kappa para as variáveis nominais do subconjunto3 de imagens	128
Tabela 6.15 - Resultados do ICC e do coeficiente de Kendall para as variáveis ordinais do subconjunto3 de imagens	129
Tabela 6.16 - Resultados dos vários coeficientes para as variáveis dicotómicas do subconjunto3 de imagens	130

Índice de Quadros

Quadro 2.1 - Sistema de classificação de Úlceras por Pressão) (European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel, & Pan Pacific Pressure Injury Alliance, 2019).	14
Quadro 2.2 – Manifestações clínicas mais comuns das feridas crónicas, adaptado Eming, Martin, & Tomic-Canic (2014).	23
Quadro 2.3 - Conjunto de Domínios e Critérios que devem nortear um instrumento genérico de avaliação de feridas, traduzido e adaptado de Coleman, et al. (2017).	28
Quadro 5.1 - Unidades de Saúde que constituem o ACeS de Matosinhos.	96
Quadro 5.2 - Características dos dispositivos móveis utilizados na aquisição de imagens de feridas crónicas	98
Quadro 6.1 - Escala de interpretação do coeficiente de correlação intraclasses (ICC)	117
Quadro 6.2 - Escala de concordância para interpretação dos coeficientes de concordância	118

Quadro 6.3 - Quadro resumo das características de avaliação de uma ferida crónica e da fiabilidade e concordância interobservadores apresentada nestes 3 subconjuntos de imagens.....	132
---	-----

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Métodos de medição de feridas com régua (Ahn & Salcido, 2008); (Ghomali, Ahmadi-pajouh, Abolftahi, Hamarneh, & Kayvanrad, 2018).....	3
Figura 1.2 - Exemplo de reconhecimento de tecidos através de redes neurais e classificadores Bayesianos (F. J. Veredas, Mesa, & Morente, 2009).	4
Figura 2.1 - Prevalência e custo anual de Feridas crónicas nos EUA e na Europa.	11
Figura 2.2 - Aparência e características de uma úlcera por pressão (UPP) (Eming, Martin, & Tomic-Canic, 2014).....	13
Figura 2.3 - Localização das úlceras venosas (Eming, Martin, & Tomic-Canic, 2014).....	16
Figura 2.4 - Características de uma úlcera arterial (Eming, Martin, & Tomic-Canic, 2014).....	17
Figura 2.5 - Localização habitual e características de uma úlcera de pé diabético (Eming, Martin, & Tomic-Canic, 2014).	18
Figura 2.6 - Camadas constituintes da pele (Parrish & Barrett, 2020).	21
Figura 2.7 - Fases da cicatrização da ferida (Doyle & McCutcheon, 2015).....	21
Figura 2.8 - Wound Healing Continuum (Gray, White, Cooper, & Kingsley, Applied wound management and using the wound healing continuum in practice, 2010); (Gallagher, 2012).	24
Figura 2.9 - Painele de Registo de Avaliar Feridas/Úlceras no SCLinico.	30
Figura 3.1 - Espectro Eletromagnético e as bandas de comprimento de onda (λ) correspondentes à luz ultravioleta (UV), luz visível e luz infravermelha (IV) (Miller, 2018).	40
Figura 4.1 - Utilização de termografia de infravermelhos e ecografia na classificação e identificação de lesões profundas nas úlceras por pressão (UPP). (A) UPP na região sagrada inicialmente de categoria 2, onde a linha 1 – b indica a direção de aplicação da sonda das imagens óticas (B) e (C). (B) Termografia com indicação da temperatura na região da lesão e da pele circundante. (C) Ecografia realizada na primeira observação e mostra alterações na fáscia. (D) A UPP piorou numa semana e estima-se uma categoria 3 ou pior (Higashino et al., 2014).....	63
Figura 4.2 - (a) Imagem de fluxo Speckle de uma úlcera venosa, onde a ROI 1 é a região central da ferida, ROI 2 é nos bordos e ROI 3 é na pele circundante. (b) Imagem a preto e branco da úlcera venosa e a localização das ROI. (c) Imagem a cores e onde se localizam as ROI (Yudovsky, Nouvong, & Pilon, 2010).	64
Figura 4.3 - Imagem visível (A) e imagem hiperespectral (B) de úlcera de pé diabético cicatrizada.	64
Figura 4.4 - Câmera de Infravermelhos FLIR T620 (Dini et al., 2015).	65
Figura 4.5 - Wound Vision Scoutt™ - dispositivos e software.	65
Figura 4.6 - Técnicas de microscopia confocal a laser com método FISH e PNA-FISH, para explorar a organização espacial de agregados microbianos em amostras de úlceras de pé diabético. (A) Identificação de 2 mono espécies de biofilme na mesma ferida, a verde <i>S. aureus</i> e a vermelho <i>S. coagulase</i> negativo (Johani et al., 2017).....	66
Figura 4.7 - Dispositivo para deteção de colónias de microrganismos e cálculo de área - MolecuLigh i:X image.	67
Figura 4.8 - Medição da área de uma ferida através do maior comprimento e da maior largura perpendicular 68	68
Figura 4.9 - Sistema de captura de imagem de úlceras de pé diabético tipo "box" (L. Wang et al., 2017).....	70
Figura 4.10 - Wound Zoom e WoundAide (Khong et al., 2017).....	72
Figura 4.11 - TeleDiaFoS (Foltynski, Ladyzynski, & Wojcicki, 2012).	72
Figura 4.12 - Visitrak™ (Khong et al., 2017).	72
Figura 4.13 - Pictzar® interface (Wendelken, 2011).	73
Figura 4.14 - Visualização da avaliação dos tecidos e sugestão de tratamento (Diabetesincontrol, 2014). ...	74
Figura 4.15 - Visão anterior e posterior do Wound Measurement Device (WMD) (Sprigle, Nemeth, & Gajjala, 2012).....	74

Figura 4.16 - Scanners a laser: (A) Next Engine laser scanner HD (Zenteno, et al., 2018) e (B) FastSCAN (Polhemus, 2018).	77
Figura 4.17 - Dispositivo de avaliação de feridas Silhouette Star (Medical, 2018).....	78
Figura 4.18 - Dispositivo de medição de feridas eKare inSight™ (WondWorks, 2019).....	78
Figura 4.19 - Sistema de medição de feridas Eykona (Digi, 2020).	78
Figura 4.20 - Sistema de medição de feridas VeVMD (Ahn & Salcido, 2008).	79
Figura 4.21 - Sistema de estereofotogrametria 3D LifeViz mini (Easyfairs, 2016).	79
Figura 4.22 - Sistema mãos livres de captura de imagens de feridas SnapCap (Aldaz et al., 2015).	81
Figura 4.23 - Modelo de classificação de feridas Red-Yellow-Black (RYB) (Mukherjee, et al., 2014).	82
Figura 4.24 - Grabcut aplicado como método de segmentação de imagens de feridas (Poon & Friesen, 2015).	83
Figura 5.1 - Configurações de Zoom e Flash da câmera do dispositivo móvel 1.	102
Figura 5.2 - Configuração de Zoom e Flash da câmera do dispositivo móvel 2.....	103
Figura 5.3 - Outras configurações de câmera dos dispositivos móveis.	104
Figura 5.4 - Presença de tecido necrosado nas imagens de Feridas Crônicas.	107
Figura 5.5 - Presença de tecido cicatrizado nas imagens de Feridas Crônicas.	107
Figura 6.1 - Classificação da qualidade das imagens na opinião dos observadores peritos em percentagem (%)	119
Figura 6.2 - Percentagem de imagens que não permitiram o diagnóstico de ferida/úlceras dependendo da qualidade da imagem	120
Figura 6.3 - Percentagem de imagens de UPP que foram identificadas dependendo da qualidade da imagem	120
Figura 6.4 - Qualidade das imagens quando não se denotou nenhum aspeto que prejudicasse a avaliação da ferida crônica.....	121

Índice de Diagramas

Diagrama 3.1 - Componentes constituintes de um Sistema de Processamento de Imagem adaptado de Gonzalez & Woods, 2018	39
Diagrama 4.1 - Diagrama de fluxo de pesquisa PRISMA-ScR.....	59

Índice de Gráficos

Gráfico 4.1 - Distribuição dos artigos conforme categorização por temáticas dentro da Avaliação e Cicatrização de Feridas Crônicas (FC)	60
Gráfico 4.2 - Distribuição dos Artigos por Tipo de Ferida.....	61

Acrónimos e Abreviaturas

2D - Bidimensional	EMBS - <i>Engineering in Medicine and Biology Society</i>
3D - Tridimensional	ESEP - Escola Superior de Enfermagem do Porto
3D-WAM – 3D-Wound Assessment Monitor	EUA - Estados Unidos da América
ACeS - Agrupamento de Centros de Saúde	FCUP - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
APTFeridas - Associação Portuguesa de Tratamento de Feridas	FC - Ferida(s) Crónica(s)
AUC - <i>Area Under Curve</i>	FINER - <i>Feasibility, Interesting, Novel, Ethical e Relevant</i>
BFT - <i>Best First Tree</i>	GGMRF - <i>General Bayesian Markov Random Field Model</i> (Modelo Generalizado de Gauss-Markov Random Field)
BWAT - <i>Bates-Jensen Wound Assessment Tool</i>	GMM - <i>Gaussian Markov Model</i>
CAD - <i>Computer Aided Design</i>	GLCM - <i>Gray-Level Co-occurrence Matrix</i>
C-BER - <i>Center for Biomedical Engineering Research</i>	HDL - <i>High Density Lipoprotein</i>
CCD - <i>Charge Coupled device</i>	HDR - <i>High Dynamic Range</i>
CEAP - Classe Clínica (C), Etiologia (E), Localização anatómica (A) e Fisiopatologia subjacente (P)	HLS - <i>Hue-Lightness-Saturation</i>
CIE - <i>Comission Internationale de L'Eclairage</i> e desenvolveu os modelos de cores CIELAB ou L*a*b* ou S-CIELAB (S-Standard) e CIELUV	HSV - <i>Hue-Saturation-Value</i>
CLPSI - Comissão Local de Proteção e Segurança da Informação	HSI - <i>Hue-Saturation-Intensity</i>
CMOS - <i>Complementary Metal-Oxide Semiconductor</i>	IA - Inteligência Artificial
CNN - <i>Convolution Neural Network</i>	ICA - <i>Independent Component Analysis</i>
CSD - Cuidados de Saúde Diferenciados	IC - Intervalo de Confiança
CSP - Cuidados de Saúde Primários	ICC - <i>Intraclass Coefficient</i> (Coeficiente de Correlação Intraclasses)
DAP - Doença Arterial Periférica	ID - <i>Identity</i> (Identificação)
DESIGN/DESIGN-R - <i>Depth, Exudate, Size, Inflammation/Infection, Granulation Tissue, and Necrotic Tissue (R-Rating)</i>	IEEE - <i>Institute of Electrical and Electronic Engineering</i>
DIAFORA – <i>Diabetic Foot Assessment</i>	IMUs - <i>Inertial Measurement Units</i>
DNN - <i>Deep Neural Networks</i>	INESC TEC - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência
dpi - <i>dots per inch</i>	IPTB - Índice de pressão tornozelo braço
DRLSE - <i>Distance Regularized Level Set Evolution</i>	IV - Infravermelhos
ECCI - Equipas de Cuidados Continuados Integrados	JPEG - <i>Joint Photographic Expert Group</i>
	KNN - <i>K-Nearest Neighborn</i>
	LDI - <i>Laser Doppler Imaging</i>

LBP - <i>Local Binary Patterns</i>	RESVECH - <i>“Resultados esperados de la valoración y evolución de la cicatrización de las heridas crónicas”</i>
LDA - <i>Linear Discriminant Analysis</i>	RMN - <i>Ressonância Magnética Nuclear</i>
LED - <i>Light Emitting Diode</i>	RNA - <i>Redes Neurais Artificiais</i>
LUMT - <i>Leg Ulcer Measurement Tool</i>	ROI - <i>Region of interest</i>
MCD-CDC - <i>Mean Colour Descriptor – Dominant Colour Descriptor</i>	RYB - <i>Red-Yellow-Black</i>
MRF - <i>Markov Random Field</i>	SECAM - <i>Séquence Electronique Couleur avec Mémoire</i>
MHz - <i>Megahertz</i>	SADC - <i>Sistema de Apoio à Decisão Clínica</i>
Mpx - <i>Megapíxeis</i>	SOM - <i>Self-Organizing Map</i>
ML - <i>Machine Learning</i>	SPMS - <i>Serviços Partilhados do Ministério da Saúde</i>
MOWA - <i>Mobile Wound Analyzer</i>	SS - <i>Sessing Scale</i>
MUNGS - <i>Maceration, Undermining/Tunnelling, Necrotic Tissue, Granulation, Sign or Syntoms</i>	SPSS - <i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
MLP - <i>Multi-layers Perceptron</i>	SVM - <i>Support Vector Machine</i>
NICE - <i>National Institute for Health and Care Excellence</i>	SWHT - <i>Sussman Wound Healing Tool</i>
NIR - <i>Near Infrared</i> (próximo do IV)	TAC - <i>Tomografia Axial Computorizada</i>
NPUAP - <i>National Pressure Ulcer Advisory Panel</i>	TIME/TIME-H - <i>Tissue, Inflammation/Infection, Moisture, Edge/Epithelialisation (H-Healing Score)</i>
Obs. - <i>Observador</i>	UPP - <i>Úlcera por Pressão</i>
OCT - <i>Optical Coherence Tomography</i> (Tomografia de Coerência Ótica)	UCC - <i>Unidade de Cuidados na Comunidade</i>
PAL - <i>Phase Alternating Line</i>	UCSP - <i>Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados</i>
PCA - <i>Principal Component Analysis</i>	UFC - <i>Unidades Formadoras de Colónias</i>
PCE - <i>Processo Clínico Eletrónico</i>	ULS - <i>Unidade Local de Saúde</i>
ppi - <i>píxel per inch</i>	URAP - <i>Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados</i>
PNA-FISH - <i>Peptide Nucleic Acid-Based Fluorescence in Situ Hybridisation</i>	USF - <i>Unidade de Saúde Familiar</i>
PSST - <i>Pressure Score Status Tool</i>	USP - <i>Unidade de Saúde Pública</i>
PUSH - <i>Pressure Ulcer Scale for Healing</i>	VCSS - <i>Venous Clinical Severity</i>
PWAT/Rev-PWAT - <i>Photographic Wound Assessment Tool (revised)</i>	VDS - <i>Venous Disability Score</i>
RGB/sRGB - <i>Red-Green-Blue/ Standard Red-Green-Blue</i>	VSDS - <i>Venous Segmental Disease Score</i>
RES - <i>Registo Eletrónico de Saúde</i>	WHS - <i>Wound Healing Scale</i>
RGPD - <i>Regulamento Geral de Proteção de Dados</i>	WTS - <i>Wound Trend Scale</i>

Capítulo 1

Introdução

1.1. Motivação

As feridas são uma entidade clínica, que no seu curso normal de cicatrização podem causar morbilidades ou mesmo a morte (Chen, Olerud, & Li, 2006) dos indivíduos que as possuem e, por vezes, o seu longo seguimento e tratamento tem um grande impacto na qualidade de vida dos doentes e custos financeiros para as Instituições de Saúde. As feridas podem ser classificadas quanto à sua causa e duração da cicatrização e dentro de cada um destes grupos existem outras classificações. A ferida crónica que se define como uma ferida que necessita de tratamento após quatro a seis semanas de evolução, é um problema de Saúde Pública, com uma prevalência mundial estimada para a população em geral de 2.21 por 1000 indivíduos (Martinengo, et al., 2019).

A prevalência das feridas varia de acordo com o tipo de ferida, com a área geográfica e com a unidade de saúde de seguimento. A taxa de prevalência em doentes seguidos em ambulatório varia entre 1.0% e 9.18% (Passadouro, Craveiro, & Santos, 2016). A prevalência de feridas crónicas tem vindo a aumentar devido ao aumento da esperança média de vida e de várias doenças de estilo de vida, como a diabetes, a obesidade e a hipertensão.

A avaliação de feridas é um aspeto primordial no seu correto diagnóstico, seguimento e tratamento, determinando a evolução e o sucesso do processo de cicatrização (Chen, Olerud, & Li, 2006). O processo de cicatrização de uma ferida cumpre um conjunto de fases, que podem ser de duração variável e que se inicia na fase inflamatória, prosseguindo com as fases de proliferação e de maturação. As características das feridas que se devem documentar são: as dimensões, as características dos tecidos do leito da ferida, dos bordos e da pele circundante, os sinais de infeção, entre outras. Por conseguinte, já existem escalas e grelhas validadas baseadas nos métodos diretos de avaliação da ferida e que são os instrumentos utilizados na prática clínica. Os métodos de avaliação que os profissionais de saúde utilizam são métodos baseados na observação direta das características das feridas, que as *guidelines* aconselham a registar quer para uma correta avaliação, quer como base legal dos registos clínicos, quer para a continuidade dos cuidados. Estes métodos, por vezes, comprometem a evolução da cicatrização porque não são os mais fidedignos e, porque o seu mecanismo/procedimento propicia a infeção da ferida (Barone, Paoli, & Razionale, 2010).

O cálculo da área de superfície da ferida através de métodos de medição com régua (Figura 1.1) apresenta erros na ordem dos 10 a 40% e o erro aumenta à medida que aumenta o tamanho da ferida a partir de 10 cm² (Khoo & Jansen, 2016) (Bowling et al., 2009).

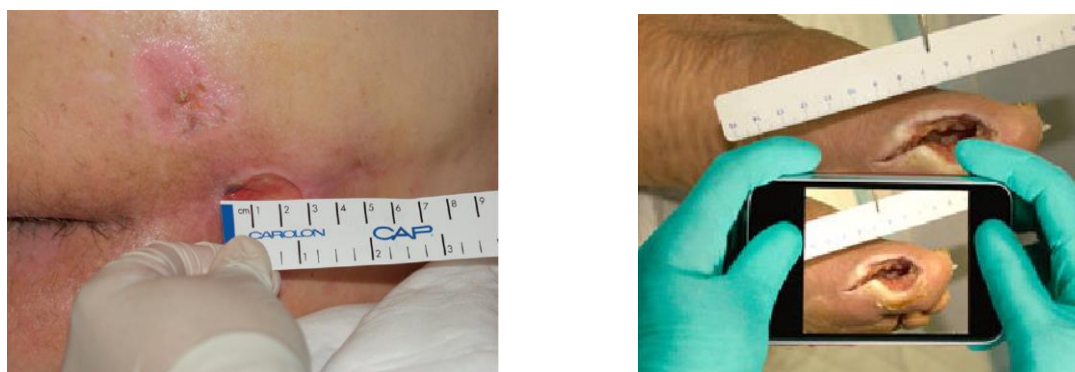


Figura 1.1 -Métodos de medição de feridas com régua (Ahn & Salcido, 2008); (Ghomali, Ahmadi-pajouh, Abolfathi, Hamarneh, & Kayvanrad, 2018)

Contudo, a medição da área de superfície de uma ferida é utilizada para avaliar a taxa de cicatrização, se nas primeiras 4 semanas de tratamento não se observar uma redução da área da ferida de 40% é necessário alterar o tratamento (Papazoglou et al., 2010); (Jorgensen, Sorensen, Jemec, & Ydestraede, 2016); (Khoo & Jansen, 2016). A utilização de softwares de medição das dimensões das feridas diminuem o erro (Mayrovitz & Soontupe, 2009); (Reis et al., 2012), apresentam boa concordância intra e interobservadores e, ao contrário da medição por régua são mais precisos para feridas superiores a 10 cm² (Eberhardt et al., 2016).

Existem vários métodos indiretos baseados em imagem digital, recorrendo a algoritmos de segmentação e de reconhecimento de padrões, que poderiam auxiliar os profissionais na monitorização mais fidedigna das feridas, em termos de cálculo de dimensões, quantidade de tecidos presentes, sinais de infeção, etc. (Figura 1.2). Estes métodos não são utilizados na prática clínica diária de avaliação, seguimento e tratamento das feridas. Os métodos indiretos para cálculo da área são baseados na delimitação dos limites da ferida pelo observador ou de forma automática, condicionando a performance dos algoritmos (Gardner et al., 2012; Mayrovitz & Soontupe, 2009); (Van Poucke, Nelissen, Jorens, & Vander Haeghen, 2010), porque esta tarefa não é de fácil execução, e não é fácil de definir. Já os métodos para identificar ou determinar o tipo de tecidos presentes têm boa performance dos diferentes algoritmos, sendo mais fáceis de detectar o tecido necrosado e o de granulação.



Figura 1.2 - Exemplo de reconhecimento de tecidos através de redes neurais e classificadores Bayesianos (F. J. Veredas, Mesa, & Morente, 2009).

A deteção do tecido necrosado de cor preta não condiciona muitas dúvidas até à observação visual direta. Já o tecido desvitalizado (amarelo esverdeado) pode confundir-se com outras estruturas anatómicas presentes debaixo da pele, como tendões, fáscia e osso. O tecido de granulação (vermelho) é o mais facilmente detetável, pois num processo de cicatrização favorável é o que existe em maior quantidade. Existem outros métodos baseados na determinação de hemoglobina, que se podem associar para a sua deteção. A deteção de sinais de infeção por se basear em sinais físicos, como a temperatura, a presença de exudado, rubor da pele circundante deve apoiar-se em dispositivos multimodais, contudo a evolução ocorre no âmbito da imagem ótica (microscopia e fluorescência) para a melhoria na deteção de unidades formadoras de colónias (UFC) de bactérias através da orientação das colheitas de tecido ou exudado.

Em plena reforma dos cuidados de saúde, em que imperam os registos eletrónicos de saúde (RES) e as tecnologias digitais sofisticadas para melhorar a documentação e a comunicação, no que concerne à avaliação da ferida, os profissionais de saúde e os doentes devem recorrer aos cuidados de saúde relacionados até com aplicações digitais (Stanojev, 2018). O mesmo poderia acontecer no âmbito da avaliação de feridas crónicas, com a aplicação das tecnologias descritas anteriormente, úteis para a caracterização da evolução destas feridas, de forma a facilitar e melhorar essa tarefa

de avaliação, a reduzir o sofrimento dos indivíduos portadores de feridas crónicas, a ocorrência de complicações, o tempo de seguimento e, consequentemente, os custos em horas de cuidados, em qualidade de vida e perdas de ano de trabalho para estes indivíduos.

1.2. Objetivos

Neste trabalho pretende-se, numa fase inicial, descrever os métodos e técnicas baseados em imagem utilizados na avaliação de feridas crónicas, de forma a compreender o estado da arte de visão computacional para a área de avaliação de feridas, encontrar a ferramenta ideal para esta importante e difícil tarefa e/ou identificar quais os desafios clinicamente relevantes que podem ser apoiados por técnicas de visão computacional. De seguida, com o conhecimento de quais as características de feridas crónicas passíveis de serem avaliadas através de imagem digital fomos para o terreno recolher imagens e dados de caracterização de feridas crónicas, em contextos reais de trabalho com *smartphone* e com guião de recolha de imagens, construindo novos conjuntos de dados de imagens que possam ajudar a colmatar as falhas no estado da arte de investigação em visão computacional.

Este conjunto de imagens com anotações clínicas realizadas, no local da recolha de imagem foi comparado, à posteriori, com as anotações realizadas por peritos, com a seguinte questão de investigação: **“A avaliação da ferida crónica através de imagem digital realizada à posteriori por peritos é mais fiável que a avaliação realizada no local, pelo investigador através dos métodos tradicionais?”**. O objetivo desta etapa do estudo é analisar as anotações manuais dos novos conjuntos de dados para compreender a fiabilidade das anotações realizadas por peritos, identificar os fatores facilitadores e inibidores do processo de avaliação de feridas crónicas através de imagem.

A questão de investigação principal que norteia este trabalho, permitindo com base na evidência apreciar o contexto de avaliação de feridas crónicas através de imagem digital, de forma a resolver problemas identificados é: **“Quais as características de feridas crónicas que podem ser utilizadas na anotação de imagens para sistemas de visão computacional?”**

A formulação das questões de investigação que conduzem este estudo podem ser analisadas, segundo os critérios FINER (*Feasibility, Interesting, Novel, Ethical e Relevant*) para se avaliar a sua eficácia. A identificação e determinação das características de feridas crónicas passíveis de serem avaliadas através de imagem digital e que podem ser anotadas nos conjuntos de imagens serão uma mais valia na área de visão computacional para o desenvolvimento e treino de sistemas de análise automática de imagens de feridas crónicas. A construção de conjuntos de imagens de feridas crónicas anotados e orientados por desafios clínicos e de visão computacional, com relevância para a prática clínica irão proporcionar um desenvolvimento premente na avaliação de feridas. Contudo, a delimitação dos bordos das feridas crónicas é uma tarefa difícil e é o tipo de anotação de imagem mais frequente nos conjuntos de imagens, pelo que a anotação na imagem ou através de metadados de outras características da ferida crónica tornam este conjunto de imagens mais enriquecido e valorizado com informação clínica relevante e que deve ser partilhada com os investigadores de visão computacional.

A recolha de dados e de imagens de feridas crónicas, a sua reunião e análise tornam o investigador embuído nestes dois mundos de pesquisa e investigação tão do seu interesse – a avaliação de feridas crónicas e os sistemas de visão computacional.

Este estudo foi realizável, pois a reunião de evidência clínica na avaliação de feridas crónicas e do processo de cicatrização, com recurso a tecnologias de imagem e a recolha de imagens de feridas crónicas, em contexto real de trabalho são tarefas atingíveis, com recurso a pesquisa bibliográfica em bases de dados e ao acompanhamento e observação de indivíduos com feridas crónicas com as devidas autorizações da Comissão de Ética e de Proteção de Dados e da Informação e consentimento do próprio indivíduo em estudo.

Desta questão de investigação, ao longo do estudo de investigação resultaram outras questões e hipóteses que orientaram e delimitaram o campo de investigação em cada uma das fases. Estas formulações encontram-se nas respetivas áreas metodológicas de cada uma dessas etapas da investigação.

1.3. Contribuições

Os contributos para a comunidade científica e para o investigador evidenciam a natureza prática e factível desta dissertação. Esta dissertação pode ser uma fonte válida de informação atualizada nas áreas de avaliação de feridas crónicas e sistemas de avaliação de feridas através de imagem já alcançada com a divulgação da parte inicial desta dissertação – estado da arte de avaliação de feridas crónicas em visão computacional e desafios clínicos associados – numa conferência na área de feridas (Congresso da Associação Portuguesa de Tratamento de Feridas - 2019), em grupos de investigação em processamento de imagem (*Center for Biomedical Engineering Research (C-BER)*, no Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência (INES TEC) e com a publicação de um artigo de conferência, na *42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. O contributo primordial é a produção de conjuntos de dados anotados e validados, necessários ao desenvolvimento de sistemas de visão computacional para avaliação de feridas crónicas.

1.4. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação é composta por 10 capítulos, sendo que esta seção introdutória pretende dar uma visão global do trabalho desenvolvido, apresentar as motivações, os objetivos e contributos principais desta dissertação. O capítulo 2, 3 e 4 apesar de separados continuam a estar enquadrados na etapa introdutória deste trabalho, que como reuniu conceitos da área clínica e computacional levou a que tivessem de se constituir várias seções. Primeiramente houve a necessidade de contextualizar a problemática de avaliação, classificação e documentação de feridas crónicas e do processo de cicatrização com recurso a grelhas e escalas de avaliação e/ou classificação. Em seguida, na vasta área de Processamento de Imagem houve a necessidade de reunir, sistematizar e compilar os conceitos essenciais para a problemática de análise de imagens digitais em estudo. Finalmente no capítulo 4, numa *Scoping Review* reunindo-se os conceitos da avaliação de feridas crónicas e do processo de cicatrização com os conceitos de processamento de imagem, identificou-se o estado da arte nesta área do conhecimento.

O capítulo da metodologia e resultados foi agregado por etapas diferentes de realização do estudo, onde se apresentam os objetivos, os métodos aplicados, a condução dos mesmos, e os resultados principais. Assim sendo, a primeira etapa, da construção de um conjunto de dados de imagens de feridas crónicas adquiridas, em contexto de Cuidados de Saúde Primários está apresentada no capítulo 5, respeitando a estrutura anteriormente referida, e no capítulo 6, apresenta-se o contributo da avaliação de feridas crónicas realizada por peritos através de imagem. De seguida, no

capítulo 7 – Discussão compila-se e sumaria-se a análise dos vários resultados apresentados nos capítulos anteriores e num subcapítulo específico apresentam-se os desafios clínicos essenciais à evolução desta área de investigação tão particular no Processamento de Imagem. Finalmente, no capítulo 8 apresentam-se as principais conclusões deste trabalho e o que pode proporcionar como trabalhos futuros para o investigador e para a comunidade científica. Como seções acessórias temos o capítulo 9 – com a Bibliografia consultada durante esta dissertação e, o capítulo 10 – Apêndices, onde se encontra informação complementar à compreensão de algumas partes desta dissertação.

Capítulo 2

Avaliação Clínica de Feridas Crônicas

2.1. Feridas Crónicas – Epidemiologia, Custos e Qualidade de Vida

O sistema cutâneo ou tegumento é o maior órgão do corpo humano e inclui a pele, as membranas mucosas, o cabelo e as unhas. As feridas representam uma violação na integridade da pele e membranas mucosas e têm várias origens e causas. As feridas crónicas estão associadas a doenças sistémicas e o processo de cicatrização está retardado.

As feridas representam uma grande ameaça à Saúde Pública e da Economia, porque conferem um grande peso para o Sistema de Saúde, uma redução significativa na qualidade de vida das pessoas e antecedem eventos graves, como amputações de membros ou mortes prematuras (Jarbrink, et al., 2017). A incidência de feridas crónicas é maior nos idosos devido ao aparecimento crescente das doenças de estilo de vida (como a obesidade, a diabetes e as doenças cardiovasculares) (Jarbrink, et al., 2017) e à diminuição da capacidade regenerativa da pele e imunossupressão, que aumentam o risco de ocorrência de feridas (Passadouro, Craveiro, & Santos, 2016).

A prevalência mundial de feridas crónicas, para a população em geral foi estimada numa meta-análise, que incluiu estudos entre 2000 e 2017, e foi de 2.21 por 1000 indivíduos (Martinengo, et al., 2019). Em Portugal, a prevalência estimada de feridas crónicas, num estudo realizado entre 2012 e 2013, foi de 1.65 por 1000 habitantes (Alves P. J., 2014).

A natureza multifatorial na ocorrência de feridas crónicas leva a diferentes tipos de orientação e abordagem dos cuidados. O cuidado às feridas pode ser orientado em contexto comunitário ou em contexto hospitalar, mediante as condições médicas do doente e o tipo de cuidado que exige. Maioritariamente, os cuidados às feridas crónicas acontecem em contexto comunitário, como consta num estudo realizado, no Distrito de Leiria, em 2012, onde a taxa de prevalência de feridas em tratamento nos Cuidados de Saúde Primários (CSP) foi de 31.6% e nos Cuidados de Saúde Diferenciados (CSD) foi de 21.3% (Passadouro, Craveiro, & Santos, 2016). Num estudo epidemiológico realizado com doentes internados, em contexto de CSD e, os que recorreram aos CSP, entre janeiro de 2012 e dezembro de 2013, a prevalência global de feridas, dependendo do contexto de seguimento, foi de 33% nos CSD e de 2.2/1000 habitantes nos CSP (Alves P. J., 2014).

Nos Estados Unidos da América (EUA) mais de 5.7 milhões de pessoas (cerca de 2% da população) têm feridas crónicas, com um custo anual de 20 mil milhões de dólares (Jarbrink, et al., 2017) e na Europa, mais de 2 mil milhões de pessoas são afetadas por feridas crónicas e o custo relacionado é cerca de 8 mil milhões de euros por ano (Casas, Castaneda, & Treuillet, 2011).



Figura 2.1 - Prevalência e custo anual de Feridas crónicas nos EUA e na Europa.

A gestão de feridas é dispendiosa, incluindo os recursos humanos, materiais e tempo de cuidado e de internamento. Estima-se que na Europa seja responsável por 2 a 4% do orçamento dos Sistemas de Saúde (Gottrup, et al., 2013). Em Portugal, a estimativa de custo médio para o tratamento de feridas foi de 8.12 €, sendo que o valor médio do custo de tratamento de feridas crónicas foi de 11.01 € (Alves P. J., 2014). Quando se tenta relacionar a prevalência por tipo de ferida e os custos associados ao seu tratamento, num estudo realizado nos EUA em 2014, com dados retrospectivos dos Sistemas de Seguros *Medicare*, concluiu-se que a ferida crónica com que se despende mais dinheiro são as úlceras de pé diabético e menos dinheiro são as úlceras venosas (Nussbaum, et al., 2018).

As feridas são causadoras de sofrimento multidimensional para o doente nos domínios físico, social, espiritual, psicológico e existencial, contribuindo para a diminuição da qualidade de vida destes indivíduos (Maida, 2011). Estes indivíduos experienciam não só sintomas físicos como dor intensa, exsudado, odor, prurido e hemorragia, assim como sofrimento psicológico por alteração da imagem corporal (Maida, 2011) resultante de amputações, com consequente redução da mobilidade (Jarbrink, et al., 2017), resposta emocional exacerbada e isolamento social (Maida, 2011). Estudos demonstram também a afetação, não só dos indivíduos portadores de feridas, como das suas famílias (Jarbrink, et al., 2017), e a relação entre fatores socioeconómicos baixos e a prevalência de úlceras venosas ou o sucesso na cicatrização como uma realidade que se constata e que podem ser preditores no diagnóstico destas situações (Sequeira, Ribeiro, Carvalho, Martins, & Rodrigues, 2009); (Álvarez-Del-Río, 2018).

As amputações são um resultado imediato ou tardio do aparecimento ou tratamento de feridas crónicas e a sua relação com doenças crónicas sistémicas. Cerca de 85% das amputações são resultantes de úlceras e 70% de todas as amputações dos membros inferiores são decorrentes de úlceras diabéticas (Jarbrink, et al., 2017). Em 2005 registava-se uma amputação a cada 30 segundos devido a úlcera diabética (Jarbrink, et al., 2017). A taxa de mortalidade a 5 anos após amputação é de 40 a 70% e é maior entre os doentes com amputações major (Jarbrink, et al., 2017). Estes eventos, assim como a infeção das feridas podem ser evitados através do diagnóstico precoce e tratamento adequado (Jarbrink, et al., 2017).

Assim, o conhecimento da realidade epidemiológica das feridas crónicas, associado a uma correta identificação da ferida e documentação da observação e dos cuidados prestados, assentes em sistemas de classificação universais, são a base para se poder diagnosticar e comunicar de forma uniforme e se utilizar esses dados e informação para a investigação, análise comparativa das várias realidades e para a melhoria da prática clínica.

2.2. Classificação e Avaliação de Feridas Crónicas

As feridas crónicas de acordo com a sua etiologia e, segundo a *Wound Healing Society* podem ser: úlceras por pressão, úlceras diabéticas, úlceras venosas e úlceras arteriais (Jarbrink, et al., 2017). As feridas crónicas mais prevalentes, segundo uma avaliação do *United States Wound Registry* são as úlceras por pressão com 16,6%, as úlceras de pé diabético com 13.7% e as úlceras crónicas com 12.1% (Ashtikar & Wacker, 2018).

Num estudo epidemiológico realizado em Portugal entre 2011 e 2012, em contexto de CSD e CSP, a prevalência das feridas crónicas por tipologia pode observar-se na (Tabela 2.1) (Alves P. J., 2014).

Tabela 2.1 - Prevalência das feridas crônicas por tipologia de ferida e por unidade de cuidados.

Tipologia Feridas Crônicas	Prevalência (%)	
	CSD	CSP
Úlcera por Pressão	17.7	14.9
Úlcera de Perna	2.8	22.6
Pé Diabético	2.5	3.6
Feridas Malignas	2.6	1.8

CSD – Cuidados de Saúde Diferenciados; CSP – Cuidados de Saúde Primários

Deste estudo pode estimar-se uma prevalência para a população portuguesa de 1.65 doentes com ferida crónica por 1000 habitantes, que representa: 0.7 doentes com úlceras por pressão/1000 habitantes; 0.7 doentes com úlcera de perna/1000 habitantes; 0.15 doentes com pé diabético/1000 habitantes e 0.1 doentes com ferida maligna/1000 habitantes (Alves P. J., 2014).

2.2.1. Úlceras por Pressão

As úlceras por pressão (UPP) também conhecidas por escaras de pressão ou feridas de decúbito são originadas por forças de pressão ou deslizamento e estão localizadas nas áreas das proeminências ósseas. A principal causa é a diminuição do suprimento de sangue, devido à pressão exercida entre os tecidos e as proeminências ósseas (Doyle & McCutcheon, 2015). Geralmente têm uma aparência regular, podendo ter tecido viável ou necrótico (Figura 2.2) e são classificadas em categorias, tendo em conta a profundidade atingida (Doyle & McCutcheon, 2015).



Figura 2.2 - Aparência e características de uma úlcera por pressão (UPP) (Eming, Martin, & Tomic-Canic, 2014).

Na Europa (dados de 2002 e 2005), a prevalência das lesões de pele provocadas por pressão varia de 10,5% em doentes hospitalizados e 6,1% em doentes em cuidados domiciliários (Kottner, Raeder, Halfens, & Dassen, 2009), locais onde o risco de ocorrerem são mais comuns (Posnett, Gottrup, Lundgren, & Saal, 2009). Em 2019, os utentes referenciados para as Equipas de Cuidados Continuados Integrados (ECCI), integradas nas Unidades de Cuidados na Comunidade (UCC), 32% o motivo das referências era por “ferida/úlceras por pressão” e 12% por “úlceras por pressão múltiplas” (Ministério da Saúde, 2019).

O primeiro sistema de classificação de UPP foi proposto em 1975 por *Shea*, que as diferenciava em 5 estádios (Kottner, Raeder, Halfens, & Dassen, 2009). Em 2007, o *National Pressure Ulcer Advisory*

Panel (NPUAP) publicou uma atualização à definição dos graus de UPP (Kottner, Raeder, Halfens, & Dassen, 2009). Em 2016, o mesmo painel de peritos estabeleceu uma nova atualização ao sistema de classificação num consenso mundial em Rosemont, Chicago (NPUAP, 2019). A classificação resultou em 4 estádios (Quadro 2.1) e mais duas situações adicionais utilizadas nos EUA (Maia, 2012):

Quadro 2.1 - Sistema de classificação de Úlceras por Pressão (European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel, & Pan Pacific Pressure Injury Alliance, 2019).

Sistema de Classificação NPUAP, 2016	Descrição e tecidos envolvidos
Estádio 1	eritema não branqueável em pele intata
Estádio 2	perda parcial da espessura de pele com exposição da derme
Estádio 3	perda total de espessura da pele
Estádio 4	perda total de espessura da pele e dos tecidos
Úlcera por Pressão Inclassificável	perda total de espessura de pele e tecido desconhecida
Lesão Profunda de Tecidos	descoloração vermelha, castanha ou roxa persistente e não-branqueável

As definições de UPP acrescentadas são as UPP relacionadas com Dispositivos Médicos e as UPP da Membrana Mucosa (NPUAP; EPUAP; PPPIA, 2014).

A avaliação da pele e dos tecidos é importante na prevenção, classificação, diagnóstico e tratamento das UPP (NPUAP; EPUAP; PPPIA, 2014). A avaliação inicial das UPP deve contemplar as seguintes características: localização, categoria/estádio, tamanho, tipo de tecidos, coloração, condições da pele circundante, bordos da ferida, trajetos fistulosos ou tunelizados, exsudado e odor (NPUAP; EPUAP; PPPIA, 2014). Nas categorias/estádios de 1 a 4 ou nas UPP inclassificáveis deve priorizar-se a avaliação das seguintes características: temperatura e sensibilidade da pele, alterações na consistência dos tecidos e dor (NPUAP; EPUAP; PPPIA, 2014). No processo de avaliação, os painéis de peritos internacionais determinaram que a posição do corpo deve ser neutra e que se deve selecionar um método uniforme e consistente para a medição do tamanho e profundidade da UPP (NPUAP; EPUAP; PPPIA, 2014). A reavaliação deve ser realizada semanalmente, através de instrumento padronizado (Alves, et al., 2015) ou a cada mudança de penso e deve ser utilizada para o planeamento e documentação das intervenções de promoção da cicatrização. Ao final de duas semanas, o plano deve ser revisto se a UPP não obtiver melhoria (Iizaka, et al., 2012).

Na prática clínica, as UPP são avaliadas, utilizando o julgamento clínico de um profissional de saúde apoiado por ferramentas de avaliação de UPP e fotografia digital (NPUAP; EPUAP; PPPIA, 2014). Na avaliação da cicatrização das UPP, o painel de peritos sugere que se:

- ✓ avalie a evolução da cicatrização de uma UPP, através de uma escala de avaliação válida e fiável;
- ✓ utilize o julgamento clínico para avaliar os sinais de cicatrização como a diminuição do exsudado, do tamanho da ferida e os tecidos do leito da ferida;
- ✓ considere a utilização da fotografia, como técnica padronizada, para monitorizar a cicatrização da úlcera por pressão ao longo do tempo (NPUAP; EPUAP; PPPIA, 2014).

As escalas ou instrumentos para a avaliação das UPP utilizadas são: a *Pressure Score Status Tool* (PSST), a *Bates-Jensen Wound Assessment Tool* (BWAT), a *Pressure Ulcer Scale for Healing* (PUSH®), DESIGN/DESIGN-R (NPUAP; EPUAP; PPPIA, 2014) e a *Photographic Wound Assessment Tool* (PWAT e revPWAT), entre outras menos utilizadas e investigadas, como a *Wound Healing Scale* (WHS), a

Sessing Scale (SS), a *Sussman Wound Healing Tool (SWHT)* a sua descrição e apresentação de resultados de investigação encontram-se no [Apêndice A](#). No entanto, para a avaliação de UPP, a PUSH é a escala mais utilizada pelos clínicos e a PSST é a escala mais estudada ao nível das suas propriedades métricas e ao nível da sua aplicação clínica (Restrepo-Medrano & Soriano, 2011).

Na deteção UPP inclassificáveis, quando a profundidade da lesão dos tecidos não consegue ser determinada pela observação direta, Kaitani, et al. (2015) estabelecem um protocolo com um conjunto de ferramentas para avaliação das UPP, como a DESIGN-R, a ecografia para determinar a profundidade da lesão dos tecidos e a medição de temperatura sem contato para determinar a colonização das úlceras, entre outras relacionadas com a melhoria no tratamento das UPP (Kaitani, et al., 2015). Outros autores desenvolveram uma ferramenta com um processador de sinal usado em conjunto com uma câmara com sensor monocromático CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) com um algoritmo baseado em frequências para definir região de interesse (ROI – *Region of interest*) em tempo real, tais como regiões de necrose ou suscetibilidade de lesão nos tecidos (Moza, DiMaio, & Melendez, 2010).

Todos os instrumentos mencionados anteriormente para avaliar uma ferida foram desenvolvidos especificamente para uso em UPP e podem ser reproduzidos na avaliação de UPP em vários contextos (Woodbury, Houghton, Campbell, & Keast, 2004).

2.2.2. Úlceras de Perna

As úlceras de perna são um problema que englobam variadas situações e origens e que causam grande impacto na qualidade de vida dos indivíduos e das suas famílias e impacto económico relacionado com a utilização dos recursos. Podem ser definidas como qualquer dano abaixo do joelho e que demora mais de 4 a 6 semanas a cicatrizar (Campbell, Campbell, & Turner, 2016). As causas para as úlceras das extremidades inferiores são variadíssimas, podendo ter origem na doença vascular, infeção, pressão, cancro, alterações do tecido conjuntivo, doenças metabólicas, medicação, picada de insetos, trauma e doenças autoimunes. Em última instância, este problema pode acarretar perda do membro inferior, causa de grande sofrimento físico, emocional e social para o indivíduo.

Em Portugal, num estudo realizado em 2001, na Sub-Região de Saúde de Lisboa, a maioria dos doentes sofria de doença unilateral e a duração média da ulceração foi de 18 meses, variando de 5 a 36 meses (Pina, Katia, Franks, & Moffatt, 2005). Neste estudo, apenas 5% dos indivíduos tiveram uma úlcera durante 4 semanas; 66% a úlcera durou mais de um ano e 17% mais de 5 anos (Pina, Katia, Franks, & Moffatt, 2005). As taxas de prevalência mundiais, na população em geral situam-se entre 1.2 e 3.2 por 1000 indivíduos (Postnett & Franks, 2008). A prevalência aumenta com a idade e estas situações são mais frequentes no sexo feminino que no masculino, situando-se as taxas brutas em 0.3 por 1000 nos homens e 0.5 por 1000 nas mulheres (Postnett & Franks, 2008). A etiologia destas feridas pode ser mista, o que dificulta o seu diagnóstico e tratamento (Postnett & Franks, 2008).

As úlceras venosas são cerca de 70 a 90% de todas as úlceras de perna (Doyle & McCutcheon, 2015) e são 10% mais frequentes nas mulheres que nos homens (Bonham, 2003). Vários estudos populacionais documentam 20 a 30% de indivíduos afetados com úlceras venosas e que apresentam evidência de problemas leves a moderados relacionados com estreitamento dos vasos sanguíneos (Woo & Sears, 2016). Em Portugal, durante o ano de 2001, realizaram um estudo de

prevalência em que das 171 úlceras incluídas, 137 (80%) eram úlceras de etiologia venosa (Pina, Katia, Franks, & Moffatt, 2005). As úlceras venosas ocorrem nas extremidades inferiores em redor do tornozelo (Figura 2.3) e resultam da isquemia dos tecidos provocada pela insuficiência da função das válvulas venosas (Doyle & McCutcheon, 2015).



Figura 2.3 - Localização das úlceras venosas (Eming, Martin, & Tomic-Canic, 2014).

Os fatores de risco associados à insuficiência venosa crônica são a insuficiência cardíaca congestiva, a trombose venosa profunda, as flebites, a gravidez, a obesidade, a idade avançada, o trauma e a história prévia de úlceras (Bonham, 2003). A insuficiência venosa ocorre devido a múltiplos fatores, incluindo a incompetência valvular (refluxo venoso), a obstrução venosa, e a falência da bomba muscular da perna (Bonham, 2003). A insuficiência venosa crônica leva à ocorrência de lipodermatoesclerose caracterizada por endurecimento e fibrose da derme e do tecido celular subcutâneo, tornando a pele atrófica, com perda das glândulas e pêlos e com variações na pigmentação (Grey, Harding, & Enoch, ABC of wound healing - Venous and arterial leg ulcers, 2006). As úlceras podem ser irregulares, grandes e superficiais com edema generalizado dos membros inferiores (Doyle & McCutcheon, 2015). O edema pode ser preditor da ocorrência destas úlceras e leva a extravasamento de eritrócitos e macrófagos, nas camadas da pele, que estimulam a produção de melanina e originam uma hiperpigmentação e coloração acastanhada destas zonas (Grey, Harding, & Enoch, ABC of wound healing - Venous and arterial leg ulcers, 2006). Geralmente o leito da úlcera apresenta tecido desvitalizado misturado com tecido de granulação e bordos irregulares e invertidos (Grey, Harding, & Enoch, ABC of wound healing - Venous and arterial leg ulcers, 2006). Antes do início do tratamento deve avaliar-se a perfusão dos membros (Doyle & McCutcheon, 2015), através da realização de um ecodoppler dos membros inferiores (Onida & Davies, 2016).

As úlceras arteriais são cerca de 5 a 20% de todas as úlceras de perna e ocorrem quando há isquemia dos tecidos, devido a insuficiência arterial (Doyle & McCutcheon, 2015). Num estudo de prevalência realizado em Portugal dos 171 indivíduos com úlceras de perna de etiologia conhecida, cerca de 5% (n=8) eram úlceras arteriais (Pina, Katia, Franks, & Moffatt, 2005). A manifestação clínica mais comum da doença arterial periférica (DAP) é a claudicação intermitente, caracterizada por dor num dos grupos musculares do membro inferior, que agrava com o movimento e alivia com o descanso (Woo & Sears, 2016). Cerca de 10 a 30% dos indivíduos com DAP apresentam claudicação, pois esta

pode estar relacionada com a presença de diabetes e neuropatia que podem mascarar a dor isquêmica da claudicação, tornando-se assim, num indicador pouco fiável da DAP. Numa revisão sistemática, a pele fria e as anormalidades no pulso periférico foram considerados os indicadores mais úteis para o diagnóstico de DAP. Assim como, o índice de pressão tornozelo braquial (IPTB) é recomendado por um conjunto de 8 *guidelines* internacionais como o principal instrumento de diagnóstico da DAP, no caso de suspeita clínica baseada nos sintomas e achados (Woo & Sears, 2016). Geralmente, as úlceras arteriais localizam-se nas pernas, incluindo pés ou dedos dos pés (Doyle & McCutcheon, 2015). A ferida é caracterizada por bordos bem delimitados, leito da ferida pálido ou com pouco tecido de granulação (Figura 2.4) (Doyle & McCutcheon, 2015) e com aparência profunda, redonda ou perfurada (Woo & Sears, 2016).



Figura 2.4 - Características de uma úlcera arterial (Eming, Martin, & Tomic-Canic, 2014).

O tecido necrosado está presente frequentemente e o exsudado é ausente ou mínimo (Doyle & McCutcheon, 2015), podendo atingir músculo, tendão ou osso (Woo & Sears, 2016). A pele circundante pode apresentar eritema escuro, estar fria ao toque, sem pêlo, fina e frágil, com textura brilhante (Grey, Harding, & Enoch, ABC of wound healing - Venous and arterial leg ulcers, 2006).

As úlceras de pé diabético são o resultado de um conjunto de fatores que levam a perda de função dos tecidos que afetam as fibras nervosas (Doyle & McCutcheon, 2015), e que levam à perda de sensação protetora. Os fatores de risco mais comumente associados às feridas em doentes com diabetes são a hiperglicemia, a neuropatia e a DAP (Bonham, 2003). Outros fatores de risco do pé diabético são o sexo masculino, a raça negra, a idade avançada, os hábitos tabágicos, o baixo nível de “bom” colesterol (HDL – *High Density Lipoprotein*), entre outros (Gul, Basit, Ahmadani, & Miyan, 2006). A aterosclerose é comum nas pessoas com diabetes e ocorre bilateralmente, afetando a circulação microvascular e dos grandes vasos (Bonham, 2003). O processo de aparecimento de calo, que resulta em ulceração deve-se à conjugação destes fatores que provocam alteração da perfusão dos tecidos, da sensibilidade e alterações sensitivomotoras induzidas pelas deformidades dos pés decorrentes da neuropatia periférica, resultando em mobilidade articular limitada e alterações da marcha (Bonham, 2003). As situações de isquemia são pré-sinalizadas nas extremidades dos pés e resultam da fricção com o calçado, ficando a pele vermelha ou levando à ocorrência de bolhas, por conseguinte desenvolve-se uma úlcera rasa com tecido de granulação pálido e tecido desvitalizado aderente (Figura 2.5) (Edmonds & Foster, 2006). As lesões de pé diabético estão habitualmente

localizadas nas extremidades inferiores, especificamente no pé e são de tamanhos variados com bordos endurecidos (Figura 2.5) (Doyle & McCutcheon, 2015). A relação entre as comorbilidades e a localização das úlceras de pé diabético são: indivíduos com diabetes apresentam mais ulcerações no antepé, indivíduos com diabetes e DAP apresentam lesões no antepé e mediopé, e indivíduos com diabetes e insuficiência venosa apresentam mais lesões na perna, junto à região maleolar (Ellis, Patel, Koschak, & Lantis II, 2020). Na pequena amostra deste estudo, a cicatrização ocorria mais frequentemente nas úlceras localizadas ao nível do antepé, enquanto que as amputações major estavam mais relacionadas com lesões não cicatrizadas no retropé (Ellis, Patel, Koschak, & Lantis II, 2020).



Figura 2.5 - Localização habitual e características de uma úlcera de pé diabético (Eming, Martin, & Tomic-Canic, 2014).

Este problema afeta aproximadamente 15% dos indivíduos com diabetes (Gul, Basit, Ahmadani, & Miyan, 2006) e 10 a 40% dos doentes com diabetes também apresentam doença venosa periférica (Yudovsky, Nouvong, Schomacker, & Pilon, 2011). As feridas cicatrizadas recorrem habitualmente em 5 anos, em 70% dos casos, e aproximadamente 85% das ulcerações levam a amputação dos membros (Bonham, 2003); (Armstrong, Lavery, & Harkless, 1998). A identificação precoce do risco individual de ulceração e o acesso rápido a cuidados especializados multidisciplinares foi demonstrado nos estudos de Krishann et al. (2008), que melhoram os resultados dos doentes, diminuindo a duração das úlceras, as taxas de amputação e aumentando as taxas de sobrevivência (Rogers, Scott, & Welsh, 2013).

As úlceras de etiologia mista devido ao aumento da esperança média de vida, ao estilo de vida e à alta prevalência da diabetes previa-se, em 2012, que iriam aumentar exponencialmente até 2020 (Woo & Sears, 2016). As úlceras arteriovenosas são comuns, sendo que 1 em cada 5 indivíduos com úlceras de perna têm DAP (Woo & Sears, 2016). Cerca de 15 a 30% das úlceras venosas são úlceras arteriovenosas (Marola, et al., 2016). Num estudo de prevalência realizado, em Portugal em 2001, que incluiu 171 doentes com úlceras de perna de etiologia conhecida, cerca de 15% (n=26) das úlceras eram de etiologia mista (Pina, Katia, Franks, & Moffatt, 2005). Num questionário realizado a 436 profissionais de saúde, em Ontário, todos os inquiridos tinham experiência no tratamento de úlceras arteriovenosas e 22,35% indicaram que doentes com doença mista representavam mais de 50% dos seus doentes com úlceras de perna (Woo & Sears, 2016). Daí a importância da avaliação através de instrumentos fiáveis e do diagnóstico diferencial. As características destas úlceras, assim

como a história médica, sintomas e alterações da pele são frequentemente avaliados nas úlceras arteriovenosas (Woo & Sears, 2016).

É essencial, a determinação correta da etiologia das úlceras de perna antes do planejamento das intervenções, pois a cicatrização das úlceras de perna é frequentemente atrasada e complicada devido à coexistência de doença arterial (Woo & Sears, 2016). No estudo realizado por Pina, Katia, Franks, & Moffatt (2005), onde foram incluídos 263 doentes com ulcerações venosas só em 171 (65%) se conseguiu determinar a etiologia da úlcera, sendo que nos outros 92 (35%) a origem foi desconhecida. São 3 as pistas marcantes sugestivas da etiologia da ferida que podem ser rapidamente identificadas durante o exame inicial: ausência de pulso pedioso palpável (arterial), presença de edema nas extremidades inferiores (venosa) e ausência de sensação (neuropatia) (Bonham, 2003). Contudo, estas descobertas iniciais são insuficientes para diferenciar os tipos de úlceras de perna, mas a conjugação dos locais habituais do aparecimento, as características clínicas comuns e a aparência habitual dos vários tipos de úlcera podem ajudar os profissionais na avaliação diferencial (Bonham, 2003).

A utilização de sistemas de classificação auxiliam no diagnóstico e estratificação, melhorando a capacidade dos profissionais predizerem os riscos, estabelecerem consensos na documentação, representando uma linguagem comum para comunicar com outros profissionais e adequarem os cuidados à situação real (Rogers, Scott, & Welsh, 2013). As grelhas ou escalas recomendadas para a avaliação das úlceras venosas são a PUSH, a *Leg Ulcer Measurement Tool* (LUMT) e a *Wound Trend Scale* (WTS) ([Apêndice A](#)). A PUSH, sendo um instrumento específico para avaliar UPP, mas por ser de fácil utilização já foi testado em outras etiologias de ferida, tais como úlceras venosas (Hon, et al., 2010); (Restrepo-Medrano & Soriano, 2011). Existem sistemas de classificação orientados para a avaliação clínica das úlceras venosas, tendo em conta a fisiopatologia, localização, gravidade e impacto funcional da doença venosa no indivíduo, sendo eles a CEAP, *Venous Clinical Severity* (VCSS e VCSS-S), *Venous Segmental Disease Score* (VSDS) e *Venous Disability Score* (VDS) ([Apêndice A](#)).

As úlceras arteriais e de pé diabético devido ao risco de infeção e, consequente amputação de extremidades ou membros possuem sistemas de classificação orientados para a avaliação destes riscos e características. Existem várias classificações para as úlceras de pé diabético, quer para a classificação das lesões, quer para predição da amputação do membro inferior, que foram descritos por Monteiro-Soares, et al. (2020). Monteiro-Soares & Dinis-Ribeiro (2016) desenvolveram uma ferramenta – *Diabetic Foot Risk Assessment* (DIAFORA), com oito variáveis e dividida em duas partes que prediz o risco de ocorrência de úlcera e a ocorrência de amputação do membro inferior (Monteiro-Soares, et al., 2020). O Sistema de Classificação de Úlceras de Meggitt-Wagner, o primeiro a ser desenvolvido e mais amplamente utilizado, contudo não validado e não consegue distinguir diferentes tipos de úlceras ([Apêndice A](#)). O Sistema de Classificação de úlceras de pé diabético da Universidade do Texas encontra-se bem validado e também é amplamente utilizado, contudo por não incluir dois dos principais determinantes da cicatrização (a neuropatia e a área da úlcera) apresenta algumas lacunas ([Apêndice A](#)). A escala MUNGS avalia a aparência das feridas de pé diabético e utiliza sinais e sintomas para avaliar a taxa de cicatrização e também não inclui o tamanho nem a profundidade da úlcera na avaliação (Jais, et al., 2016) ([Apêndice A](#)).

2.2.3. Feridas Malignas

As feridas malignas ou feridas fungóides ocorrem quando as células cancerígenas primárias ou metastáticas invadem o epitélio, infiltrando o suporte dos vasos sanguíneos e linfáticos e penetram a epiderme (O'Brien, 2012). Este mecanismo provoca diminuição da vascularização e, por sua via, da humidade da pele, levando à morte e necrose do tecido (O'Brien, 2012). As feridas malignas podem ocorrer na maior parte dos tumores associados com a pele, mama, cabeça e pescoço (Gomes & de Jesus, 2013). Estas lesões surgem como nódulos que vão evoluindo até uma lesão ulcerada, com produção excessiva de exsudado, odor intenso, hemorragia fácil e dor resultantes dos mecanismos de crescimento celular, produção de citocinas e crescimento microbiano (Gomes & de Jesus, 2013).

A incidência das feridas malignas não é bem conhecida, mas estima-se que 5 a 10% dos doentes oncológicos possam desenvolvê-la e, ocorrem principalmente, em pessoas entre os 60 e 70 anos e nos últimos 6 meses de vida. Em cuidados paliativos, as feridas com maior prevalência são as UPP. As radiodermites e as fístulas são as complicações mais frequentes decorrentes dos tratamentos adjuvantes e neoadjuvantes e da própria progressão da doença primária ou metastática (Gomes & de Jesus, 2013).

O impacto das feridas malignas na vida da pessoa com cancro não só provoca alterações na autoimagem decorrentes das características e sintomas das feridas malignas, como também problemas na vida social e na concretização das atividades de vida diária que devem ser contemplados na avaliação psicossocial (Gomes & de Jesus, 2013). Devido às características da ferida maligna e ao seu baixo potencial de cura, o objetivo do tratamento destas feridas numa abordagem paliativa é assente em 3 pontos principais: controlo de sintomas como dor e odor, gestão da ferida e do tratamento do tumor subjacente (O'Brien, 2012).

A classificação das feridas malignas foi estabelecida em 1999, por Haisfield-Wolfe e Baxandale-Coz, em estádios: estadio I – ferida fechada; estadio 1N – ferida fechada com abertura superficial, dura e fibrosa; estadio 2 – ferida aberta com envolvimento da derme e da epiderme; estadio 3 – ferida aberta com perda completa da espessura do tecido celular subcutâneo e estadio 4 – ferida aberta com invasão de estruturas anatómicas profundas (Ázera, 2014).

A classificação das feridas, assim como a descrição das suas características e a sua avaliação são importantes para a determinação do plano de tratamento. Mas o conhecimento do processo de cicatrização, dos fatores que o envolvem e a identificação do tipo de tecidos do leito da ferida também são fundamentais para a decisão do tratamento adequado.

2.3. Processo de Cicatrização da Ferida

A pele é o maior órgão do corpo e tem inúmeras funções entre elas a troca de calor, a prevenção de infeção e o sentido do tato (Lockwood, 2013). A pele é formada por camadas: a epiderme, a derme e o tecido conjuntivo ou tecido celular subcutâneo (Figura 2.6), que dependendo do tipo de ferida podem ser atingidas todas ou só em algumas camadas (Lockwood, 2013). Nas feridas e no processo de cicatrização cada camada tem um papel. A epiderme é a camada mais exterior da pele composta por células epiteliais e, por isso tem uma função protetora contra agressões do meio e perda de líquidos. É uma camada avascular e recebe suprimento de nutrientes da camada mais profunda (Moon, 2013). A camada mais grossa e mais importante, a derme, serve como tegumento

estrutural, suporta o transporte de produtos nutricionais e de resíduos e contém nervos cutâneos (Lockwood, 2013). É uma camada vascular, responsável pela fase inflamatória da cicatrização e possui recetores de calor, frio, dor, pressão e prurido (Moon, 2013).

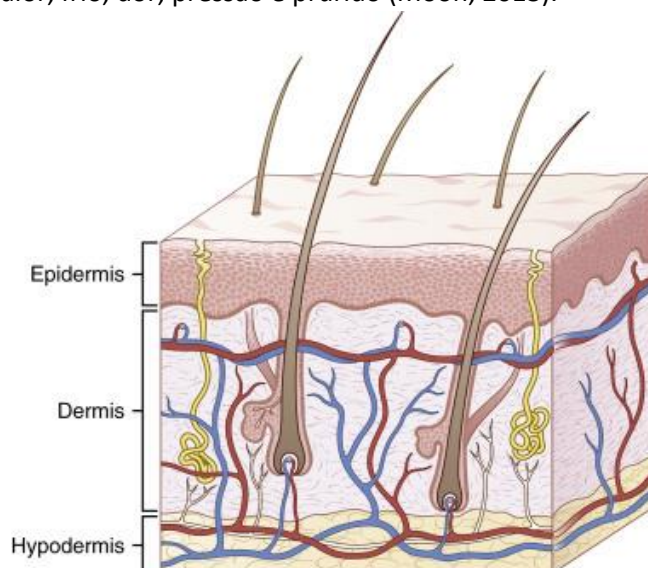


Figura 2.6 - Camadas constituintes da pele (Parrish & Barrett, 2020).

A hipoderme é a camada mais profunda da pele, designada como tecido subcutâneo, e serve para suportar a derme e a epiderme (Moon, 2013). Tem a função de armazenar os lípidos, proteger os órgãos, fornecer o isolamento e regular a temperatura corporal (Moon, 2013). Também são parte constituinte da pele, os apêndices constituídos pelas glândulas sudoríparas, o pêlo, as unhas e as glândulas sebáceas (Moon, 2013).

Os processos de regeneração e reparação tecidual compreendem uma sequência de eventos moleculares, celulares e bioquímicos que ocorrem após o estabelecimento de uma lesão tecidual para que haja restauro do tecido lesado (Gonzalez, Andrade, Costa, & Medrado, 2016); (Campos, Borges-Branco, & Groth, 2007). A sequência ordenada desses mecanismos foram descritos pela primeira vez em 1910, por Carrel e foram divididos em 5 mecanismos principais: inflamação, proliferação celular, formação de tecido de granulação, contração e remodelação da ferida (Campos, Borges-Branco, & Groth, 2007), cuja distribuição temporal se pode observar na Figura 2.7. Em 2005, Clark reformulou esse processo em 3 fases: fase inflamatória, fase de proliferação ou de granulação e fase de remodelação ou maturação (Campos, Borges-Branco, & Groth, 2007); (Arnold, Chu, & Odland, 2015). Contudo há autores e a *World Union of Wound Healing Society* (WUWHS), em 2018 publicou um consenso (Yates, 2018), que contemplam a hemóstase como uma fase anterior à fase inflamatória, ficando o processo de cicatrização constituído por 4 fases.

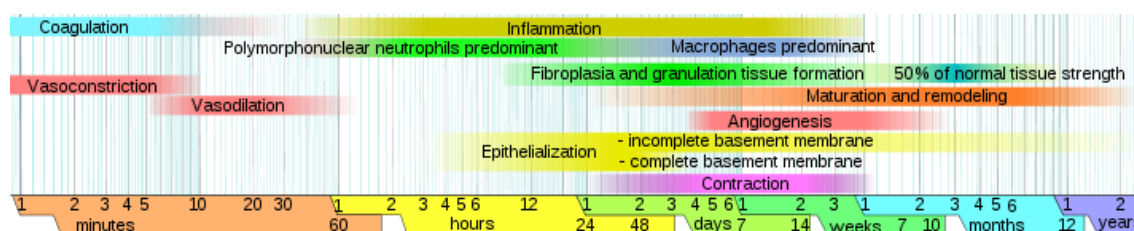


Figura 2.7 - Fases da cicatrização da ferida (Doyle & McCutcheon, 2015).

A fase inflamatória inicia-se logo após a lesão e é mediada pela libertação de várias substâncias vasoativas, pelo início de funcionamento da cascata da coagulação e pela chegada dos neutrófilos à ferida como primeira linha de defesa, seguidos dos macrófagos que terminam a destruição bacteriana iniciada pelos neutrófilos (Campos, Borges-Branco, & Groth, 2007). Este mecanismo designa-se de hemóstase e é fundamental na cicatrização da ferida (Lockwood, 2013). A constante chamada de constituintes celulares, ao local da lesão leva a que esta fase se designe de fase exsudativa, pelo que o edema tecidular é normal nas primeiras horas (Gonzalez, Andrade, Costa, & Medrado, 2016) e a duração desta fase para as feridas abertas desenrola-se entre 7º ao 10º dia (Arnold, Chu, & Odland, 2015).

A fase proliferativa é constituída por um conjunto de mecanismos, que entre o 4º e o 10º dia contribuem para a diminuição da área de tecido lesado através de fenómenos de epitelização, angiogénese, formação de tecido de granulação e deposição de colagénio. Nesta fase existem mediadores destes fenómenos, como os fatores de crescimento celular, o fator epidérmico, o fator transformador alfa e beta e o fator fibroblástico (Campos, Borges-Branco, & Groth, 2007), que são primordiais na concretização dos seus papéis na fase de proliferação celular da cicatrização da ferida.

Na fase de maturação ou remodelação celular, o fenómeno primordial é a deposição de colagénio (Campos, Borges-Branco, & Groth, 2007), que se inicia por volta da 3ª semana (Arnold, Chu, & Odland, 2015) e pode demorar até 2 anos (Ashtikar & Wacker, 2018). A reorganização da nova matriz de colagénio é um processo importante e é equilibrado pela distribuição dos fibroblastos e dos leucócitos da matriz antiga e a deposição de nova matriz (Campos, Borges-Branco, & Groth, 2007) (Arnold, Chu, & Odland, 2015). A nova matriz celular, só ao final de 3 meses atinge 80% da força tênsil da ferida (Campos, Borges-Branco, & Groth, 2007) (Arnold, Chu, & Odland, 2015) e o processo de remodelação continua para além dos 12 meses, sendo que a força tênsil da cicatriz nunca atinge a força tênsil presente antes da lesão ocorrer (Arnold, Chu, & Odland, 2015). A cicatriz hipertrófica e quelóide pode resultar do excesso de fibrose desta fase.

2.3.1. Fatores que influenciam a Cicatrização

Os fatores que influenciam a cicatrização podem ser locais ou sistémicos. Os fatores locais que podem influenciar negativamente a cicatrização são a hipoxia/isquemia, a infeção, a técnica cirúrgica, o edema/pressão elevado nos tecidos, a presença de corpos estranhos (Campos, Borges-Branco, & Groth, 2007), a presença de tecido desvitalizado, condições inflamatórias, ferida inicial grande ou stress mecânico ou trauma repetido (Yates, 2018). Os fatores sistémicos que podem influenciar a cicatrização podem ser intrínsecos ou extrínsecos, dependendo se pertencem ao indivíduo doente ou se ao ambiente e, se existe potencial para os modificar (Arnold, Chu, & Odland, 2015). São vastos os mecanismos de atuação dos diversos fatores que influenciam a cicatrização e não se procederá à sua abordagem. Os fatores sistémicos que podem afetar o processo de cicatrização de uma ferida são: a idade precoce ou avançada, o stress psicológico, as doenças crónicas ou comorbilidades (diabetes, obesidade, etc.), a medicação (corticoterapia, quimioterapia), a radioterapia, o tabagismo, o alcoolismo e as substâncias ilícitas, a malnutrição e a baixa adesão ao tratamento instituído (Yates, 2018). Além dos fatores locais e sistémicos que prejudicam a cicatrização, a redução dos fatores de crescimento tecidular, o desequilíbrio entre as enzimas proteolíticas e os seus inibidores e a presença de células envelhecidas que não respondem aos fatores de crescimento parece ser particularmente importante no atraso da cicatrização nas feridas crónicas (Butcher & White, 2014); (Eming, Martin, & Tomic-Canic, 2014).

A influência do stress psicológico e da dor são dos fatores mais complexos, que desencadeiam respostas fisiológicas capazes de influenciar negativamente o processo de cicatrização e reduzir a qualidade de vida dos doentes. O mecanismo da dor, que influencia o processo de cicatrização é desencadeado pela produção de catecolaminas que influenciam a resposta inflamatória local, provocando atrasos na cicatrização. Será necessário que o profissional identifique estes fatores para poder no plano de tratamento individualizado incluir os meios necessários ao seu combate (Butcher & White, 2014). No Quadro 2.2 sumaria-se alguns dos fatores que influenciam o processo de cicatrização e os mecanismos moleculares em algumas feridas crônicas. No entanto, existe vasta bibliografia sobre esta área do conhecimento e sobre as novas terapias, que não será intenção abordar neste trabalho.

Sabe-se que as condições de não cicatrização de uma ferida são comuns e que se devem a mecanismos do processo de cicatrização mal regulados, relacionados com condições clínicas subjacentes, incluindo a inflamação, a angiogénese, a deposição de matriz e o recrutamento de células. Da interferência dos fatores que influenciam a cicatrização e da alteração nos mecanismos celulares e moleculares, que medeiam o processo de cicatrização de uma ferida, resultam as feridas crônicas, feridas colonizadas ou infetadas, feridas complexas, cicatrizes hipertróficas e quelóides (Eming, Martin, & Tomic-Canic, 2014).

Quadro 2.2 – Manifestações clínicas mais comuns das feridas crônicas, adaptado Eming, Martin, & Tomic-Canic (2014).

Úlcera venosa	Úlcera arterial
Comum nos idosos Resulta da hipertensão venosa crónica Inflamação persistente Depósitos de hemossiderina (componentes da destruição das hemácias) Lipodermatoesclerose	Suprimento sanguíneo reduzido Isquemia, necrose Pouco exsudado Atrofia da pele Comum nos diabéticos Dor
Úlcera de pé diabético	Úlcera por pressão
Comum nos diabéticos Hiperglicemia Micro/macroangiopatia Neuropatia Infeção Deformidades nos pés	Área de tecido necrosado Causada por compressão prolongada dos tecidos moles Isquemia local, humidade Multimorbilidade e idade avançada

2.3.2. Tipo de Tecidos

A viabilidade dos tecidos é relevante para todas as especialidades médicas ou cirúrgicas e para todas as populações independente da idade e engloba uma vasta gama de feridas, sendo as mais comuns as feridas cirúrgicas, traumáticas, UPP, úlceras de perna e fissuras. O sucesso na gestão das feridas deve-se a uma avaliação precisa da ferida. Será necessário determinar a causa subjacente à ferida para estabelecer o diagnóstico, e, assim conhecendo a sua etiologia, na maioria dos casos pode conseguir-se alcançar a cicatrização da ferida (Young, 2015).

O tipo de tecidos observados no leito da ferida direciona para a evolução da ferida e para o tratamento da mesma (Young, 2015). Os tecidos mais frequentemente encontrados são o necrótico, tecido desvitalizado, de granulação (saudável e não saudável) e de epitelização (Young, 2015); (Nejati, et al., 2016). Os tipos de tecidos são identificados frequentemente, com base na cor dos tecidos: preto, amarelo, vermelho e rosa, conforme paleta de cores apresentada na Figura 2.8

– *Wound Healing Continuum* – pertencente à ferramenta utilizada para a preparação do leito da ferida (acrónimo TIME – *Tissue, Inflammation/Infection, Moisture, Edge/Epithelialisation*). A análise restrita à cor pode originar erros de diagnóstico se o observador não tiver em linha de conta o local anatómico, o tratamento anterior instituído que possa ter interferido na cor habitual do tecido. Portanto é essencial uma avaliação global da ferida, incluindo até a pele circundante. Convém ainda realçar que, uma mesma ferida pode ter esta variedade de tecidos. A infeção da ferida também é caracterizada por colorações diferentes, como verde fluorescente na presença de *Pseudomonas aeruginosa* ou por aspetos como o leito da ferida friável (Young, 2015).

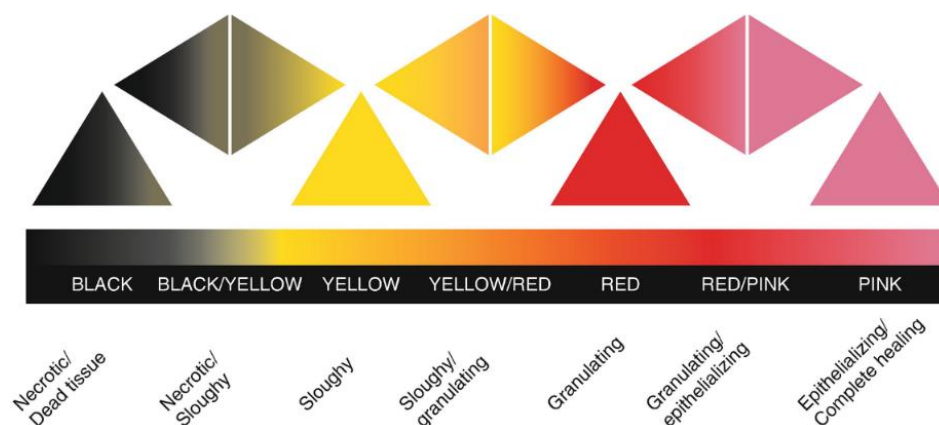


Figura 2.8 - Wound Healing Continuum (Gray, White, Cooper, & Kingsley, *Applied wound management and using the wound healing continuum in practice*, 2010); (Gallagher, 2012).

O tecido não viável do leito de uma ferida, como o tecido necrótico ou desvitalizado, já não tem suprimento sanguíneo, pelo que não volta a ser viável sem o tratamento e tempo adequados. Este tipo de tecido pode apresentar variadas apresentações e colorações desde amarelo, cinzento, roxo, preto e castanho e pode ser de consistência mole ou viscosa, ou de forma dura ou mesmo uma placa (Young, 2015).

A presença de tecido necrótico numa ferida é indicativo de atraso na cicatrização e infeção, pois é um bom meio de crescimento das bactérias. A técnica de desbridamento de tecido não viável é aconselhável para orientar o processo de cicatrização na progressão correta e pode melhorar a visualização da ferida e a avaliação do tamanho e profundidade da ferida (Young, 2015). Este processo de desbridamento pode ser natural ou iatrogénico. O desbridamento natural é um processo lento imposto pelo tecido e ocorre através da secreção de enzimas proteolíticas e designa-se de desbridamento autolítico (Nichols, 2015). Este tipo de desbridamento também pode ser conseguido através da utilização de material sintetizado baseado nestes princípios naturais. Não existe evidências para suportar um método de desbridamento em detrimento de outro, mas a sua aplicação é necessária e preconizada em alguns protocolos de limpeza e gestão de feridas (Cook, 2012). O desbridamento mecânico estava historicamente associado ao uso de compressa humedecida e produzia uma remoção não discriminatória do tecido não viável e viável (Cook, 2012), pelo que na atualidade se utiliza o método de irrigação sob pressão para a remoção de sujidade e tecido não viável do leito da ferida. O desbridamento cirúrgico ocorre quando através de uma lâmina se remove o tecido morto, mas é necessário ter em conta a etiologia e a localização da ferida para se proceder à sua remoção (Nichols, 2015). Existem outros métodos de desbridamento que não são tão acessíveis a todos os cuidadores (Nichols, 2015), como o recurso à terapia larval.

O tecido necrótico pode ser confundido com outros tecidos da ferida, como os mecanismos resultantes da hemóstase e formação do coágulo de fibrina, a formação de crosta nas feridas abertas (Nichols, 2015).

O tecido desvitalizado é um tecido amarelo ou branco existente no leito da ferida, de aparência geralmente húmida e textura macia, mas pode encontrar-se seco e duro. Este tecido resulta da acumulação de células inflamatórias no leito da ferida de uma forma excessiva. Este processo nas feridas crônicas pode ser prolongado e exigir a aplicação de técnicas de desbridamento para que o processo de cicatrização se desenvolva normalmente. Tal como em outras situações, a identificação correta deste tipo de tecido é essencial, pois existem localizações onde se pode confundir com tendões, que têm a mesma aparência, mas estes ligam músculos a estruturas ósseas ou articulares (Nichols, 2015).

O tecido de granulação é resultante de processos de angiogénese e do processo de deposição de colagénio. É um tecido frágil de cor avermelhada e tem uma aparência irregular, que substitui temporariamente a derme perdida. Podem ocorrer situações, em que a quantidade de tecido de granulação é excessiva – hipergranulação – que também pode influenciar negativamente o processo de cicatrização ou situações de tecido de granulação não saudável, que se apresenta pálido, suspeito de fraco suprimento sanguíneo e, ainda, tecido de cor escura, vermelho tijolo ou friável indicativo de infeção do leito da ferida. Estas situações devem ser conhecidas e identificadas pelos profissionais, assim como, o ambiente necessário para este tecido se desenvolver. Geralmente, o tecido de granulação necessita de um meio húmido, quente e com controlo balanceado do exsudado, que se consegue à custa da diversidade de soluções de penso disponíveis (Nichols, 2015).

O tecido epitelial é o último a surgir e deve-se à migração de células epiteliais para a superfície da pele, formando uma nova camada de pele muito delicada e frágil. Apresenta uma cor rosa pálido ou branca e é necessário ter cuidado durante os procedimentos de limpeza da ferida e remoção dos pensos. Existem situações em que se pode confundir o tecido de epitelização com outros tecidos, como na maceração com características semelhantes (Nichols, 2015).

Nas feridas crônicas pode ocorrer a formação de tecidos anómalos como pontos de calcificação designado calcifilaxia ou células malignas, como por exemplo carcinoma de células escamosas nas úlceras de perna. Nestas situações não muito habituais é aconselhável a realização de uma biópsia para um diagnóstico correto (Young, 2015).

2.3.3. Complicações da Ferida Crónica

Uma falha no processo de cicatrização pode resultar em várias alterações na ferida como formação de biofilme e invasão microbiana, processos de sinalização deficientes, enzimas e metabolismo da ferida geneticamente defeituosos, trauma repetido, isquemia, edema, hipertensão venosa e efeitos de forças mecânicas, incluindo a pressão e o deslizamento (Somprakas & Shukla, 2012). Estes processos é que atribuem a cronicidade a uma ferida, tornando o processo de cicatrização prolongado no tempo e levando à ocorrência de complicações na ferida.

As complicações de uma ferida podem ser divididas em complicações agudas ou tardias. As complicações agudas estão mais relacionadas com as feridas traumáticas e não serão mencionadas neste documento. As complicações tardias mais frequentes estão relacionadas com o processo de

infecção ou colonização da ferida decorrentes de resistência a antibioterapia, imunossupressão e doenças sistêmicas e podem ir desde infecção local a profunda da ferida, osteomielite, celulite da pele circundante, até gangrena ou necrose dos tecidos. A definição clínica da infecção da pele inclui os sinais e sintomas de infecção e o seu diagnóstico depende da presença e quantidade de unidades formadoras de colónias (UFC), que pode ser recolhido através de zaragatoa do exsudado ou de biópsia dos tecidos. A natureza de cada um destes métodos pode originar resultados diferentes, enquanto que a zaragatoa permite a recolha de exsudado de toda a área da ferida, mas não em profundidade, a biópsia de tecidos do leito da ferida permite a análise localizada, mas em profundidade. Existem métodos laboratoriais e de imagem que auxiliam na deteção das bactérias, como o método de hibridização *in situ* com base no ácido nucleico peptídico (*PNA-FISH – peptide nucleic acid-based fluorescence in situ hybridisation*) e a microscopia eletrónica, confocal a laser entre outros. A avaliação microbiológica da ferida pode ser descrita em 3 fases: contaminação, colonização e infecção. Na fase de contaminação a ferida apresenta bactérias, mas não se multiplicam, enquanto que na ferida colonizada as bactérias multiplicam-se, mas não causam destruição de tecidos. Quando a presença bacteriana causa destruição tecidular e origina sinais e sintomas de infecção estamos perante uma infecção da ferida e, nestas circunstâncias, o tratamento local com pensos antimicrobianos ou antibióticos sistémicos está indicado (Kirketerp-Møller, Zulkowski, & Garth, 2010).

O biofilme é uma película microscópica de colónias de bactérias bem organizadas, que altera a resposta imune à infecção, dificultando a atuação dos antibióticos sistémicos. A primeira abordagem a este conceito foi em 2008, e os autores afirmaram na altura, que 60% das feridas crónicas apresentavam biofilme, que influencia a cicatrização das feridas. Os sinais e sintomas da presença de biofilme estão relacionadas com as características gelatinosas do tecido desvitalizado e de granulação, e outros sinais sugestivos prendem-se com o atraso na cicatrização, não relacionado com malignidade, sinais locais de infecção e não resposta ao tratamento antimicrobiano (Dowsett, Swanson, & Karlsmark, 2019).

A hipergranulação também pode ser considerada uma complicação de uma ferida crónica e esse fenómeno também está relacionado com processos infecciosos ou de colonização da ferida crónica, com excessiva humidade, com fricção ou movimentos na superfície da ferida. A produção excessiva de tecido de granulação impede a cicatrização devido a alteração nos fenómenos de migração celular na fase proliferativa, aumento do risco de infecção e da formação de cicatriz, que faz com que os bordos da ferida se afastem (Vuolo, 2010). Outro fenómeno de produção deficiente de tecido de granulação, na base da ferida crónica, relacionado com a não irradicação da infecção da ferida, denomina-se de *pocketing* (bolsa) e impede a contração da área da ferida em profundidade (WoundSource Editors, 2017) e, por conseguinte, o processo de cicatrização. Considerado por alguns autores como um processo de *undermining*, mas que ocorre na base da ferida e não ao nível dos bordos.

A tunelização da ferida é uma complicação que está relacionada com o processo de infecção/colonização da ferida, ocorrência de abscessos prévios, com destruição do tecido celular subcutâneo devido a processos de lesão contínua provocados por forças de pressão e/ou deslizamento e insuficiente suprimento de sangue e nutrientes, com a presença de corpos estranhos ou com o inapropriado acolchoamento do penso aplicado na cavidade da ferida, que destrói o tecido de granulação (WoundSource Editors, 2017); (Swezey, 2014). Este fenómeno é de difícil avaliação, mas habitualmente só ocorre num único sentido (Swezey, 2014). Enquanto que o

descolamento dos bordos da ferida (*undermining*) ocorre numa ou mais direções e é causado pela erosão, provocada pela lise proteolítica, debaixo dos bordos da ferida, resultando em feridas grandes com uma abertura pequena (WoundSource Editors, 2017). O descolamento dos bordos da ferida ocorre mais frequentemente em indivíduos com UPP ou úlceras neuropáticas (Swezey, 2014).

Processos patológicos de cicatrização como cicatriz hipertrófica, quelóide, contraturas ou deformidades das articulações adjacentes ou transformações malignas no leito da úlcera (úlcer de Marjolin) também são consideradas complicações tardias das feridas crônicas (Grey, Enoch, & Harding, ABC of wound healing Wound assessment, 2006).

2.4. Documentação da Avaliação da Ferida

A documentação dos cuidados à ferida é indispensável para a avaliação dos cuidados, auditorias clínicas, investigação e para a continuidade dos cuidados (Ding, Lin, & Gillespie, 2016), constituindo, segundo a *Australian Wound Management Association* (AWMA), um completo registo legal da história de saúde do doente, dos resultados da avaliação da ferida, da investigação diagnóstica, dos planos de prevenção e tratamento da ferida (Ding, Lin, & Gillespie, 2016). Segundo uma recomendação, em 2008, da *National Institute for Health and Care Excellence* (NICE), uma avaliação precisa da ferida orienta o tratamento e identifica problemas no processo de cicatrização, influenciando a tomada de decisão e prossecução dos objetivos do tratamento (Ding, Lin, & Gillespie, 2016), o que pode ser fundamental para uma boa gestão da ferida (Greatrex-White & Moxey, 2015). Uma ferramenta sistemática de avaliação de feridas, capaz de estabelecer com precisão a condição da ferida e orientar o tratamento e a evolução adequada da ferida será essencial para a documentação dos enfermeiros e terá de estar assente num conjunto de parâmetros padronizados (Young, 2015).

Os instrumentos para avaliar a cicatrização das feridas podem ajudar na melhoria da comunicação entre os profissionais, pois estabelecem uma linguagem comum e uma avaliação standardizada, baseada em características das feridas e estabelecem o período para avaliação das feridas (Pillen, et al., 2009). Existe um conjunto vasto de orientações para a avaliação da ferida, contudo existe uma falta de orientação clara sobre quais as ferramentas a utilizar para a avaliação da ferida (Ding, Lin, & Gillespie, 2016); (Greatrex-White & Moxey, 2015). Uma revisão integrativa da literatura realizada, em 2016, para sistematizar quais as características clínicas que devem ser avaliadas, com que frequência e conhecer a realidade sobre a documentação das feridas, evidenciam que 1/3 dos participantes no estudo de Kennedy e Arundel (1998), citado por Ding, Lin & Gillespie (2016) utilizavam a observação e a experiência clínica na avaliação das feridas; consideram que poucos enfermeiros utilizavam ferramentas de avaliação de feridas standardizada e, que os enfermeiros concordavam com a utilização de uma linguagem comum para definir a evolução ou deteiorização da ferida (Ding, Lin, & Gillespie, 2016). Outro estudo, que recorreu a um inquérito a delegados de cuidados às feridas na *Wound Expo*, em 2011, verificou que quase ¾ (73%) dos participantes não utilizavam rotineiramente uma ferramenta de avaliação e só 2% dos delegados realizavam avaliação na admissão do doente e 81% avaliam as feridas a cada troca de penso (Ding, Lin, & Gillespie, 2016).

Relativamente ao conteúdo dos registos, 19.3% dos registos retrospectivos contêm tabelas de avaliação, cerca de 2/3 (65.54%) da documentação dos tratamentos das feridas incluem planos de enfermagem e notas, e 89.7% da documentação foi mal registada nessas notas (Ding, Lin, &

Gillespie, 2016). Vários estudos avaliam o conteúdo dos registos de avaliação das feridas e a localização da ferida é o aspeto mais registado, assim como noutro estudo afirmam que 24.5% das feridas são avaliadas e documentadas pelos enfermeiros na admissão; menos de 10% dos bordos das feridas e menos de 20% da condição da pele circundante são também documentados na admissão, mas as dimensões da ferida, as características do leito da ferida e a sensibilidade da pele não foram documentadas na admissão (Ding, Lin, & Gillespie, 2016). Pode concluir-se que a maioria da documentação das feridas é obtida no momento de tratamento da mesma (80%) e, que os enfermeiros documentam com mais frequência a dor e o tipo de penso que os médicos (Ding, Lin, & Gillespie, 2016). Como forma de fazer face aos problemas identificados de ausência de registo, de diagnósticos incorretos e de ausência de guias ou standards de registos, um conjunto de peritos no Reino Unido estabeleceu um standard para avaliação e monitorização das feridas. Este standard é constituído por 6 domínios chave e composto por 37 itens aceites em conformidade, em grupo de discussão e está assente num novo indicador de qualidade do *Commissioning for Quality and Innovation framework* (2017-2019) de melhoria da avaliação das feridas (Coleman, et al., 2017). Os 6 domínios chave são: Informações de saúde gerais, História da ferida/Informação de base; Parâmetros de avaliação da ferida; Sintomas da ferida; Infecção e Informação de especialistas e os subdomínios aceites em unanimidade são os que constam do Quadro 2.3 (Coleman, et al., 2017).

Quadro 2.3 - Conjunto de Domínios e Critérios que devem nortear um instrumento genérico de avaliação de feridas, traduzido e adaptado de Coleman, et al. (2017).

Domínios	Conjunto Mínimo de Dados para Avaliação Genérica da Ferida
Informações Gerais de Saúde	Fatores de risco para o atraso na cicatrização (suprimento sanguíneo local ou sistémico da ferida, suscetibilidade à infeção, medicação que afetam a cicatrização da ferida, integridade da pele; ^a Alergias Sensibilidades cutâneas ^a Impacto da ferida na qualidade de vida (física, social e emocional) Informação proveniente do doente e dos cuidadores
Informações Básicas da Ferida	Número de feridas Localização da ferida Tipo/classificação da ferida Duração da ferida Objetivo de tratamento Data de reavaliação planeada
Avaliação dos Parâmetros da Ferida	Tamanho da ferida (comprimento, largura e profundidade máximos) Descolamento/tunelização Categoria (só para úlceras por pressão) Tipos de tecidos do leito da ferida Quantidade de tecidos do leito da ferida Descrição das margens/bordos da ferida Cor e condição da pele circundante Se a ferida está cicatrizada
Sintomas da Ferida	Presença de dor na ferida Frequência de dor na ferida Nível de dor na ferida Quantidade de exsudado Consistência/tipo/cor do exsudado Presença de odor
Sinais de Infecção	^a Sinais sistémicos de infeção Sinais locais de infeção da ferida Se foi realizada uma zaragatoa à ferida
Especialistas	Clínico de referência – equipa de viabilidade tecidual ou especialista de referência (exemplo: cirurgião vascular, cirurgião plástico) Avaliação do índice de pressão tornozelo braço (IPTB)

^a Registar se não estiver registado no processo do doente.

Os instrumentos de avaliação das feridas têm sido desenvolvidos pelos enfermeiros para os apoiar na gestão das feridas, existem várias ferramentas desenvolvidas ([Apêndice A](#)), mas existe falta de consenso sobre qual delas deve ser adotada para fornecer um caminho consistente para a melhoria da avaliação da ferida (Greatrex-White & Moxey, 2015). Existem várias razões para que os enfermeiros encontrem dificuldades na avaliação e nos cuidados às feridas (Greatrex-White & Moxey, 2015). Duas das razões que concorrem para as dificuldades encontradas por parte dos enfermeiros é a avaliação dos parâmetros da ferida ser subjetiva e a precisão ser dependente do conhecimento, experiência e habilidades do profissional (Benbow, 2016).

Um autor espanhol, após uma revisão da literatura relacionada com as escalas ou instrumentos de avaliação de feridas crônicas, apesar de existirem várias descritas, sentiu necessidade de criar uma nova, que em 2010 denominou como *“Resultados esperados de la valoración y evolución de la cicatrización de las heridas crónicas”* – RESVECH 1.0 –, que pudesse ser aplicada a todo o tipo de feridas crônicas (Restrepo Medrano, 2010); (Restrepo-Medrano & Soriano, 2011). Este instrumento tornou-se assim, o primeiro a poder ser aplicado a qualquer ferida crónica, desde o seu aparecimento até à sua cicatrização e a contemplar a avaliação de sinais de infeção/inflamação ou presença de biofilme nas feridas crônicas. Outros autores sugerem que a avaliação da ferida deva incluir outros aspetos, além da avaliação da infeção da ferida, como: os detalhes de identificação da ferida, tipo de ferida, data da lesão, localização e tamanho da ferida, quantidade de exsudado, condições da pele circundante, identificação dos fatores que podem atrasar a cicatrização e fotografias tiradas da ferida, assim como, sinais de epiteliação dos bordos da ferida ou aparência alongada e elevada dos bordos (Ding, Lin, & Gillespie, 2016).

O instrumento RESVECH 1.0, inicialmente foi constituído por 12 itens, que no processo de validação foram reduzidos para 9, com validade de conteúdo superior a 0.80: dimensões da lesão, profundidade/tecidos envolvidos, bordos, maceração perilesional, tunelização, tipo de tecidos no leito da ferida, exsudado, infeção/inflamação (sinais de biofilme) e frequência de dor (Restrepo-Medrano & Soriano, 2011). O instrumento já foi revisto e, posteriormente, traduzido e validado para língua portuguesa (Marques, 2015), denominando-se RESVECH 2.0 ([Apêndice B](#)) e é constituído por 6 parâmetros: dimensão, profundidade, bordos, tipos de tecidos, exsudado e infeção/inflamação com valores de score de 0 a 35 (Domingues, Carvalho, & Kaizer, 2018) (Lourenço, 2016). Esta escala é a adotada para registo de feridas e úlceras (Figura 2.9) na maior parte das Unidades de Saúde em Portugal, que utilizam a aplicação de Registos Eletrónicos de Saúde (RES) – SClínico –, disponibilizada pelos Serviços Partilhados do Ministério da Saúde (SPMS), desde a sua migração para uma parametrização nacional entre os anos de 2015-2016.

A seleção da ferramenta de avaliação de feridas mais adequada à prática de enfermagem nunca substituiu o conhecimento nem a experiência clínica (Greatrex-White & Moxey, 2015). Mas desde há muito tempo que os enfermeiros se preocupam em encontrar a ferramenta ideal para um registo sistematizado da avaliação e seguimento de uma ferida, partindo da utilização de mnemónicas ou acrónimos, guias de boas práticas, conhecimento sobre os fatores de risco da cicatrização normal das feridas e identificação das características definidoras de uma ferida ([Apêndice C](#)).

Baranoski & Ayello (2005) afirmaram que, o instrumento de avaliação de feridas deve ser de fácil uso e preenchimento rápido e ser desenhado para encorajar os enfermeiros a registar e, assim melhorar a continuidade de cuidados. Autores sugerem que a utilização, por exemplo, do acrónimo TIME-H (H – *Healing Score*) modificado possibilita uma maior probabilidade de as feridas, em determinada categoria, poderem cicatrizar, uma taxa de redução da ferida maior e,

consequentemente, menor duração de intervenção da equipa especializada de tratamento de feridas (Lim, Free, & Sinha, 2015). Sugerem também, que se esta escala fosse utilizada por clínicos e enfermeiros comunitários poderia melhorar a orientação de doentes com feridas para cuidados especializados, otimizando os resultados das feridas crônicas.

Figura 2.9 - Painel de Registo de Avaliar Feridas/Úlceras no SCLinico.

2.4.1. Fotografia na Documentação da Ferida

A fotografia digital é hoje entendida como uma forma de imagem médica, porque também é utilizada em várias áreas da Medicina e é uma forma acessível, de fácil uso e pouco dispendiosa de recurso à aquisição, registo e transmissão de informação. As fotografias, no campo dos cuidados à ferida foram e são utilizadas para (Thompson, Gordey, Bowles, Parslow, & Houghton, 2013); (Rodd-Nielsen & Ketchen, 2014):

- ✓ o ensino de profissionais e para a avaliação da eficácia de programas de ensino;
- ✓ a classificação de UPP, segundo o sistema da NPUAP e a PWAT;
- ✓ a avaliação da área de superfície da ferida;
- ✓ a avaliação junto ao portador de ferida e orientação para um especialista (Telemedicina), com melhorias significativas na documentação da ferida e na consulta remota;
- ✓ reforçar o ensino ao doente e família e acompanhamento da adesão ao tratamento de feridas à distância.

Neste último aspeto, o envolvimento dos doentes e família na gestão e tratamento de uma ferida consegue-se através da capacidade do doente ver a ferida ou tirar uma fotografia, conseguindo fazer o seguimento da sua evolução e, consequentemente, maior envolvimento no seu cuidado (Wang, Anderson, Jones, & Evans, 2014). A perceção dos doentes sobre a sua ferida é influenciada

pela recordação da sua visualização anterior (inferior a 3 anos) e pela observação da evolução favorável da ferida em termos de tamanho, pelo que a maior parte dos doentes autorizam a sua captação (Wang, Anderson, Jones, & Evans, 2014), verificando benefícios nesta prática (King, 2014). Os benefícios da captação de imagem e da consultadoria à distância também são apontados pelos enfermeiros, na melhoria da monitorização de feridas e da viabilidade tecidual e da comunicação entre enfermeiros generalistas e especialistas, em grandes centros de cuidados à ferida (King, 2014).

As fotografias de feridas fornecem informações para a documentação e identificação correta da ferida, importantes para a tomada de decisão na gestão de feridas crônicas (Li, Mathews, & Zhang, 2018), mas não podem substituir o exame clínico direto do indivíduo com ferida (Sood, et al., 2016). As imagens de feridas podem auxiliar no seguimento e evolução das feridas porque traçam o status da ferida, no tempo (Estocado & Black, 2019). As orientações para a utilização das fotografias ou imagens na documentação das feridas são (Rodd-Nielsen & Ketchen, 2014); (Estocado & Black, 2019):

- recolher imagem de todas as feridas na admissão ou nas primeiras 24 horas de admissão à instituição e fotografias sequenciais semanalmente, mantendo a observação das imagens anteriores e os mesmos pontos de referência para ser mais fácil a comparação. No momento da alta é recomendado tirar fotografias.
- ter acesso ao histórico de imagens anterior para auxiliar no correto diagnóstico e na determinação do status atual (regressão ou progressão da cicatrização).
- ter cuidados com a identificação e privacidade do doente na aquisição de imagens e ter cuidados na transferência das imagens para o processo clínico eletrónico (PCE). As fotografias não devem ser guardadas na galeria do *smartphone* ou na memória da câmara, devem remover-se as fotografias duplicadas, com falta de qualidade ou sem identificação.
- obter no consentimento inicial, logo a autorização de tirar fotografias, para complementar a documentação da informação, para o ensino e publicação. Com este consentimento escrito inicial genérico só será necessário posteriormente, o consentimento verbal para a recolha de mais fotografias.
- estabelecer políticas ou procedimentos para tirar ou gerir fotografias médicas onde contenham informação necessária a recolher, como quando é necessário adicionar as observações do exame físico do doente, como e quando notificar o prestador de cuidados e, como identificar a fotografia.

A chave para uma documentação útil e de qualidade está na padronização de como as fotografias são tiradas e as feridas são medidas, para que mudanças relativas na mesma ferida possam ser comparadas ao longo do tempo (Estocado & Black, 2019). A fotografia em escala é um método bidimensional (2D) de avaliação de feridas, que inclui uma régua dimensionada adicionada por um scanner e que permite o cálculo da área da ferida (comprimento x largura) (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009). Este método é útil para comparar medições, mas não é isento de erro aquando das ampliações (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009). Outros métodos de imagem digital para medição de uma ferida consistem na captura de uma imagem da ferida e a sua transferência para um computador (Jorgensen, Sorensen, Jemec, & Ydestraede, 2016). Essa transferência para o computador para posterior análise de imagem deve estar associada a outras técnicas de medição (Rodrigues, 2011). As aplicações da fotografia digital na avaliação quantitativa da ferida podem ser categorizadas em quatro domínios principais: classificação dos tecidos da

ferida, medição automatizada da área da ferida, análise tridimensional (3D) da ferida e medição volumétrica, monitorização e avaliação das alterações do tecido da ferida durante a cicatrização (Mohafez, Ahmad, Roohi, & Hadizadeh, 2016).

A captura da imagem reveste-se de um conjunto de pressupostos, mas a natureza de uma ferida dificulta o seu estabelecimento, tais como:

- a posição e as irregularidades do corpo humano, que influenciam quer o plano de focagem, quer a luminosidade da imagem;
- o tamanho e a forma da ferida que influenciam a distância do dispositivo à ferida e a capacidade de adquirir o plano de focagem correto e de conseguir colocar a ferida ou úlcera numa só imagem, assim como o dimensionamento da área de superfície da ferida para posterior cálculo de medidas;
- a profundidade da ferida e as características dos tecidos do leito da ferida, em termos de cor e humidade, que influenciam a nitidez das estruturas e das cores no modelo de cores da imagem digital (*Red-Green-Blue* (RGB) ou *standard-Red-Green-Blue* (s-RGB)).

Outro aspeto que também pode dificultar a visualização das feridas é a presença de tecido adiposo flácido, que em alguns locais se desloca para o leito da ferida, produzindo sombras ou dificultando a visualização do leito da ferida (Thompson et al., 2013).

A competência e experiência do utilizador do dispositivo de imagem digital, relacionadas com as configurações padrão da câmara e com a própria técnica dificultam a reprodutibilidade do procedimento. Mas essa é uma tarefa complexa, porque é muito difícil manter a posição e a configuração da câmara, iluminação e os filtros durante o processo de aquisição da imagem (Mohafez, Ahmad, Roohi, & Hadizadeh, 2016).

As configurações da câmara e aspetos relevantes da técnica de aquisição de imagem podem tornar este processo mais reprodutível (Rodrigues, 2011); (Rodd-Nielsen & Ketchen, 2014); (Li, Mathews, & Zhang, 2018); (Estocado & Black, 2019) e, portanto, devem ter-se em conta os seguintes aspetos:

- a densidade de imagem da câmara superior até 10 megapíxeis para imagens de alta qualidade;
- a posição da câmara seja perpendicular à superfície da ferida e mantida entre aquisições, para minimizar os erros no cálculo da área e da profundidade, permitir a comparação da ferida entre capturas e a câmara não criar sombras na imagem pela sua posição;
- distância do dispositivo à ferida não inferior a 30 cm (não utilizar zoom), para poder abranger a área circundante à lesão e para se conseguir avaliar os detalhes no tipo de tecidos;
- modo de focagem (autofócus, macro, etc.) e evitar incluir plano de fundo nas imagens de feridas;
- luminosidade (não utilizar flash nem lanternas) se possível sob luz ambiente adequada;
- utilizar colorímetro e cartão dimensionador, assim como pontos de referência para facilitar a avaliação através da imagem e permitir a comparação e cálculo de dimensões;
- estabilidade do corpo e do dispositivo no momento da captura da imagem ou para facilitar o processo de aquisição de imagem, recorrendo a temporizador para captação.

O uso de iluminação adicional como flash ou lanternas não deve ser utilizada de forma a evitar sombras e reflexos que possam obscurecer as características da ferida e, assim, dificultar a sua avaliação (Thompson et al., 2013). A iluminação da cena traz implicações na qualidade da imagem, e, por isso, quanto mais iluminada estiver melhor a qualidade da imagem. Contudo, autores sugerem a não utilização do flash durante a aquisição de imagem (Rodd-Nielsen & Ketchen, 2014).

Aspetos mais relacionados com o cuidado à ferida que se devem ter em conta para aquisição de imagem são:

- a posição do doente deve ser neutra e em alinhamento corporal, para se poder determinar o maior diâmetro da ferida (comprimento) e perpendicularmente a este diâmetro a largura (Li, Mathews, & Zhang, 2018); (Estocado & Black, 2019).
- remoção dos pensos e limpeza do leito da ferida, bordos e pele circundante para remover tecido inviável, drenagens e sujidades antes de tirar a fotografia (Li, Mathews, & Zhang, 2018); (Estocado & Black, 2019). Quando se realiza desbridamento cirúrgico deve tirar-se uma fotografia antes e outra após o desbridamento (Estocado & Black, 2019).
- complementar a informação da observação da ferida através de imagem com o toque, realizando a digitopressão, a deteção de flutuações e a temperatura da pele, ou registando a quantidade do exsudado (Estocado & Black, 2019).
- utilizar sempre o mesmo método de medição da ferida, considerando a utilização de técnicas mais avançadas para monitorização da profundidade, tunelização e descolamento da ferida por parte de peritos (Estocado & Black, 2019).

O uso de dispositivos digitais para aquisição de imagem permitem realizar correções posteriormente, por meio de algoritmos de processamento de imagem, por exemplo, para ultrapassar condições de iluminação menos favoráveis (Rodrigues, 2011). Contudo, devem-se equacionar alternativas quando estes não estão disponíveis ou quando as suas funcionalidades possam não estar ativas, como por exemplo, a utilização de uma *app* num *smartphone* sem internet. Nestes casos deve-se considerar um procedimento para a recolha da informação completa quando a conectividade seja restabelecida ou em alternativa a utilização de câmeras digitais e impressoras a cores que permitam a recolha de informação das feridas.

2.5. Cuidado Especializado à Ferida

A especificação do cuidado às feridas não é uma realidade de todos os enfermeiros, principalmente no que diz respeito ao cuidado com as feridas crônicas. Este nível de conhecimento não é adquirido na formação académica de base, mas sim, no nível pós-graduado, pelo que os enfermeiros recentes na prática não possuem estes conhecimentos adquiridos com a experiência ou na formação especializada (Greatrex-White & Moxey, 2015). O conhecimento dos enfermeiros sobre o cuidado às feridas, como o conhecimento sobre os produtos de tratamento e sobre a frequência da troca de pensos foi analisado e 80% dos enfermeiros utilizam os representantes dos produtos para atualizar o conhecimento e 73% abordavam outros colegas para a assistência, sendo que 75% dos enfermeiros referiam recorrer como primeiro recurso a enfermeiros especializados no cuidado às feridas (Ding, Lin, & Gillespie, 2016).

A gestão da ferida, segundo Finnie e Wilson (2003) é uma área da prática de enfermagem que é transversal a todas as especialidades dentro do ambiente de cuidados de saúde e dos vários contextos: agudo, saúde mental, comunidade e cuidados de longa duração (Dutton, Curtis, &

Chiarella, 2014). A literatura atribui um papel preponderante das equipas de gestão de feridas lideradas por enfermeiros, quer na prevenção quer no tratamento oportuno das situações de feridas (Dutton, Curtis, & Chiarella, 2014). Uma revisão integrativa da literatura entre 1980 e 2011 para compreender o papel dos enfermeiros, nos cuidados com a ferida concluiu que, o cuidado de feridas é geralmente atribuído aos enfermeiros de uma forma independente, pois não está relacionado com nenhuma especialidade médica em particular, contudo é uma parte integrante de uma equipa multidisciplinar constituída por enfermeiros, médicos e outros profissionais (Dutton, Curtis, & Chiarella, 2014). Em Portugal, ao nível das instituições de saúde existem equipas multidisciplinares integradas em comissões ou grupos de trabalho específicas na área de tratamento de feridas, com competência na vigilância e monitorização dos processos de doença, orientação de boas práticas, gestão e aquisição de equipamentos necessários aos tratamentos e na própria gestão do tratamento.

A maioria dos cuidados à ferida são prestados em serviços de ambulatório e os enfermeiros especializados além das funções de cuidados diretos e apoiados na experiência têm dificuldade em assumir outras ações específicas (Dutton, Curtis, & Chiarella, 2014). A perceção sobre as competências foi avaliada num inquérito aos delegados dos produtos, que afirmam só 6% se consideraram muito competentes na avaliação da ferida, 16% relataram ter insegurança e 9% sentiam necessitar de mais treino (Ding, Lin, & Gillespie, 2016). Relativamente à relação entre a avaliação da ferida e a escolha do penso, em dois estudos concluiu-se que mais de $\frac{3}{4}$ dos enfermeiros (75,6%) consideraram que a aparência da ferida é o melhor fator para a escolha do penso e, no outro estudo, 58% dos resultados das avaliações das feridas influenciaram a escolha do penso (Ding, Lin, & Gillespie, 2016).

Segundo Benbow (2015), o processo de avaliação da ferida deve ser realizado por profissionais experientes, que devem solicitar ajuda especializada e assentar no trabalho de equipa, considerando que a avaliação inicial da ferida é de extrema importância para servir como base para as avaliações subsequentes, devendo incluir: observação inicial e monitorização da ferida e pele circundante, aparência clínica do leito da ferida, avaliação do exsudado, do odor e da dor (Benbow, 2016). A realização de uma avaliação abrangente da ferida é a melhor maneira de determinar o estadió da ferida, que permita observar a evolução da ferida com vista à cicatrização (Ding, Lin, & Gillespie, 2016).

O impacto desta prática de enfermagem, ainda não é muito explícito na literatura, existindo alguns estudos de satisfação dos doentes relativamente aos cuidados de enfermagem, algumas repercussões nas taxas de prevalência de UPP e nas taxas de cicatrização das feridas (Dutton, Curtis, & Chiarella, 2014). Um estudo dinamarquês concluiu que, com a adoção de uma estratégia nacional baseada em diretrizes de melhores práticas, pode ser possível reduzir os custos do tratamento de feridas até 30% (Jarbrink, et al., 2017). À mesma conclusão chegou Katia Furtado (ELCOS-Sociedade Portuguesa de Feridas, 2017), que afirma que se conseguiria reduzir em 25% os custos humanos e financeiros relacionados com as feridas complexas, em contexto português *“com a implementação de boas práticas, a formação dos profissionais de saúde, o apoio dos gestores na implementação de equipamentos e, particularmente, a monitorização do trabalho realizado”*. A mesma autora evoca as consequências da carência de equipas multidisciplinares e dos serviços integrados no cuidado à ferida, descritas na literatura, que são as causas para os atrasos no processo de cicatrização, agravamento do sofrimento dos doentes e aumento dos custos associados (ELCOS-Sociedade Portuguesa de Feridas, 2017).

Existem variadíssimos instrumentos, ferramentas e escalas para auxiliar os profissionais de saúde no diagnóstico, na avaliação das características e evolução da cicatrização da ferida e na definição de estratégias de tratamento mais adequadas a cada caso. Mas muitas vezes são ferramentas de difícil aplicação na prática, que exigem treino e habituação por parte do avaliador e, como não foram definidas ou estabelecidas por um organismo ou entidade não são adotadas pelos profissionais de saúde, como forma de uniformizar o diagnóstico, avaliação e evolução das feridas crônicas.

Sumariamente, um instrumento de avaliação de feridas deve:

- ✓ conter informação acerca da avaliação global do doente (antecedentes patológicos, medicação habitual, status nutricional, status psicológico e socioeconómico);
- ✓ englobar os fatores de risco para a cicatrização; discriminar as características da ferida (dimensão, tecidos presentes, quantidade de exsudado, dor, complicações da ferida etc.);
- ✓ anteceder ou permitir o planeamento do tratamento da ferida;
- ✓ permitir documentar a evolução da cicatrização da ferida, facilitando a continuidade dos cuidados entre prestadores de saúde.

Capítulo 3

Fundamentos de Processamento de Imagem

Os processos de monitorização e avaliação da cicatrização das feridas crónicas são avaliados de uma forma subjetiva pelos clínicos, mas já existem tecnologias mais modernas, como a planimetria computadorizada, a análise de imagem digital, o laser tridimensional (3D), a tomografia de coerência ótica (OCT – *Optical Coherence Tomography*) e a luz estruturada, para os avaliar de uma forma objetiva (Bloemen, Boekema, Vlig, van Zuijlen, & Middelkoop, 2012). Existem outras técnicas para medir a epitelização, mas que não se encontram validadas como a fotoplanimetria e a medição da evaporação da água (Bloemen, Boekema, Vlig, van Zuijlen, & Middelkoop, 2012). A dificuldade prende-se em adotar um método de monitorização e avaliação de feridas adequado aos vários contextos de utilização, de fácil e rápido manuseio, preciso, não invasivo, fiável e reproduzível (Gupta, 2017). Neste âmbito, surgem os métodos e técnicas baseados em processamento de imagem que congregam a capacidade de através de uma imagem a cores, captarem as dimensões e características da ferida, posteriormente processadas em computador através de uso de algoritmos.

O Processamento de Imagem aplica-se em áreas do conhecimento humano para resolver uma variedade enorme de problemas, que, normalmente, requerem métodos capazes de melhorar a informação visual para análise e interpretação humana ou para perceção automática por máquinas. A Visão Computacional é um campo da Inteligência Artificial (IA), que se preocupa com a capacidade de os computadores reconhecerem e classificarem as imagens, através de métodos de aquisição, processamento e análise de imagem, para produzir informação numérica ou simbólica (Tan, 2016). Os subdomínios da visão computacional são a deteção de objetos e movimentos, o reconhecimento de ações, a análise de sequência de vídeos, a estimativa da posição humana e a recuperação da imagem (Tan, 2016). Por outro lado, o conceito de *Data Science* advém do seio das ciências exatas como a Estatística e a Matemática, que analisam os dados (Cao, 2017). Atualmente a *Data Science* integra áreas como a *Data Mining* e *Machine Learning* (ML), que serão a próxima geração das ciências estatísticas (Cao, 2017). Em suma, a *Data Science* integra um conjunto de disciplinas e áreas do conhecimento e estuda os dados, explorando a sua complexidade (Cao, 2017).

Os avanços da IA, nos anos 50 devem-se também à explosão de dados que se produzem a cada momento, ao desenvolvimento de redes neurais artificiais (RNA) e ao baixo custo de hardware associado ao desenvolvimento da capacidade computacional de processamento e armazenamento (Paiva & Prevedello, 2017) (Rueckert, Glocker, & Kainz, 2016). O ML é um ramo da IA, que é constituído por um conjunto de métodos que detetam automaticamente padrões nos dados, e que depois utilizam a descoberta desses padrões para prever dados futuros ou possibilitam a tomada de decisão clínica sob condições incertas (Lee, et al., 2017). A evolução dos métodos de ML também ocorreu no seio da imagem médica, porque a interpretação de imagens por peritos torna-se limitada pela subjetividade, complexidade da imagem, diferenças entre observadores e fadiga (Razzak, Naz, & Zaib, 2017). Contudo, persistem problemas de acesso a conjuntos de dados, em quantidade e qualidade das imagens, mesmo com o recurso ao *data augmentation* e *transfer learning* (Lee, et al., 2017) (Razzak, Naz, & Zaib, 2017).

Na era das tecnologias móveis, que revolucionaram vários setores, incluindo o setor da saúde, o utilizador passa a estar no centro do processo de atendimento e de uma forma prática acede a registos médicos e ferramentas de apoio à decisão que o capacitam a participar ativamente no seu plano de saúde (Gupta, 2017). Assim, com a crescente utilização de soluções móveis no quotidiano da população, um telemóvel é um dispositivo acessível a qualquer um, seja utente ou profissional de saúde, pelo que, a massificação do seu uso e as melhorias nos interfaces, câmeras e capacidade

de armazenamento e de processamento fazem com que o desenvolvimento de aplicações móveis (Nejati, et al., 2016), seja também acessível e fácil de utilizar no dia a dia. A este ritmo caminha-se no desenvolvimento de tecnologias não invasivas para auxiliarem os profissionais de saúde, na tarefa árdua de manter a vigilância e observação de uma ferida crónica, através da monitorização das dimensões da ferida e do registo de características essenciais à classificação do status de cicatrização da ferida crónica.

3.1. Imagem Digital

Uma imagem pode ser definida como uma função bidimensional $f(x, y)$, onde x e y são coordenadas no plano espacial e a amplitude de f em cada par de coordenadas (x, y) é denominada pela intensidade ou nível de cinzentos da imagem em cada ponto (ECE, 2015). Quando (x, y) e os valores de amplitude de f são quantidades finitas e discretas, designamos por imagem digital (ECE, 2015). A imagem digital é composta por um número finito de elementos, em que cada um tem uma localização e um valor particular (ECE, 2015). O termo mais usualmente utilizado para designar esses elementos da imagem digital é o píxel (ECE, 2015). O termo *voxel* usa-se quando se pretende representar o elemento da imagem num espaço 3D, onde a imagem é constituída por uma sequência espacial de fatias bidimensionais (2D) (coordenadas x, y), que incluem o objeto de interesse e o número de fatias indica a coordenada z (Scientific Volume Imaging, 1995-2020). Esta designação é usual nas modalidades de imagem médica (Ressonância Magnética Nuclear (RMN), Tomografia Axial Computorizada (TAC) e Ecografia) e nas técnicas de reconstrução de imagem (Shorliffe & Cimino, 2014).

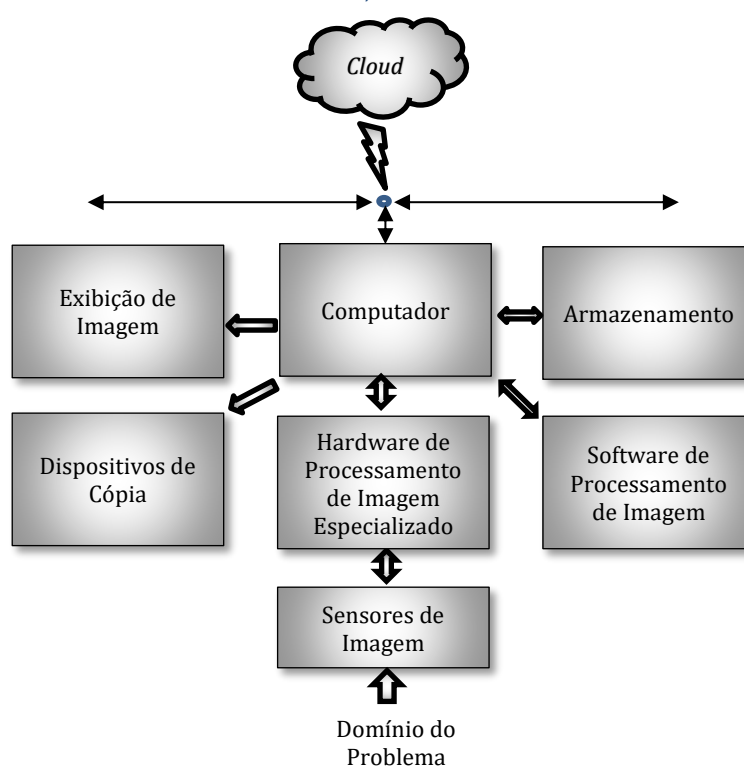
As imagens digitais podem ser de 3 tipos: a preto e branco, na escala de cinzentos e imagem a cores. Nas imagens a preto e branco ou imagens binárias cada píxel assume os valores de 0 ou 255, mas habitualmente estes valores são expressos no sistema binário em 0 e 1. Esta é a forma mais simples de representação de um objeto numa imagem (1 byte) e pode ser obtida de uma imagem na escala de cinzentos ou a cores através de processos de segmentação (Stipaničev, 1994). A imagem na escala de cinzentos assume um valor não negativo no intervalo de 0 a 255, sendo que cada píxel está representado por 1 byte no valor de cinzento e no brilho e a imagem é representada em 8-bits (Li, Drew, & Liu, 2014). Estas imagens podem ser obtidas de câmeras monocromáticas ou por conversão monocromática a partir de imagens a cores (Stipaničev, 1994). A imagem a cores assume a representação em 3 planos definidos por cada uma das imagens principais, que compõem cada um dos píxeis, podendo assumir cada um dos 16.77.216 valores de cores diferentes (*True color*) e obtendo-se uma imagem a cores de 24-bits (Stipaničev, 1994); (Li, Drew, & Liu, 2014). Estas imagens podem ser armazenadas em 32-bits, utilizando um outro plano que recolhe mais informação (Li, Drew, & Liu, 2014). No caso de dispositivos com pouca capacidade de memória e processamento, como os *smartphones*, as imagens a cores são guardadas em 8-bits, mas segundo uma representação de 24-bits (Li, Drew, & Liu, 2014). As imagens recolhidas por dispositivos que captam a luz invisível e, por isso, mais de 3 planos de cores formam imagens multiespectrais ou hiperespectrais (Li, Drew, & Liu, 2014), que serão especificadas na subseção – Tecnologia de Imagem Ótica.

Uma sub-região de uma imagem digital é chamada de janela ou *region of interest* (ROI) e é definida pelas coordenadas espaciais dos seus 4 cantos (Stipaničev, 1994). No processamento e análise de imagem trabalha-se com esta parte da imagem para que os processos sejam mais rápidos (Stipaničev, 1994). A principal finalidade do processamento de imagem digital é permitir aos seres humanos a obtenção de imagens de qualidade ou características descritivas da imagem original (Zhou, Wu, & Zhang, Digital Image Processing Parte I, 2010). A fotografia é um dos processos de

geração de imagens através do uso de sensores químicos ou eletrônicos para gravar o que é observado (Zhou, Wu, & Zhang, Digital Image Processing Parte I, 2010).

Os componentes que constituem um sistema de processamento de imagem (Diagrama 3.1) são: a fonte de luz que ilumina a cena ou objeto, o sistema de sensores que captam a energia irradiada do objeto e a convertem na forma digital, o hardware de processamento de imagem especializado, que consiste no digitalizador propriamente dito associado a outras operações de processamento primitivas, o computador que armazena o software utilizado para processar as imagens, que possui ou interliga com os sistemas de armazenamento, de visualização (monitores) e de transmissão (rede, *Cloud*) (Gonzalez & Woods, 2018); (Zhou, Wu, & Zhang, Digital Image Processing Parte I, 2010).

Diagrama 3.1 - Componentes constituintes de um Sistema de Processamento de Imagem adaptado de Gonzalez & Woods, 2018



No sistema de processamento de imagem, a primeira especificidade situa-se ao nível do recurso da energia usado para gerar a imagem e a sua capacidade de penetração nos tecidos. A luz visível (onda eletromagnética com comprimento de onda entre os 400-700 nm) foi o primeiro recurso utilizado para a recolha de imagens de estruturas anatómicas grosseiras através de fotografias (Shorliffe & Cimino, 2014). Contudo, como o olho humano está limitado à faixa da luz visível do espectro eletromagnético (Figura 3.1), existem máquinas e dispositivos de imagem que cobrem desde os raios gama, passando pelos infravermelhos (IV) até às ondas de rádio (ECE, 2015). Esses dispositivos operam nestas imagens geradas nestes comprimentos de onda, não acessíveis ao olho humano e incluem a microscopia eletrónica, a ecografia, e as imagens geradas por computador (ECE, 2015).

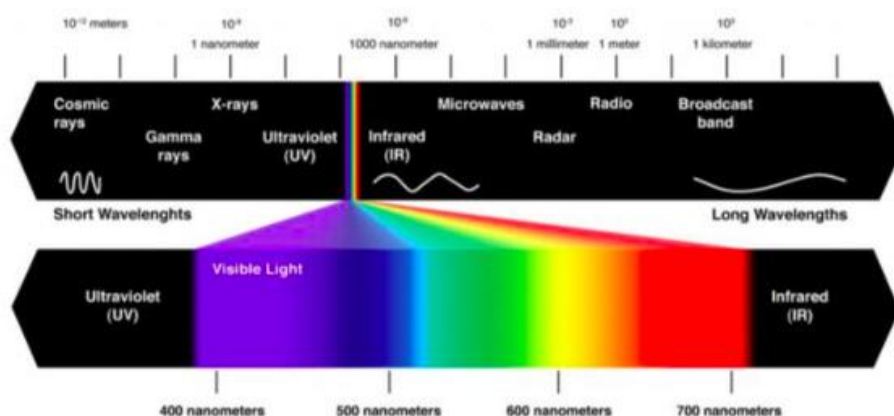


Figura 3.1 - Espectro Eletromagnético e as bandas de comprimento de onda (λ) correspondentes à luz ultravioleta (UV), luz visível e luz infravermelha (IV) (Miller, 2018).

A cor, do ponto de vista físico pode ser entendida como luz, podendo comportar-se como uma onda ou como uma partícula e observamos a natureza dual da luz (Scuri, 2002). Entendida como uma onda com determinado comprimento de onda, a cor pode ser expressa numa função unidirecional e pode ser caracterizada pela sua distribuição espectral de potência (Scuri, 2002). A cor monocromática ideal também designada de cor espectral possui um único comprimento de onda (Scuri, 2002) e o único atributo que possui é a sua intensidade, variando de preto a cinza e, finalmente, branco. Já a cor monocromática real possui um comprimento de onda predominante, mas não é único (Scuri, 2002) como a luz do sol. O espectro da luz branca ideal deveria comportar-se como uma linha horizontal, pois é composta por todos os comprimentos de onda com energia máxima (Scuri, 2002). Assim, a luz laser (*light amplification by stimulated emission of radiation*) é uma fonte de luz monocromática e o LED (*Light-emitting diode*), consiste numa banda espectral de cor estreita, dependendo do cristal que é utilizado no seu fabrico, mas não é uma luz monocromática. O LED pode ter várias cores e o LED de cor branca é emissor de cor azul, pois absorve a cor azul e emite a cor branca.

3.1.1. Espaços de Cores

A natureza da luz visível e a sua percepção pelo olho humano são campos de investigação, desde há longa data. O olho humano é uma ferramenta imprescindível para a percepção do que nos rodeia, mas esta realidade é dependente da subjetividade de interpretação fornecida ao cérebro pelo conjunto de fotorreceptores, que se situam na retina do olho humano (Gallagher, 2012). Os bastonetes são sensíveis a todos os comprimentos de onda, mais sensíveis à luz de baixa intensidade (visão noturna) (Scuri, 2002) e são os responsáveis pela percepção da intensidade da cor (luminância) e, por isso, da distinção de objetos na imagem. Os cones são menos sensíveis à luz, mas permitem a distinção das cores (crominância), nos 3 canais de cor a que cada tipo de cones é sensível (Scuri, 2002).

A representação da cor através de modelos exatos ou adaptados aos vários dispositivos não é mais do que um modelo matemático que representa as cores por um conjunto de números (Gallagher, 2012). O modelo de cores da *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) também chamado de espaço CIELAB ou $L^*a^*b^*$, equivale à percepção humana das cores e é utilizado na avaliação direta das feridas, tornando-o no modelo de referência (Gallagher, 2012). Este modelo utiliza 3 valores que correspondem à luminância mais a combinação da cor e a tonalidade (a^* quantidade do verde

para vermelho e b^* quantidade de azul para amarelo), o que possibilita a percepção das diferenças de cor e brilho (Li, Drew, & Liu, 2014). Contudo, há autores que consideram ser difícil a avaliação da cor ou mudanças subtis da cor pela observação visual, por exemplo do tecido de granulação, com precisão (Iizuka et al., 2011). CIELUV é um modelo de cor competitivo do anterior (Li, Drew, & Liu, 2014).

O modelo de cor *Red-Green-Blue* (RGB) é um modelo de 3 cores, utilizado nos monitores dos computadores e na imagem digital a cores, pelo que é o modelo usado na avaliação indireta de imagens de feridas (Gallagher, 2012). Assim, Gallagher (2012) afirma que a avaliação visual de uma imagem de ferida não pode transmitir o mesmo significado que a avaliação visual direta da mesma ferida. Do modelo de cor RGB derivam dois espaços de cor utilizados na calibração e uniformização da imagem digital a cores são eles: o espaço de cores standard (s-RGB) e o espaço de cores *Hue-Saturation-Intensity* (HSI). O modelo de cor s-RGB é adotado como o modelo de referência na Web e usado nos monitores de computadores (Li, Drew, & Liu, 2014). O modelo de cor *Hue-Saturation-Value* (HSV) representa a cor num modelo 3D, em que a cor branca se encontra no centro (Lopes, 2013) e é usado comumente no processamento de imagem, softwares de edição de imagem e é facilmente convertível a partir do modelo RGB (Li, Drew, & Liu, 2014).

O modelo *Hue-Lightness-Saturation* (HLS) também consiste numa representação 3D do espaço de cor com dois cones unidos pela base, onde a cor branca se situa na base comum e a preta no vértice de cada um dos cones (Lopes, 2013).

O modelo de cor CMY (*Cyan, Magenta e Yellow*) é o modelo subtrativo do RGB, onde a subtração das cores vermelho, verde ou azul resultam no magenta, amarelo ou ciano, e onde o branco e preto são opostos ao modelo RGB (Li, Drew, & Liu, 2014) e o resultado da luz refletida pelos objetos onde incidia a luz (Lopes, 2013). O modelo CMYK (K de *Black*) é o modelo comum de impressão também baseado na inversão de cores primárias e o preto não é ausência de cor, mas sim, a junção das 3 cores principais (Li, Drew, & Liu, 2014).

Os modelos de cor utilizados em vídeo digital derivam dos métodos analógicos mais antigos de codificação de cores para a televisão e são eles o YIQ (I – “*in-phase chrominance*”, Q “*quadrature chrominance*”) e YUV (U – projeção azul e V – projeção vermelha), sendo que o Y corresponde à luminância, correção gama nestes modelos de luminância/crominância (Li, Drew, & Liu, 2014). A crominância é geralmente associada a variações de amplitude mais lentas do que a luminância, uma vez que geralmente está associada a menos detalhes da imagem ou alterações rápidas no valor (Bovik, 2009).

A matriz de transformação $YCbCr$ (mais comumente escrito como YCbCr) do modelo YUV baseia-se na separação dos sinais de cor RGB num sinal de luminosidade ou luminância (Y) e dois sinais de cromaticidade ou de diferença de cor (Li, Drew, & Liu, 2014). Este modelo é aplicado a alguns formatos de imagem digital como o JPEG (*Joint Photographic Experts Group*), que ocupam menos espaço, pois como o olho humano é mais sensível à luminância que à cromaticidade, a representação da cor pode ser reduzida na gama de valores da crominância (Lopes, 2013). Também se usa este modelo de cores no formato de vídeo MPEG (*Moving Picture Experts Group*) (Li, Drew, & Liu, 2014). O modelo de cor YCbCr foi criado para permitir que as emissões dos sistemas de televisão a cores do tipo SECAM (*Séquence Electronique Couleur avec Mémoire*) e PAL (*Phase Alternating Line*) fossem compatíveis com os recetores a preto e branco (Lopes, 2013).

A representação da imagem pressupõe o conhecimento dos conceitos fundamentais da origem e criação de uma imagem real, que se passará a descrever em seguida. As restantes fases do processamento de imagem vão ser abordadas em subseções que agregam algumas etapas e que serão fundamentais para a compreensão do processo de processamento e análise de imagens de feridas crônicas descritos durante o estado da arte.

3.1.2. Aquisição de Imagem

As imagens são geradas pela combinação de uma fonte de iluminação e o reflexo da energia da fonte de luz (ECE, 2015). Este processo permite a formação da imagem e a sua conversão para digital (Shorliffe & Cimino, 2014). As imagens podem ser 2D ou 3D, dependendo do tipo de sensores e da metodologia de aquisição (Zhou, Wu, & Zhang, Digital Image Processing Parte I, 2010). Os sensores utilizados para captar a luz irradiada pelo objeto podem ser: sensor simples, tiras de sensores (TAC), sensores baseados em matrizes (Zhou, Wu, & Zhang, Digital Image Processing Parte I, 2010). Estes últimos tipos de sensores são frequentes nos sensores eletromagnéticos e ultrassônicos e, também são frequentemente encontrados nas câmeras digitais (Gonzalez & Woods, 2018). Os sensores típicos das câmeras digitais são os *Charge coupled device* (CCD) e são usados em aplicações profissionais, médicas e científicas, onde são necessárias imagens de alta qualidade (Elouardi, et al., 2007). Outros sensores há designados de *Complementary Metal-Oxide Semiconductor* (CMOS) e, que são usados em aplicações com necessidade de menos qualidade da imagem, como câmeras digitais profissionais e do utilizador comum e para outros fins (Elouardi, et al., 2007).

A calibração nas câmeras digitais depende de fatores externos, como a iluminação do objeto e do sistema de sensores utilizados para a captura da imagem (Scuri, 2002). As câmeras digitais com lentes reflexas simples são também usadas por profissionais e no seu mecanismo de captura possuem espelhos que refletem no visor a imagem real. Estas câmeras podem usar várias lentes e permitem a obtenção de fotografias de melhor qualidade. Assim, o sistema de captura pode ser um scanner, uma câmera digital ou um *smartphone*. Este último tem-se tornado um aliado na aquisição, armazenamento e partilha de imagens para os profissionais de saúde.

O objetivo na aquisição de imagem é gerar imagens digitais, e a saída da maior parte dos sensores de imagem é um sinal analógico, traduzido numa onda de voltagem contínua cuja amplitude e comportamento espacial (tempo) estão relacionados com o fenómeno físico detetado, que é necessário converter em sinal digital (Gonzalez & Woods, 2018). A conversão de sinal analógico para digital pressupõe a utilização de um digitalizador, com perda de sinal devido à transformação de uma onda contínua para um sinal discreto e esta perda depende do sensor utilizado. Este processo de conversão está assente nos conceitos de amostragem e quantização: a amostragem consiste na conversão de valores das coordenadas em formato digital e a quantização é o processo de digitalização de valores da amplitude (Tyagi, 2018). A qualidade de um dispositivo de imagem é medida em termos de resolução que depende do processo de amostragem e quantização (Tyagi, 2018) e é expressa em *dots per unit* (dpi). O número de amostras colhidas na digitalização é conhecido como resolução da imagem e a quantização decide a precisão das intensidades do píxel (Tyagi, 2018). Assim sendo, a qualidade da imagem pode ser avaliada pela resolução espacial (número de píxeis), de contraste e mede a capacidade de distinguir pequenas diferenças na intensidade, nas diferentes regiões da imagem e está relacionado com o número de bits por píxel e a resolução temporal, que mede o tempo necessário para criar uma imagem (Shorliffe & Cimino, 2014).

A observação de uma imagem original depende da interpretação pelo sistema visual humano da pessoa que observa, da natureza do material original (meio) e de como a luz interage com o meio (condições de iluminação) (Wueller & Kejser, 2016). As condições de iluminação consistem no conteúdo espectral, quantidade e direção de entrada da luz, bem como na posição do observador em relação ao meio (Wueller & Kejser, 2016).

A melhor modalidade de imagem será a que produz imagens com a melhor resolução espacial, de contraste e temporal e, que possui os seguintes requisitos específicos para a imagem médica: o grau de invasão, a dose de radiação ionizante, o grau de desconforto do doente, a portabilidade do dispositivo, a capacidade para detetar a função fisiológica, assim como, a estrutura anatômica e a disponibilidade e custo do procedimento num local específico (Shorliffe & Cimino, 2014). Existem várias modalidades de imagem porque não existe uma só técnica que satisfaça as especificidades todas dos tecidos ou da variedade de patologias (Shorliffe & Cimino, 2014).

A Imagiologia Médica é uma área da Medicina que utiliza técnicas e processos para criar uma representação visual do interior do corpo humano, sendo indispensável na determinação de diversos diagnósticos e no tratamento de doenças (Bento, 2015). As técnicas convencionais mais utilizadas para diagnóstico são: o Raio X e fluoroscopia, a TAC, a RMN e a ecografia. A RMN e a ecografia também podem ser utilizadas para avaliar o processo de cicatrização das feridas crónicas e alguns processos adjacentes que influenciam o atraso ou complicações na cicatrização, mas por utilizarem alguma ação mais invasiva (exemplo: administração de contraste) ou por serem técnicas mais dispendiosas habitualmente não se utilizam. A análise de imagem médica é uma área de investigação muito reconhecida, que se encontra na confluência da Informática, Ciências da Computação e Medicina, ou seja, no campo de atuação da Visão Computacional. Os progressos nesta área de análise de imagem médica contribuem para o desenvolvimento de ferramentas computacionais inovadoras, essenciais à análise e intervenção clínicas (Ayache & Duncan, 2016).

3.1.3. Filtros Espaciais

Os processos de manipulação da imagem são vários e permitem que o resultado seja mais adequado que o original para uma determinada aplicação da imagem, ou recuperar a imagem que foi degradada usando o conhecimento prévio ao fenómeno de degradação (Gonzalez & Woods, 2018). O processo de degradação da imagem, geralmente ocorre na forma de ruído e é necessário conhecer como esse ruído afeta a imagem para poder propor uma solução (Zhou, Wu, & Zhang, Digital Image Processing Parte I, 2010). O ruído pode dever-se às condições ambientais (luz, temperatura, etc.), à qualidade do sensor e a interferências humanas (Zhou, Wu, & Zhang, Digital Image Processing Parte I, 2010) durante o processo de aquisição e transmissão da imagem (Gonzalez & Woods, 2018). Os modelos de análise do ruído podem ser agrupados dentro do domínio do tempo, da frequência (filtros de suavização da desfocagem do movimento – filtro de média e de Wiener) e no domínio espacial (filtros espaciais) (Zhou, Wu, & Zhang, Digital Image Processing Parte I, 2010).

A interpolação da imagem é o processo que usa os dados conhecidos para estimar os valores em locais desconhecidos através de tarefas de *zooming*, redução, rotação ou correção geométrica da imagem digital e de métodos de determinação de píxeis vizinhos (*nearest neighbor interpolation*) ou técnicas mais complexas de *splines* ou *wavelets* (Gonzalez & Woods, 2018). As técnicas de redimensionamento da imagem (redução ou zoom) obtêm uma reamostragem da imagem, podendo ser uma sobreamostragem no caso do zoom e uma subamostragem no caso da redução

da imagem digital (Gonzalez & Woods, 2018). O fenómeno de *aliasing* ocorre sempre que se dimensiona uma imagem, o que faz com que um sinal se torne diferente do inicial depois da amostragem (Gonzalez & Woods, 2018). Geralmente para correção deste fenómeno costuma utilizar-se técnicas de suavização de imagem, como filtro passa baixo, que atenua as frequências altas (Gonzalez & Woods, 2018).

A otimização da imagem durante a aquisição ocorre enquanto a imagem é processada para o dispositivo de memória e compreende os seguintes procedimentos: correção das cores primárias, do brilho, do contraste, da saturação e, por vezes, correção da matiz ou do tom. Com a correção das cores primárias, as intensidades de vermelho, verde ou azul podem ser enfatizadas ou aumentadas e, operando na correção de variação (*range*) e no desvio da cor (*offset*) pode aplicar-se a segmentação da cor da imagem e extrair apenas as partes da imagem que possuem determinados valores de cor. A correção do brilho torna a imagem mais clara ou mais escura, mas é melhor tentar melhorar o sistema de iluminação do que usar esta função. A correção de brilho mais baixa fornece uma imagem completamente preta, e a correção de brilho mais alta fornece uma imagem totalmente em branco (Stipaničev, 1994).

A correção de contraste melhora ou aumenta a diferença nas intensidades de luz de duas regiões (Stipaničev, 1994). Enquanto que a faixa dinâmica estabelece os níveis de intensidade mais baixo e mais alto que um sistema pode representar e, conseqüentemente, que uma imagem pode ter, mas estes dois conceitos estão intimamente relacionados (Gonzalez & Woods, 2018). Quando um número apreciável de píxeis numa imagem tem uma alta faixa dinâmica, podemos esperar que a imagem tenha alto contraste (Gonzalez & Woods, 2018). Por outro lado, uma imagem com baixo alcance dinâmico, normalmente apresenta uma aparência cinza fosca e desbotada (Gonzalez & Woods, 2018). Imagens de baixo contraste podem resultar de iluminação fraca, falha na faixa dinâmica no sensor de imagem ou mesmo a configuração incorreta da abertura da lente durante a aquisição da imagem (Gonzalez & Woods, 2018).

A percepção subjetiva dos valores de cinza não é linear e corresponde a uma curva conhecida como correção gama (Stipaničev, 1994). A calibração da imagem ou correção gama tem como objetivo produzir uma exibição fiel de uma imagem de entrada, através da manipulação do contraste (Gonzalez & Woods, 2018). O contraste *stretching* expande o limite dos níveis de intensidade numa imagem, de forma que abranja a faixa ideal de intensidade total do meio de gravação ou dispositivo de exibição (Gonzalez & Woods, 2018).

A correção da saturação é usada apenas para imagens coloridas. A imagem com alta saturação possui cores de alta intensidade e a imagem com baixa saturação está bem próxima da imagem com valor de cinza. Essa função pode ser usada se tivermos câmara colorida, mas queremos obter uma imagem com valor de cinza. Às vezes, a correção de matiz é aplicada e usada para alterar a paleta de matiz da imagem colorida (Stipaničev, 1994).

Outras possíveis otimizações de imagem durante a aquisição são a média da imagem e a integração da imagem. A média da imagem é usada nos casos em que uma imagem é corrompida por ruído e se pretende obter uma imagem próxima da original, fazendo a média dos valores de intensidade dos píxeis aleatórios da imagem, que divergem do valor real. A integração da imagem é usada para sinais fracos (por exemplo, campo escuro ou microscopia fluorescente). Neste procedimento, várias imagens individuais são somadas, portanto, a intensidade da imagem final é muito maior do que seria para o quadro de imagem única (Stipaničev, 1994).

A expressão 2D de uma imagem digital pode ocorrer no domínio espacial ou no domínio da frequência e uma imagem digital será sempre uma expressão 2D de uma cena 3D. Ao nível do domínio espacial, a manipulação ocorre nos píxeis, modificando a sua intensidade através de alterações no contraste e *thresholding* ou aplicando filtros espaciais, que provocam suavização da imagem (filtro passa baixo) e melhorias na nitidez da imagem (filtro passa alto) (Gonzalez & Woods, 2018); (Tyagi, 2018). Neste domínio a manipulação dos píxeis resulta no aumento da resolução da imagem com alteração da sua definição, o que traduz que o número de píxeis numa imagem define a sua resolução. Os filtros ou máscaras são matrizes 2D, aplicadas à imagem na posição vertical e horizontal e que relacionam cada píxel com os píxeis vizinhos localizados nessa matriz ou janela de convolução. Os valores dos seus coeficientes determinam o objetivo a ser alcançado durante o processamento da imagem. Os filtros de suavização, também conhecidos por filtros de média são usados para desfocar ou reduzir o ruído de uma imagem através da transformação de cada píxel para a intensidade média dos píxeis vizinhos (filtros lineares) ou de uma área de píxeis para a intensidade média dos seus vizinhos (filtros não lineares) (Tyagi, 2018). Os filtros de realce servem para destacar alguma parte da imagem, como os bordos ou diferenciação entre objeto e fundo, aumentando o valor de intensidade de cada píxel (Tyagi, 2018).

O histograma é a base das várias técnicas de processamento de imagem no domínio espacial e podemos retirar vários indicadores a partir dele: o nível global de intensidade, a gama dinâmica, o contraste, informação estática como por exemplo, a média e o desvio padrão (Faria, 2010). A manipulação do histograma pode ser utilizada para o melhoramento de imagem e atua na intensidade de cada píxel e designa-se de equalização do histograma.

A imagem pode ser expressa no domínio da frequência sem perda de informação através da transformada de Fourier e do Teorema de Convolução, constituindo uma função mais complexa (Gonzalez & Woods, 2018). Os filtros no domínio da frequência são utilizados para restaurar a imagem resultante do pré-processamento, removendo ruído ou realçando os contornos e bordos através da eliminação de altas frequências (filtros passa baixo).

As imagens depois de adquiridas são armazenadas em sistemas de memória ou transferidas para o computador, utilizando métodos que devem cumprir os standards definidos. Convém relembrar que a reprodução digital do original depende do suporte ou do dispositivo, se a imagem é vista como impressão ou num monitor e quais as condições de visualização (Wueller & Kejser, 2016). Portanto, quando se avalia a qualidade de uma imagem digital, não é apenas importante avaliar a qualidade do sistema de imagem, mas também precisa de se preocupar com o suporte/dispositivo e as condições de visualização usadas para reproduzir a imagem (Wueller & Kejser, 2016).

3.1.4. Segmentação da Imagem

A segmentação de imagem é o campo da análise de imagem mais importante e os seus processos são os mais utilizados no campo da imagem médica para análise de imagens (Kaur & Kaur, 2019). A segmentação de imagens médicas tem-se tornado muito importante no desenvolvimento de modalidades de imagens complexas, que são capazes de produzir uma grande quantidade de imagens de alta resolução 2D e 3D (Kaur & Joshi, 2015).

A segmentação de imagem consiste na divisão da imagem em primeiro plano ou objeto e fundo (Kaur & Kaur, 2019). A imagem de primeiro plano está relacionada com a ROI e o fundo com a restante imagem (Kaur & Kaur, 2019). Outro objetivo da segmentação de imagem é a remoção de

ruído da imagem, usando várias técnicas pertencentes à Teoria dos conjuntos *Fuzzy* (*Fuzzy K-means* e *Fuzzy C-means – FCM*) (Kaur & Kaur, 2019) (Kaur & Joshi, 2015).

Os algoritmos de segmentação podem ser baseados em propriedades básicas da imagem, como nos valores de intensidade, cor, textura ou qualquer outra característica estatística da imagem em termos de descontinuidade e similaridade. No primeiro caso, a abordagem é a divisão da imagem em regiões baseada nas mudanças abruptas da intensidade, tal como, os bordos e existem várias técnicas para detetar fronteiras (pontos, linhas e bordos) baseadas em operadores matemáticos como o de Sobel, Prewitt e Canny, entre outros. Na abordagem baseada nas similaridades, a imagem é dividida conforme critérios de semelhança predefinidos, utilizando métodos de *thresholding*, crescimento, divisão ou fusão de regiões de píxeis. Pode alcançar-se melhorias na performance da segmentação se se combinarem técnicas das duas abordagens (Gonzalez & Woods, 2018).

Thresholding é a operação de conversão de uma imagem multinível numa imagem binária (Kaur & Kaur, 2019) e que utiliza o histograma para separar a imagem em objeto e fundo (Kaur & Joshi, 2015). Tanto pode ser usado nas imagens binárias como em imagens a cor. O Método de Otsu é um algoritmo de *thresholding* que separa uma imagem em tons de cinzento, em fundo e objeto, atribuindo a cor branca a um dos elementos e preta a outro (Torok, 2019). O valor de *threshold* será o valor que minimiza a variação entre as várias classes de píxeis e é ótimo para imagens com histogramas bimodais (Torok, 2019).

A segmentação de imagem pode ser realizada através de técnicas baseadas em *clustering* (*K-means* e *C-means clustering*), onde os píxeis são agrupados em clusters e o valor do píxel calculado em relação ao centróide, em termos de distância, conectividade e intensidade (Naz, Majeed, & Irshad, 2010). Estas técnicas definem só um cluster através de medidas de similaridade. Outro tipo de técnicas, já mencionadas anteriormente que são também aplicadas na redução do ruído, na análise de dados, no reconhecimento de padrões e na classificação – *Fuzzy Clustering* – os dados são distinguidos em clusters, formando níveis e, podendo ser atribuídos a um ou mais clusters. Inicialmente estas técnicas baseavam-se só na distribuição da intensidade do píxel, sensíveis às variações da intensidade da iluminação ou à geometria do objeto (Naz, Majeed, & Irshad, 2010). Atualmente, os algoritmos modernos incluem já as informações espaciais dos píxeis, como forma de lidar com o ruído e outros artefatos da imagem (Naz, Majeed, & Irshad, 2010). Outro algoritmo de segmentação classificado nos métodos de *clustering* é o algoritmo *mean-shift* utilizado na segmentação de imagens a cores e serve para diminuir as necessidades computacionais fundamentais para a computação da imagem a cores (Zhou, Wu, & Jianguo, Digital Image Processing: Parte II, 2010). O objetivo é encontrar a intensidade máxima numa região aleatória e determinar o centróide desse grupo de píxeis e calcular a média (Zhou, Wu, & Jianguo, Digital Image Processing: Parte II, 2010), por isso, utilizam os filtros Gaussianos. Em seguida, muda-se o centróide para a média e repete-se o algoritmo até convergir (Zhou, Wu, & Jianguo, Digital Image Processing: Parte II, 2010).

O algoritmo de *Watershed* enquadra-se na classificação de algoritmos de segmentação por regiões e usa o conceito de interpretação topológicas (Kaur & Kaur, 2014), ou seja, como visualizar uma imagem 3D (Kaur & Joshi, 2015). A superfície topográfica é entendida como gradiente da imagem e os píxeis com mais gradiente são representados como limites contínuos (Kaur & Kaur, 2014).

A segmentação baseada em modelos tenta recriar a imagem mental que os humanos têm de determinados objetos, em termos de forma e aparência. A forma é determinada por modelos deformáveis ou através da modificação dos seus parâmetros. Modelos baseado em contornos ativos, são modelos deformáveis confinados a um plano (*Snakes* e conjuntos de níveis) (Gonzalez & Woods, 2018). O método de contornos ativos ou de *snakes* é baseado na representação explícita de curvas de segmentação num plano (Gonzalez & Woods, 2018). Os conjuntos de níveis são baseados na representação implícita de curvas, que são técnicas para representar contornos ativos como a interseção de uma superfície 3D com um plano (Gonzalez & Woods, 2018). A aparência visual de um objeto pode ser capturada através de dados estatísticos, usando técnicas de visão computacional e ML (Heimann & Delingette, 2011).

A segmentação baseada no modelo de *Markov Random Field* (MRF) é usada para segmentação de cores e pode ser combinada para deteção de bordos. A segmentação também pode ser feita, usando o *Gaussian Markov Random Field* (GMRF), onde as dependências espaciais entre os píxeis são consideradas para o processo de segmentação baseada no Modelo Gaussiano de *Markov* (GMM – *Gaussian Markov Model*) e é usada para o crescimento da região. Esta técnica permite ainda detetar regiões, bordos ou o espaço de determinada característica (Selvi & Lokanayaki, 2014).

Os métodos de segmentação baseados em RNA simulam as estratégias de aprendizagem do cérebro humano na tomada de decisão (Bharathi & Subashini, 2011). É um método muito usado na segmentação de imagens médicas, que separa a imagem de interesse do plano de fundo e outras tarefas de processamento de imagem, como melhoria da imagem e classificação (Bharathi & Subashini, 2011). As RNA são constituídas por um grande número de nódulos conectados e cada um tem um peso específico (Kaur & Kaur, 2014). Este método tem 2 etapas: extração de características e segmentação através de RNA (Kaur & Kaur, 2014) (Kaur & Joshi, 2015). As redes neurais mais usadas para segmentação de imagem são: *Feed-Forward neural network* (FFNN), *Back-propagation neural network* (BPNN), *multi-layers perceptron* (MLP), *Hopfield neural network* (HNN), *Self-Organizing map* (SOM), *Pulse-Coupled Neural Network* (PCNN) (Kaur & Joshi, 2015).

Os métodos híbridos combinam um ou mais dos métodos de segmentação básicos. O J-SEGmentation (JSEG) é um dos métodos híbridos e não supervisionado e integra a quantização da cor e segmentação espacial para extração de regiões de cor e textura nas imagens e nos vídeos básicos (Jeyakumari & Somasundareswari, 2014).

Os métodos de segmentação anteriormente abordados podem ser classificados quanto à forma de aprendizagem dos algoritmos nos dados. Assim, pode classificar-se em aprendizagem supervisionada, os algoritmos de segmentação em que se fornece um conjunto de dados de entrada e saída para aprendizagem automática e depois apresenta-se uma nova entrada e a classificação é atribuída mediante os dados conhecidos e tenta resolver problemas de classificação e de aproximação de dados através de modelos de regressão. Deste tipo de aprendizagem automática fazem parte os classificadores de clusters, de Modelos de Mistura Gaussianos, Bayesianos, *Support Vector Machine* – SVM, Árvore de Decisão, RNA. Os métodos de segmentação assentes em aprendizagem não supervisionada, em que se fornecem dados de entrada e se pretende a construção de uma representação dos dados mais fácil de compreender e que pode ser utilizada para tarefas de compressão, deteção de *outliers*, classificação ou para tornar outras tarefas de aprendizagem mais fáceis. Os métodos de aprendizagem não supervisionada para interpretação de imagem podem ser divididos nos métodos de clustering (*k-means*), usados para agrupar e segmentar as imagens e relacionar os atributos detetados e não são usados para

classificar ou catalogar esses atributos ou nos métodos de *Principal Component Analysis* (PCA) para redução da dimensionalidade e modelação dos dados (PCA, *Independent Component Analysis* – ICA, com o algoritmo de FastICA) ou através da representação da imagem em diferentes níveis de abstração, usando arquiteturas clássicas de redes neurais (*Hebbian Learning*, SOM) (Behnke, 2003).

3.1.5. Quantificação de Textura

O conceito de textura prende-se com vários sentidos, desde o tátil até ao visual. Visualmente a textura mostra a rugosidade da superfície e numa imagem mostra diferenças locais nos níveis de intensidade do brilho dos píxeis. Esse atributo define a estrutura da imagem em termos do seu comportamento e pode ser calculado no domínio espacial ou espectral (Tyagi, 2018). É o termo mais usado para definir objetos ou conteúdos numa dada imagem. Em visão computacional desempenha um papel importante nas tarefas de reconhecimento de objetos e padrões, na deteção de defeitos de superfície e na análise de imagens médicas (Armi & Fekri-Ershad, 2019).

Atualmente as abordagens de análise e classificação de imagens compreendem dois desafios, que são o ruído e a rotação, que se conseguem ultrapassar com métodos de análise e categorização de imagem que tornaram estáveis estes dois fenómenos (Armi & Fekri-Ershad, 2019). A transformada de *Wavelet* e suas variantes são amplamente usadas para extrair os atributos de textura no domínio espectral (Tyagi, 2018). Uma das principais vantagens de extrair a textura no domínio espectral é que essa característica é menos sensível ao ruído (Tyagi, 2018). No domínio espacial, a relação entre os píxeis vizinhos e o píxel central é calculada para revelar o padrão binário. Esses métodos são mais sensíveis ao ruído devido à dependência de píxeis centrais (Tyagi, 2018).

Existem quatro abordagens principais usadas para extrair os atributos de textura por métodos: estatísticos, estruturais, baseados em modelos e baseados em transformações. A combinação destes métodos têm-se revelado uma opção importante na análise de texturas (Armi & Fekri-Ershad, 2019).

As abordagens estatísticas para análise de textura usam a distribuição espacial dos valores de píxel, calculando os atributos em cada ponto da imagem. Essa análise decide o comportamento da textura, derivando no conjunto de estatísticas e é mais aplicada a texturas naturais. Os métodos estatísticos são as propriedades do histograma, a matrix de coocorrência (GLCM – *Gray-Level Co-occurrence Matrix*), os descritores locais binários (LBP – *Local Binary Patterns*), entre outros e com os seus métodos específicos. Essas medidas estatísticas são divididas em estatísticas de primeira ordem, segunda ordem e ordem superior. Os métodos de estatísticas de primeira ordem, por exemplo o histograma de cores, não consideram a relação espacial de dois ou mais píxeis, enquanto as estatísticas de segunda e terceira ordem calculam a derivada, determinando a relação espacial entre os píxeis vizinhos (Tyagi, 2018). Através da matriz de coocorrência ou histograma de segunda ordem obtém-se dados de entropia, inércia e energia dos atributos da imagem, que correspondem à homogeneidade, contraste, presença de estruturas organizadas, transição de níveis de cinzento e complexidade da imagem.

As informações capturadas pela abordagem de medida de textura estrutural, geralmente incluem a orientação de um píxel, uma região, uma linha ou forma, numa imagem e extrai-se as relações geométricas ou examina-se as propriedades estatísticas. A forma é outro componente visual da imagem importante, que ao contrário da extração da cor e da textura de uma imagem necessita de ser segmentada para ser extraída (Tyagi, 2018). Os descritores da característica da forma podem

ser de 2 tipos: baseado nos bordos e baseado em regiões. Os bordos podem ser representados pela forma, pelo esqueleto, pelo código de cadeia ou polígonos que se aproximam dos limites dos objetos (Shorliffe & Cimino, 2014). A representação das regiões, topográficas e de textura são outras formas de descrição das características de uma imagem (Shorliffe & Cimino, 2014).

As técnicas morfológicas matemáticas são uma boa ferramenta para análise da textura estrutural (Tyagi, 2018), permitindo a extração de informação geométrica de imagens binárias ou na escala de cinzentos (Zhou, Wu, & Jianguo, Digital Image Processing: Parte II, 2010), que estão representadas no espaço 2D (píxeis no primeiro plano, objeto) ou 3D (coordenadas – píxeis e valor de intensidade descrito), respetivamente (Gonzalez & Woods, 2018). Os operadores morfológicos são usados em dois tipos de conjuntos de píxeis: objetos e elementos estruturais (forma, tamanho e orientação) e assentes nas duas operações primitivas de erosão e dilatação (Gonzalez & Woods, 2018). A operação de erosão consiste na diminuição do objeto da imagem, enquanto a operação de dilatação aumenta o objeto da imagem (Gonzalez & Woods, 2018). As operações de transformação inversa da imagem depois da erosão ou dilatação para retornar à imagem original são conseguidas através das operações morfológicas de abertura e fecho, respetivamente (Gonzalez & Woods, 2018). A reconstrução morfológica de uma imagem é uma transformação que pressupõe que exista uma imagem ou marcador, que contém os pontos de início da reconstrução e onde se aplicam os operadores morfológicos, e elementos estruturais, que contém as transformações e são constituídos por máscaras (Gonzalez & Woods, 2018); (Zhou, Wu, & Jianguo, Digital Image Processing: Parte II, 2010).

A análise de textura baseada em modelos usa os modelos que descrevem as texturas como o método autorregressivo, a *Markov Square theory*, o *Hidden Markov Model*, o modelo fractal, entre outros, para fazer a análise e síntese das propriedades qualitativas da textura das imagens (Armi & Fekri-Ershad, 2019).

Os métodos baseados em funções de transformação representam a imagem num outro espaço, onde a textura é mais facilmente identificável e extraída através de métodos como a transformada de *Wavelet* e a transformada de Gabor. Estes métodos são baseados na transformada de Fourier, que permite descrever padrões alternados numa imagem e estão assentes em funções baseadas na função Gaussiana. A transformada de Gabor permite o arranjo no domínio espacial e da frequência, enquanto a transformada de *Wavelet* permite realçar linhas e bordos na imagem. Estas propriedades estatísticas, tal como outras, podem ser usadas para determinar o conteúdo e estrutura visual nas imagens (Armi & Fekri-Ershad, 2019).

3.1.6. Classificação da Imagem

A interpretação da imagem é a etapa final do processo de análise de uma imagem, que necessita de raciocínio para tirar as inferências decorrentes dos factos observados na imagem. Na imagem médica, a interpretação da imagem compreende o processo pelo qual o indivíduo que visualiza a imagem produz uma impressão do significado médico dos resultados do estudo de imagens, potencialmente auxiliado por métodos computacionais e com recurso a métodos probabilísticos (Shorliffe & Cimino, 2014).

A extração de características e a segmentação de imagem antecedem esta etapa e alimentam-na, pois, cada característica ou segmento representa e descreve uma parte da imagem e deve proporcionar a realização de um processamento adicional (Tyagi, 2018). Os descritores desses

elementos da imagem servem para fazer corresponder e reconhecer os objetos a ser identificados (Tyagi, 2018). Como visto na seção anterior, a extração das características pode ser da imagem total (cantos, escala ou orientação), de regiões ou dos bordos. A descrição das características pode ser quantitativa e a sua correspondência realizada através de modelos matemáticos (classificadores) ou outras técnicas de ML, ou pode ser qualitativa através de ontologias e lógica inferencial (Shorliffe & Cimino, 2014).

O reconhecimento de objetos é na verdade uma classificação de padrões, na qual uma classe é atribuída a uma imagem (ou objetos na imagem), com base numa representação numérica das propriedades da imagem (ou objeto) (Tyagi, 2018). As características dos objetos depois de identificadas e extraídas são classificadas, usando um classificador que determina as classes padrão (Tyagi, 2018). Assim sendo, o reconhecimento pressupõe a associação de um significado ao conjunto de dados segmentados e/ou extraídos. Os classificadores de padrões ou características podem ser agrupados na aprendizagem supervisionada, se os padrões forem conhecidos e estiverem rotulados e são utilizados em conjuntos de treino para gerar classificadores treinados (Gonzalez & Woods, 2018). Se o sistema aprende em classes de padrões não rotulados, a aprendizagem designa-se de não supervisionada como os algoritmos de *k-means*, PCA, ICA (FastICA) (Behnke, 2003). Os padrões de classificação de imagem podem ser classificados em 2 tipos de arranjos, ou quantitativo (vetores) ou estrutural (cadeias, árvores ou gráficos) (Gonzalez & Woods, 2018). Mais frequentemente, os padrões das características podem ser entendidos como vetores nas várias dimensões, dependendo da imagem que se apresenta (Gonzalez & Woods, 2018).

O SVM é um classificador discriminativo binário treinado que usa um conjunto de dados totalmente rotulado e que serve também para treinar classificadores de várias classes se se classifica uma classe em relação às outras. O algoritmo é construído com base no princípio da maximização da distância do vetor no hiperplano, em relação ao vetor de treino (ou vetor de suporte) e é restrito à utilização em dados linearmente separáveis. Os SVMs usam um hiperplano de margem flexível, que permite que alguns vetores violem a margem da sua classe, minimizando a soma dos desvios dessas violações e maximizando a margem para os vetores classificados corretamente. O hiperplano de margem flexível permite que o algoritmo lide com ruídos e sobreposições entre classes. Para classificar um novo vetor, devemos calcular os produtos dos pontos entre o novo vetor e os vetores de suporte (Behnke, 2003).

As abordagens estatísticas aplicam-se quando as várias funções de distribuição das classes são conhecidas e também permitem avaliar o risco associado a toda a classificação que mede a probabilidade de classificação incorreta (Tyagi, 2018), portanto pretendem ao grupo de aprendizagem supervisionada. Como classificadores estatísticos temos os classificadores Bayesianos e Naïve Bayes, baseados na Teorema de Bayes da teoria da probabilidade (Tyagi, 2018) e capazes de resolver problemas preditivos. Se as distribuições das classes forem desconhecidas, essas distribuições poderão ser aproximadas, usando os padrões de treino (Tyagi, 2018). O classificador *Random Forest* também pode ser considerado um classificador estatístico, pois utiliza uma técnica não linear e pode ser usado para analisar e classificar tecidos de uma ferida (Chakraborty, 2019).

Classificadores de vizinhos mais próximos (*k-nearest-neighbor* – *KNN*) são classificadores de aprendizagem supervisionada, que armazenam todos os exemplos do conjunto de treino essenciais para o processo de modelação dos dados. A Árvore de Decisão é um classificador de aprendizagem supervisionada, que funciona bem se os atributos de entrada forem discretos e a dimensionalidade

dos vetores não for muito grande e, o Algoritmo C4.5 é muito usado por permitir a redução do tamanho da árvore quando não se verificarem ganhos de informação a partir de determinado nó. O método de aprendizagem supervisionada para classificação e regressão de dados *Random Forest* serve para corrigir o *overfitting* do conjunto de treino gerado nas árvores de decisão (Behnke, 2003).

A abordagem de redes neurais requer um conjunto de padrões de treino e sua classificação correta (Tyagi, 2018). A arquitetura de redes neurais inclui uma camada de entrada, camada de saída e camadas ocultas. É caracterizada por um conjunto de pesos e uma função de ativação que determina como qualquer informação (dados de entrada) é transmitida para a camada de saída (Tyagi, 2018). A rede neural é treinada por padrões de treino e ajusta os pesos até que as classificações corretas sejam obtidas (Tyagi, 2018). As redes neurais apresentam capacidade para aprender nos padrões de características diretamente nos dados de treino (Gonzalez & Woods, 2018). A *Deep Neural Network* (DNN) é uma classe de redes neurais, que aceita imagens como inputs e disponibiliza-os para aprendizagem automática ou classificação de imagem (Gonzalez & Woods, 2018). A *Convolutional Neural Network* (CNN) é uma classe de DNN, comumente aplicada na análise e classificação de imagens médicas. Estes dois últimos algoritmos de *Deep Learning*, na análise de feridas são utilizados para detecção de tecidos, determinação de área e profundidade, classificação de feridas e detecção de infecção (F. J. Veredas, Mesa, & Morente, 2015).

3.2. Tecnologias de Imagem Ótica na Avaliação da Cicatrização de Feridas Crônica

A imagem ótica é um método de recolha de informação através da luz e da sua interação com os tecidos e permite avaliar a severidade das feridas, a evolução e predição da cicatrização de uma maneira rápida, objetiva e não invasiva (Deka, Chu, & Kao, 2016); (Paul et al., 2015). Além destas vantagens, ainda se pode acrescentar o fácil uso, os baixos custos, a natureza não ionizante do feixe ou feixes de luz e não ser necessário o contato com as estruturas (Deka, Chu, & Kao, 2016). A maior parte das técnicas de imagem ótica utilizam comprimentos de onda na área próximo do infravermelho (*NIR – Near-infrared*) ou infravermelho (IV), que são menos absorvidas pelos tecidos, penetrando mais profundamente, o que permite a imagem de todas as camadas da pele (Deka, Chu, & Kao, 2016); (Sowa, Kuo, Ko, & Armstrong, 2016). Existem várias modalidades de imagem ótica, que permitem a dispersão, a absorção ou a fluorescência da luz através de biomarcadores, sendo utilizadas na avaliação qualitativa e quantitativa de marcadores como o fluxo sanguíneo, a remodelação de colágeno, a concentração de hemoglobina, a inflamação, a estrutura vascular e o conteúdo de água (Paul et al., 2015).

O microscópio é um instrumento ótico utilizado para analisar as estruturas histológicas/celulares (Shorliffe & Cimino, 2014) e é possível através da ampliação da resolução de um objeto, utilizando luz visível e mecanismos de lentes (Teles, Andreani, & Valadares, 2017). Assim, a microscopia ótica permite observar a pele e a sua fisiologia através da utilização de várias moléculas como biomarcadores (Deka, Chu, & Kao, 2016). Técnicas avançadas de microscopia de luz são utilizadas para visualizar amostras *in vivo* e análise de processos biológicos (Teles, Andreani, & Valadares, 2017). A microscopia confocal ou multifotónica permite a imagem 3D dos tecidos através de cortes em profundidade, podendo ser utilizada para estudar a cicatrização de feridas até profundidades de 350 micra (μm), alcançando a derme papilar (Thatcher, et al., 2016). Esta técnica consiste na marcação da amostra biológica em estudo, com uma ou mais sondas fluorescentes, possuindo fluorocromos e usa um conjunto de lasers de comprimento inferior, capazes de excitarem os

eletrões que se encontram no ponto de interseção dos lasers e que são específicos para esse comprimento de onda (Thatcher, et al., 2016). A microscopia eletrônica também é utilizada na detecção de unidades formadoras de colônias (UFC) de bactérias nas feridas crônicas, utilizando técnicas facilitadoras dessa detecção através de autofluorescência ou de fluorescência de hibridização *in situ*, usando sondas de ácido nucleico peptídico (PNA-FISH) específicas para cada tipo de microorganismo.

A videomicroscopia proporciona imagens transcutâneas, usando um recurso de luz de fibra ótica e lentes de magnificação, permitindo a imagem direta da microcirculação cutânea e mais especificamente, a densidade capilar. Segundo Paul et al. (2015) esta técnica apresenta vantagens relativamente à imagem de laser Doppler (LDI – *laser Doppler imaging*) em relação à sua portabilidade, custo e por ser influenciado pelo movimento do doente, curvatura da pele e o reflexo da luz ambiente (Paul et al., 2015). É um método de fácil reprodutibilidade (Ambrozy et al., 2013) e utilizado frequentemente na determinação da profundidade das queimaduras (Paul et al., 2015).

As imagens moleculares emergiram da utilização da imagem ótica que também tem como recurso a luz visível (Sowa et al., 2016). A espectroscopia é um método físico de determinação da estrutura molecular de um composto através da medição da radiação eletromagnética emitida pela molécula excitada (estados de vibração) (Lau, 2011). É utilizado um instrumento ótico que utiliza um prisma (espectroscópio ou espectrofotômetro) e pode medir em vários comprimentos de onda dentro do espectro da luz visível. No caso da análise de estruturas moleculares e químicas da pele, mais especificamente a saturação de oxigénio, concentração de hemoglobina e de água utiliza-se a luz na gama NIR ou luz IV (Paul et al., 2015) e pode ser acoplado à microscopia confocal. A espectroscopia vibracional pode ser aplicada ao estudo do processo de cicatrização das feridas, assim como, na identificação de microorganismos responsáveis pelo biofilme das feridas (Crane & Elster, 2012). A imagem hiperespectral e a imagem multiespectral são abordagens de espectroscopia que permitem que os dados de imagem sejam recolhidos simultaneamente em vários pontos de uma área.

A imagem hiperespectral é formada por um maior número de bandas, sendo que os espectros são contínuos e a luz é representada no hipercubo (*HSI – Hue-Saturation-Intensity*). Possibilita a recolha da informação da luz refletida por alguns dos cromóforos, como a oxi-hemoglobina, a desoxi-hemoglobina e a melanina (Paul et al., 2015). Assim, a imagem hiperespectral, na gama da luz visível ou NIR pode ser utilizada para determinar a distribuição espacial da saturação de oxigénio na pele humana, detetar alterações circulatórias no pé diabético, permitindo prever a formação e a cicatrização de úlceras de pé diabético (Yudovsky et al., 2011). A imagem multiespectral (menos bandas e comprimentos de onda por vezes não contínuos) é outra técnica usada para avaliação de feridas, que consiste na aquisição de uma série de imagens de diferentes comprimentos de onda (Nouri, Lucas, Treuillet, Jolivot, & Marzani, 2013). Esta técnica tem maior resolução e é aplicada em muitos campos da Medicina como na Histologia e Dermatologia para detecção e diagnóstico de lesões de pele. É uma técnica utilizada para realizar mapas *in vivo* de cromóforos em doentes com úlceras de pé diabético e, também, é utilizada para quantificar os parâmetros metabólicos da saturação de oxigénio na pele para determinar as condições da pele (Nouri, Lucas, Treuillet, Jolivot, & Marzani, 2013), e mais recentemente descobriu-se que é uma forma de identificar o edema subcutâneo mais facilmente do que o Doppler a laser (Paul et al., 2015).

A Tomografia de Coerência Ótica (OCT) permite imagens transversais de alta resolução de microestruturas dos tecidos e é baseada na interferometria de baixa coerência. A reflexão e

dispersão da luz pela matrix extracelular permite alcançar o contraste necessário nas várias camadas da pele e avaliar o processo de epitelização (Paul et al., 2015).

A detecção interferométrica da luz refletida permite a visualização transversal de alta resolução, 2D e 3D da morfologia da pele e da ferida análoga à histologia (Greaves, et al., 2014). A mancha a laser é um padrão de interferência produzido pela luz refletida ou dispersa de diferentes partes da superfície iluminada (Briers, et al., 2013) e depende da rugosidade dessa superfície. Quando a luz laser ilumina uma superfície difusa, a alta coerência da luz produz um efeito granular aleatório conhecido como *speckle* (Briers, et al., 2013); (Paul et al., 2015).

A *LDI* permite contrastar os vasos pela absorção da luz pela hemoglobina (Deka, Chu, & Kao, 2016). A luz laser vermelha visível de baixa intensidade é usada para iluminar a seção de tecido e a luz retroespalhada e refletida é recolhida para criar imagem 2D de qualquer objeto em movimento dentro da seção de tecido, por isso, é possível calcular com esta técnica, o fluxo sanguíneo através das camadas superficiais da pele (Deka, Chu, & Kao, 2016). A principal desvantagem dessa técnica é a sua aplicação limitada apenas na observação do fluxo sanguíneo, semelhante à da imagem a laser *speckle*. Contudo, a tecnologia de imagem com laser *speckle*, porque expande o feixe laser para uma forma 2D permite examinar um campo completo, em vez de um único ponto, como a *LDI* (Paul et al., 2015). A *LDI* é incapaz de fornecer qualquer outra informação funcional e estrutural da integridade da pele (Deka, Chu, & Kao, 2016). A baixa resolução na faixa de milímetros é outra grande limitação dessa técnica em comparação com outras técnicas óticas (Deka, Chu, & Kao, 2016). Além disso, o uso de iluminação com luz visível no *LDI* limita a sua aplicabilidade em avaliações profundas de feridas dérmicas (Deka, Chu, & Kao, 2016).

A imagem de fluorescência das células que constituem a epiderme, que permitem o contraste molecular, é capaz de examinar estados funcionais e estruturais do tecido (Wang, Gutierrez-Herrera, Ortega-Martinez, Anderson, & Franco, 2016). Algumas moléculas da pele, como o colagénio e a elastina, que são proteínas estruturais presentes na derme são conhecidas por apresentarem autofluorescência (Deka, Chu, & Kao, 2016), assim como os aminoácidos aromáticos como o triptofano e tirosina são excitáveis com luz ultravioleta e, por isso, designados por fluoróforos (Wang, Gutierrez-Herrera, Ortega-Martinez, Anderson, & Franco, 2016). Fluoróforos adicionais, como a NADH (*nicotinamide adenine dinucleotide*), porfirina e flavinas são excitáveis com luz nos comprimentos de onda do visível e ultravioleta. Existem estudos de espectroscopia de excitação por fluorescência aplicada à Dermatologia que fornecem os limites de comprimento de onda para considerar o triptofano como marcador de proliferação epidérmica e a pepsina de colagénio como marcador de envelhecimento e fotoenvelhecimento (Wang, Gutierrez-Herrera, Ortega-Martinez, Anderson, & Franco, 2016).

A termografia ou imagem térmica é conseguida através da medição de radiação IV emitida pela pele, que se consegue correlacionar com a temperatura da pele e construir imagens codificadas por cores que expressam a temperatura relativa da pele numa área definida de uma forma dinâmica. Inicialmente, utilizada no campo da avaliação de feridas para prever o atingimento em profundidade de queimaduras de pele e na classificação do potencial de cicatrização das úlceras por pressão, comparando a temperatura da úlcera com a temperatura da pele circundante. Mais recentemente, utilizada como um marcador fiável da inflamação e na predição da ulceração do pé diabético. As vantagens da termografia incluem a segurança, facilidade e rapidez na sua utilização. As dificuldades para utilização clínica de rotina prendem-se com o posicionamento da câmara de

IV e do doente, com o registo de imagens visuais/térmicas e com a falta de ferramentas (Paul et al., 2015).

Em graus variáveis, estas tecnologias óticas têm o potencial de complementar a avaliação e investigação clínica de feridas, fornecendo informações estruturais, funcionais e hemodinâmicas dos componentes da pele indetetáveis à avaliação visual, podendo aprimorar diagnósticos e prognósticos (Paul et al., 2015).

Os conceitos, métodos e técnicas de processamento de imagem abordados nesta seção vão ser essenciais para a organização e compreensão das informações recolhidas da pesquisa de artigos da junção de duas áreas: a avaliação de ferida crónicas e o processamento de imagem.

No seio destes conceitos urge uma outra problemática, já abordada e muito em voga atualmente: o conjunto de dados e os metadados e os desafios na sua utilização. Na área da saúde cada vez se produzem mais dados e a sua compreensão e análise estão na vanguarda da investigação clínica e de visão computacional. Os dados são o combustível para a investigação, neste século, serão os recursos de dados recolhidos das experiências reais de saúde dos indivíduos, mas ainda tendo de superar obstáculos de barreiras culturais e regulatórias à partilha de dados (Evans & Krumholz, 2019). Outra das mudanças será a alteração do controlo dos dados, que terá de estar centrada nos indivíduos e existirem instituições detentoras e gestoras dos dados, como forma de disponibilizar os dados para a investigação científica.

A investigação em Processamento de Imagem também necessita de conjuntos de imagens vastos e que englobem as realidades sentidas nos contextos para que os investigadores possam resolver os desafios tecnológicos necessários para os avanços pretendidos na forma de observação, avaliação e diagnósticos das feridas crónicas.

Capítulo 4

Avaliação da Ferida e da Cicatrização através de Ferramentas apoiadas em Imagem

No capítulo 2 reviu-se a classificação de feridas crónicas e os instrumentos de avaliação, que se podem utilizar para diagnosticar e classificar corretamente uma ferida. Estas ferramentas são essenciais para orientar os profissionais de saúde, na conjugação de vários dados a recolher junto ao doente para se proceder à correta identificação da origem da ferida, diagnóstico e seleção do instrumento de avaliação e plano de tratamento. A documentação destes dados no processo clínico, e a forma como os enfermeiros a realizam é de extrema importância para a qualidade e continuidade dos cuidados, para avaliação dos cuidados, para a proteção legal e para o ensino e investigação (Benbow, 2016).

A utilização de novas tecnologias para facilitar e melhorar os cuidados de saúde, numa época de crescimento tecnológico e de escassez de recursos para as exigências e necessidades do utilizador dos cuidados de saúde é uma realidade (Thompson et al., 2013); (Sood, et al., 2016). No seguimento de doentes com feridas não é exceção, e a fotografia digital aliada a outras tecnologias de imagem e utilização de dispositivos ou aplicações móveis são algumas das inovações ao serviço dos profissionais de saúde, para auxiliar na prestação de cuidados de qualidade (Thompson et al., 2013).

O processamento de imagem, nesta área de diagnóstico e avaliação de feridas ainda oferece poucas opções, tendo de aliar os sistemas de classificação e diagnóstico que já existem à previsão através da interpretação e análise de imagens, dando origem a Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADC).

4.1. Estratégia de Pesquisa – *Scoping Review*

A concretização desta revisão deveu-se à necessidade de rever um tema vasto, sobre duas áreas distintas, a avaliação de feridas crónicas e o processamento de imagem. Optou-se por uma *scoping review*, pela necessidade de mapear de forma sistemática a união destas duas temáticas, clarificar áreas emergentes, lacunas no conhecimento ou nas publicações, e as fronteiras conceptuais destas temáticas, assim como, pela existência de uma questão de investigação ampla e pouco precisa, e pela necessidade de não compartimentar o tema. Estes temas são alvo de variadas investigações, mas no que concerne ao âmbito de desenvolvimento do processamento de imagem, na avaliação de feridas crónicas já existem revisões da literatura, mas mais especificamente, no âmbito da determinação das dimensões (comprimento, largura, profundidade, perímetro, área e volume). No campo da aplicação dos vários algoritmos, os estudos são experimentais com o seu próprio *dataset* ou desenvolvimento do seu algoritmo ou com recurso a bibliotecas de imagens de acesso livre (Medetec e Medscape) e de software de visão computacional e de métodos de *Machine Learning* (ML).

Esta síntese do conhecimento baseou-se numa pesquisa em 3 bases de dados de áreas também distintas – a PubMed, a Scopus e a CINAHL – com recurso a termos de pesquisa adaptados a cada base de dados ([Apêndice D](#)). Os termos foram organizados e definidos, tendo em conta a acrónimo utilizado nos estudos de síntese, para formulação da questão de investigação – **População, Conceito e Contexto (PCC)** (Peters, et al., 2017):

- A **População** incluirá todos os artigos referentes a indivíduos com feridas crónicas, excluindo feridas agudas e de etiologia traumática, ou estudos de base experimental em animais;
- O **Conceito** central da pesquisa serão os artigos relativos a técnicas de análise de imagem e algoritmos de processamento de imagem, diagnóstico de imagem, aplicações ou dispositivos com recurso a fotografia ou imagem digital para avaliação de feridas;

- O **Contexto** refere-se ao objetivo propriamente dito, que se centra nas estratégias utilizadas para monitorizar e avaliar as feridas crónicas e o processo de cicatrização, excluindo situações de prevenção (avaliação de risco) ou tratamento de feridas.

O objetivo desta pesquisa será mapear a investigação e as publicações, no que diz respeito às ferramentas de avaliação de feridas, apoiadas em sistemas de análise de imagem, que existem para auxiliarem os enfermeiros, na prática de monitorização e avaliação de feridas crónicas e na avaliação do processo de cicatrização, nos últimos 10 anos. Mais especificamente pretende-se:

- ✓ Identificar a tecnologia de imagem mais utilizada por área de investigação;
- ✓ Conhecer as ferramentas, dispositivos ou técnicas utilizadas para avaliar feridas crónicas através de imagem;
- ✓ Identificar os conjuntos de imagens descritos na literatura e conhecer as suas características;
- ✓ Apresentar a validade das ferramentas e o nível de concordância intra e interavaliadores na avaliação de feridas crónicas.

A pesquisa foi refinada a 16 de agosto de 2019 e resultou num total de 591 artigos das 3 bases de dados e o processo de seleção dos artigos seguiu as estratégias de pesquisa do PRISMA-ScR (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews*) (Diagrama 4.1). Utilizou-se a ferramenta de gestão de bibliografia – *Endnote X8 (Clarivate Analytics, Philadelphia)* e através da mesma procedeu-se à remoção dos artigos duplicados, tendo sido removidos 43 artigos, ficando a pesquisa com 548 artigos. Após leitura do título e resumo foram excluídos 408 artigos, porque não atendiam aos critérios de inclusão. Os casos duvidosos foram discutidos com o segundo revisor e, em alguns casos, recorreu-se à leitura de algumas sessões do artigo integral. O número de artigos rejeitados através da leitura do título e resumo foi grande, porque apesar de na constituição das frases booleanas se ter recorrido à exclusão de termos através do “NOT”, mesmo assim, ainda foram recolhidos bastantes artigos contendo alguns desses assuntos/termos, principalmente relativos à etiologia de ferida traumática, abordagem do tratamento de feridas e experiências em animais.

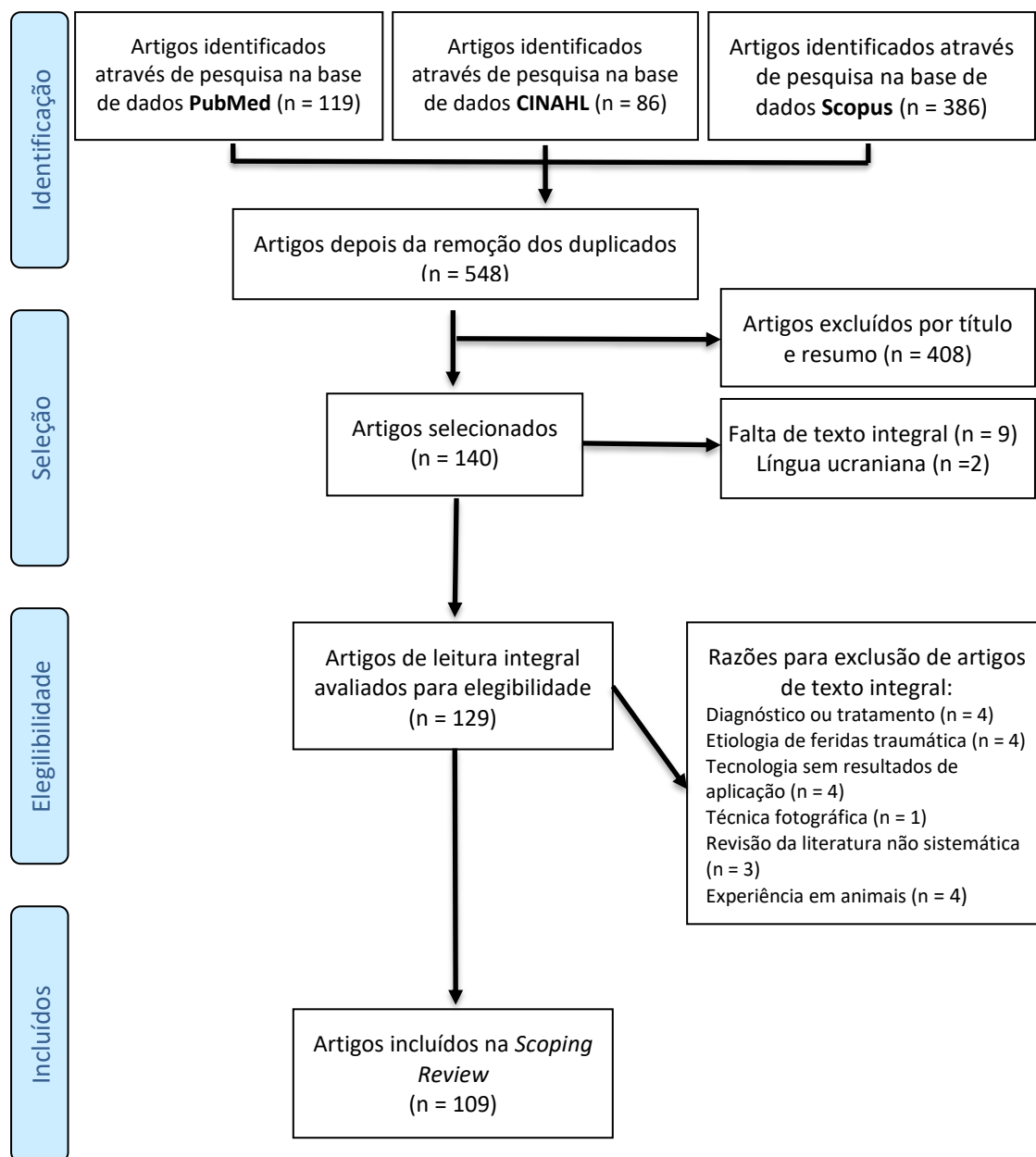
Os artigos elegíveis para leitura integral foram 140 e procedeu-se à sua aquisição em texto integral, através das várias bases de dados ou plataformas de partilha de pesquisas, como a *ResearchGate*¹ – onde é possível a partilha de pesquisas entre os vários autores. Deste modo, não se conseguiu obter o texto integral de 9 artigos selecionados e 2 artigos encontravam-se escritos em ucraniano, pelo que não foram incluídos para leitura integral ([Apêndice E](#)). O processo de leitura integral cumpriu com a recolha de informação essencial à classificação e caracterização dos artigos nos diferentes parâmetros de avaliação da ferida crónica, sumariando a informação para a modalidade de imagem, a identificação do estudo, a caracterização do conjunto de imagens em termos do tipo feridas e o número de imagens utilizado, e os materiais e métodos de aquisição e/ou análise de imagem utilizados ([Apêndice G](#)).

O tipo de revisão escolhido – *scoping review* –, permite que a seleção dos artigos se faça, tendo em conta a sua relevância e não a qualidade do estudo realizado (Peters, et al., 2017); (Ribeiro, 2014). Por este facto, foram incluídos alguns estudos que eram constituídos na sua amostra por feridas de outras etiologias, como feridas traumáticas ou pós-traumáticas, feridas cirúrgicas ou deiscência da

¹ <https://www.researchgate.net/>

ferida cirúrgica, feridas induzidas através de uma biópsia, feridas ou cotos de amputação e feridas de calcifilaxia ([Apêndice F](#)).

Diagrama 4.1 - Diagrama de fluxo de pesquisa PRISMA-ScR



Os artigos rejeitados por não cumprirem os critérios de inclusão ([Apêndice E](#)) foram: 3 artigos de revisão não sistemática, 4 artigos com abordagem ao tratamento de feridas ou diagnóstico de doença vascular, 4 artigos referentes a feridas de outras etiologias (ferida cirúrgica, enxertos de pele e dermatite de contato), 4 artigos com simulação de feridas em animais, 4 artigos com descrição de tecnologia sem apresentação de resultados da sua aplicação e 1 artigo referente à técnica fotográfica, utilizado na elaboração do guião de recolha de imagens para a constituição do conjunto de imagens ([Apêndice K](#)).

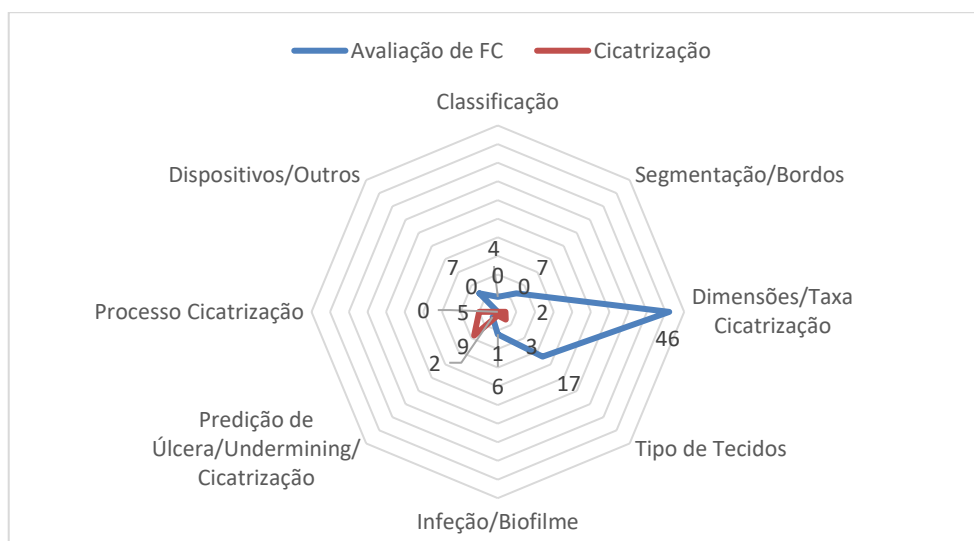
Outra característica relevante de uma *scoping review* é a possibilidade de poder ou não fazer-se extração de dados e a avaliação ser preferencialmente qualitativa, o que permite uma compreensão e relação dos dados encontrados (Ribeiro, 2014). Outros autores sugerem que se sumarie a evidência em relação aos objetivos e questões identificados, e que posteriormente se consulte peritos, investigadores da área para discutir os resultados encontrados (Peters, et al., 2017). A *scoping review* poderá ser uma abordagem percussora de outro tipo de revisão da literatura, onde a análise e discussão crítica dos dados é obrigatória (Peters, et al., 2017). Neste sentido, pretende apresentar-se sumariamente os resultados desta revisão, atendendo aos aspetos importantes das duas áreas em análise. E, se possível, apresentar os dados relativos à análise e avaliação de cada uma das categorias em apreciação.

4.2. Análise dos Artigos

A revisão sobre as ferramentas de avaliação de feridas e da cicatrização apoiados em sistemas de processamento de imagem ou tecnologias de imagem, desde 2009, resultou na análise e discussão das informações recolhidas dos 109 artigos incluídos, tendo em conta os itens previamente estipulados ([Apêndice G](#)). Categorizou-se os artigos nas duas principais temáticas – Avaliação e Cicatrização de Feridas, tendo em conta que esta divisão possa ser complicada pela interdependência de algumas das subcategorias. Categorizaram-se 89 artigos na categoria de Avaliação de Feridas e 20 artigos na categoria de Cicatrização de Feridas.

Posteriormente, em cada uma das temáticas subdividiu-se em outras áreas mais específicas, que se podem observar através do Gráfico 4.1, onde a distribuição dos artigos é distinta para cada uma das temáticas principais e têm 4 categorias em comum – Dimensões/Taxa de Cicatrização, Tipo de Tecidos, Infecção/Biofilme e Predição de Úlcera/*Undermining*/Cicatrização.

Gráfico 4.1 - Distribuição dos artigos conforme categorização por temáticas dentro da Avaliação e Cicatrização de Feridas Crônicas (FC)

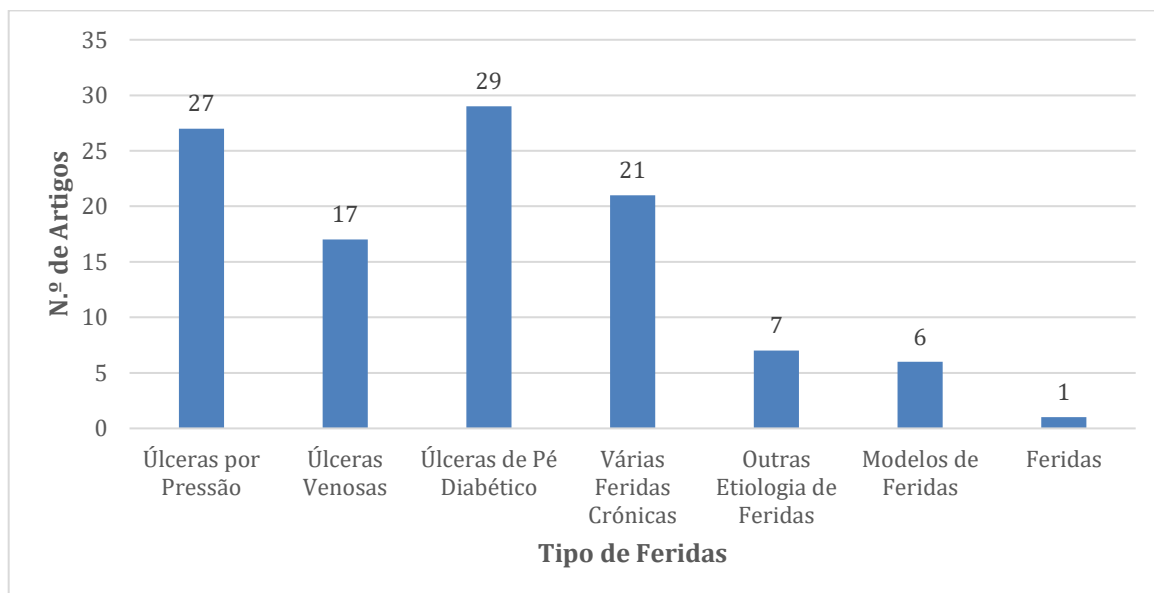


A categoria mais investigada e, por isso, com 48 artigos é o cálculo do tamanho da ferida e taxa de cicatrização [S2, S5-S8, S10, S19-S21, S26, S28, S29-S31, S35, S36, S38, S39, S42, S44, S45, S49, S51, S55, S56, S59, S61-S63, S66, S68, S69, S71-S73, S76, S79, S81, S84, S88, S89, S92, S93, S97, S102, S104, S105, S109], seguida do Tipo de Tecidos com 20 artigos [S14-S16, S22-S24, S27, S37, S41, S46,

S53, S54, S60, S74, S85, S98, S103, S106-S108] e da Predição de Úlcera/*Undermining* ou Descolamento dos bordos/Cicatrização com 11 artigos [S11, S17, S18, S25, S32, S34, S48, S50, S64, S91, S94]. As categorias Infecção/Biofilme [S3, S4, S9, S65, S77, S83, S86], Bordos/Segmentação [S13, S57, S75, S82, S96, S99, S100] e Dispositivos/Outros [S12, S47, S58, S70, S80, S87, S95] são constituídas por 7 artigos cada uma. As categorias com menos artigos são o Processo de Cicatrização com 5 artigos [S33, S52, S78, S90, S101] e a Classificação de Ferida ou Úlcera com 4 artigos [S1, S40, S43, S67].

Quanto ao tipo de ferida que é abordado no artigo ou utilizado no *dataset*, em 29 artigos é estudada a úlcera de pé diabético, 28 a úlcera por pressão (UPP) e 22 mais do que 2 tipos de úlceras crónicas ou só feridas crónicas (Gráfico 4.2). As úlceras de perna são referenciadas em 17 dos artigos e, como já referido anteriormente, 7 artigos foram incluídos apesar de o seu *dataset* ser constituído por uma pequena parte de feridas de outras etiologias aguda ou traumática. O recurso a modelos de feridas crónicas foi utilizado em 6 dos artigos da revisão e 1 artigo que recorreu a feridas sem menção de que tipo de ferida.

Gráfico 4.2 - Distribuição dos Artigos por Tipo de Ferida



Maioritariamente a aquisição de imagens para os estudos foi obtida pela equipa de investigação com recurso a vários tipos de dispositivos de imagem digital, em alguns casos recorreram a bancos públicos de imagem como a Medscape e a Medetec. A quantidade varia muito, mas a maior parte do conjunto de imagens é pequeno. Existem duas categorias em que os artigos não mencionam a quantidade de imagens adquiridas, que são a Predição de Úlcera/*Undermining*/Cicatrização e Processo de Cicatrização e estão no grupo de categorias de avaliação da cicatrização.

A distribuição temporal dos artigos da revisão (Tabela 4.1), nos últimos 10 anos foi mais concentrada nos anos de 2015 com 10 artigos selecionados, 2016 com 13 artigos, 2017 com 26 artigos e 2018 com 12 artigos. A pesquisa no ano de 2019 só incluiu 7 meses, o que resultou em 3 artigos e houve 3 artigos rejeitados por não se ter acesso ao texto integral (publicação recente).

As publicações maioritariamente foram em formato de artigo de jornal (81,7%) e as restantes em formato de artigo de conferência (18,3%) [S8, S15, S16, S22, S23, S27, S31, S33, S41, S58, S70, S72, S75, S84, S85, S87, S98, S100, S103, S108].

Tabela 4.1 - Distribuição dos artigos publicados por categoria e por ano

Categorias	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Classificação	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
Segmentação/ Bordos	0	1	0	0	0	0	0	1	2	3	0
Dimensões/ Taxa de Cicatrização	5	1	3	5	5	2	3	7	12	4	1
Infeção/Biofilme	2	1	0	0	0	0	0	1	3	0	0
Tipo de Tecidos	0	3	3	1	2	0	3	1	2	3	2
Predição de Úlcera/ Undermining/ Cicatrização	0	3	1	1	1	0	2	1	2	0	0
Processo de Cicatrização	0	0	0	1	0	0	1	0	2	1	0
Dispositivos/ Outros	0	1	0	0	0	0	1	1	3	1	0
Total	8	10	7	8	9	3	10	13	26	12	3

A designação do desenho de estudo não estava contemplada na maioria dos métodos, pelo que decidimos não apresentar essa descrição, pela dificuldade de estabelecer com os elementos apresentados nos métodos e resultados da investigação/artigo, o correto desenho de estudo ou desenvolvimento da investigação. Isto deve-se à utilização, na investigação em computação de um conjunto de designações diferentes para o termo experiência e que dificultam o estabelecimento do correto desenho de estudo (Tedre & Moisseinen, 2014). Pode afirmar-se que a maior parte dos estudos pretendeu avaliar a fiabilidade do instrumento, técnica ou dispositivo através da fiabilidade inter e intraobservador ou a validade através de medidas de performance do instrumento, técnica ou dispositivo, como a sensibilidade e especificidade, precisão ou erro padrão. Alguns artigos apresentam a descrição do dispositivo, técnica ou algoritmo, sem, contudo, apresentarem dados de análise ou validação dos mesmos.

A avaliação quantitativa da cicatrização de feridas pode ser classificada em duas categorias (Zhang et al., 2012):

- avaliação estrutural, que inclui a avaliação do tamanho, profundidade e topografia da ferida;
- avaliação funcional, que inclui a avaliação de isquemia, perfusão e inflamação dos tecidos.

Tradicionalmente, as características estruturais podem ser avaliadas aproximadamente por um clínico experiente sem a utilização de um assistente de medição (Zhang et al., 2012). No entanto, as características funcionais não podem ser avaliadas apenas pelo clínico (Zhang et al., 2012), pois necessitam de dispositivos e técnicas para avaliar essas características. Os métodos óticos para caracterizar o tecido da ferida geralmente são precisos, rápidos, fiáveis, económicos e não invasivos (Zhang et al., 2012). Nos últimos anos, muitos sistemas óticos portáteis foram desenvolvidos para

melhorar a avaliação do processo de cicatrização de feridas, que incluem imagens multiespectrais, imagens de laser *speckle*, imagens com Doppler a laser e termografia (Zhang et al., 2012).

Quanto ao tipo de tecnologia ou tecnologias utilizadas para avaliar a ferida crónica e o processo de cicatrização: 67 artigos categorizados nas diferentes áreas fizeram uso da imagem digital, 25 de imagem ótica e 17 de vários tipos de tecnologia ([Apêndice G](#)).

4.2.1. Processo de Cicatrização de Feridas Crónicas – Classificação e Predição

Na categoria de **classificação da úlcera ou ferida** utiliza-se a imagem digital, como método de aquisição em 3 artigos [S1, S40, S67] e para avaliação da presença de UPP de categoria 2 ou superior através de fotografia, ou associado a escalas de avaliação de feridas crónicas, ou à utilização de algoritmos de automação de classificação de UPP em dispositivo móvel, respetivamente ([Apêndice G](#)). Noutro artigo a junção de dois métodos de imagem ótica [S43], a termografia (*Thermotracer TH5108ME – NEC Avio Infrared Technology Co. Ltd, Tokyo, Japão*) e um sistema portátil de ecografia de 10 MHz (*LOGIQ Book XP – GE Healthcare, Chalfont St Giles, Reino Unido*) foi usado para classificar e identificar as lesões profundas nas UPP, comparando a temperatura da úlcera em relação à temperatura da pele circundante (Figura 4.1), tendo concluído que o aumento da temperatura da úlcera em relação à pele circundante é indicativo de lesão profunda da pele (Higashino et al., 2014).

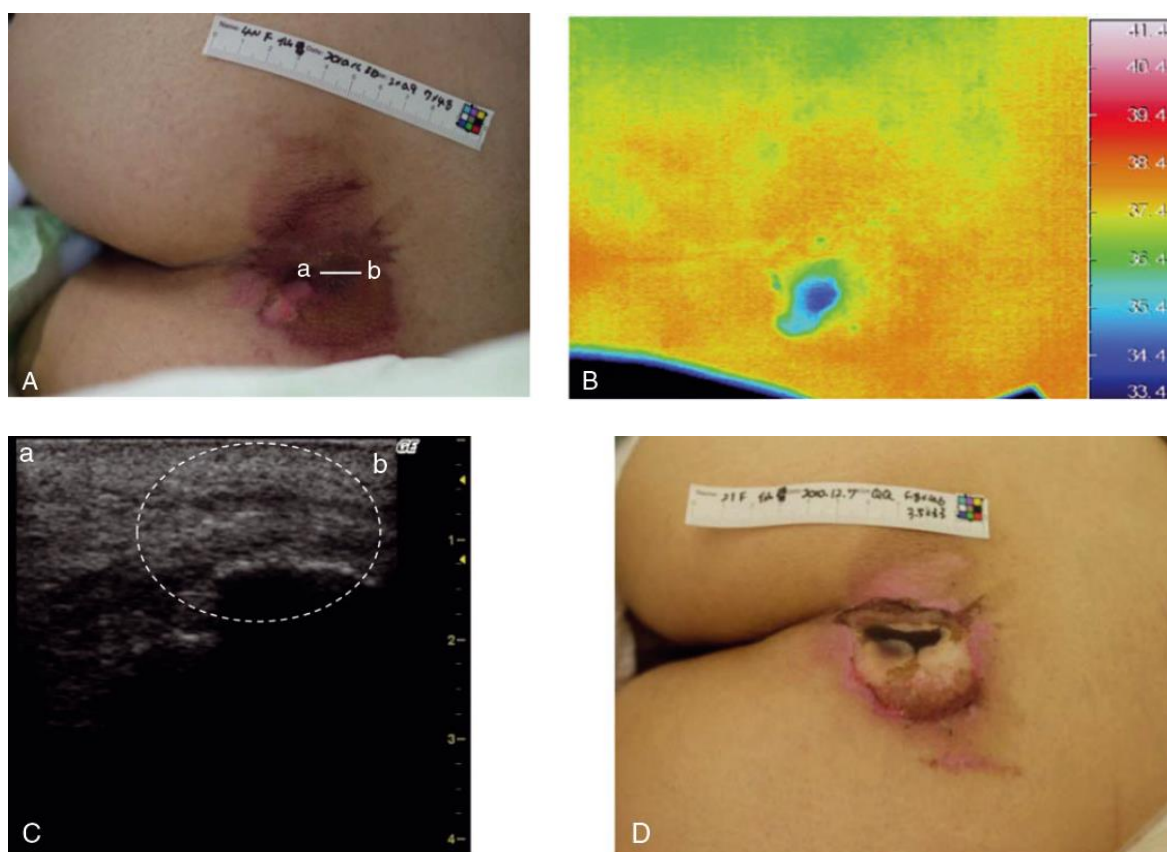


Figura 4.1 - Utilização de termografia de infravermelhos e ecografia na classificação e identificação de lesões profundas nas úlceras por pressão (UPP). (A) UPP na região sacral inicialmente de categoria 2, onde a linha 1 – b indica a direção de aplicação da sonda das imagens óticas (B) e (C). (B) Termografia com indicação da temperatura na região da lesão e da pele circundante. (C) Ecografia realizada na primeira observação e mostra alterações na fáscia. (D) A UPP piorou numa semana e estima-se uma categoria 3 ou pior (Higashino et al., 2014).

Na **Predição de úlcera, cicatrização e descolamento dos bordos da ferida** utilizam-se tecnologias de imagem ótica baseadas em imagem térmica [S11, S48, S64], imagem hiperespectral [S18, S25, S50, S94], imagem de laser Doppler e videomicroscopia [S34], imagem de laser *Speckle* [S91] e imagem de espectroscopia NIR [S17, S32] ([Apêndice G](#)). A imagem térmica foi utilizada para prever ocorrência de descolamento dos bordos da ferida através da temperatura dos bordos em UPP [S64] ou para observar a correlação com a área planimétrica de UPP, sendo um bom preditor de cicatrização a 3 semanas [S11] ou relacionando a temperatura com a classificação de feridas através de escalas de classificação (*Wound Bed Score*) e a medição planimétrica da área (*Silhouette – Aranz Medical*, Nova Zelândia) em úlcera venosa [S48]. Os outros métodos óticos de avaliação da cicatrização de feridas crônicas permitem avaliar a saturação de oxigênio nos tecidos, o fluxo sanguíneo e a concentração de hemoglobina total e oxigenada em várias regiões de úlceras venosas [S34, S91, S94] e de pé diabético [S17, S18, S25, S32, S50], relacionando com a observação do processo de cicatrização (Figura 4.2 e Figura 4.3).

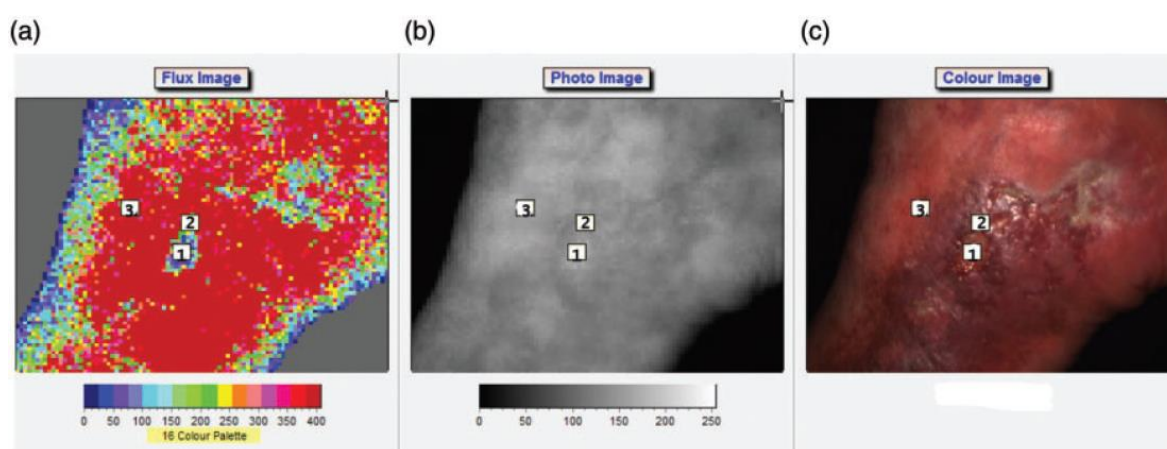


Figura 4.2 - (a) Imagem de fluxo Speckle de uma úlcera venosa, onde a ROI 1 é a região central da ferida, ROI 2 é nos bordos e ROI 3 é na pele circundante. (b) Imagem a preto e branco da úlcera venosa e a localização das ROI. (c) Imagem a cores e onde se localizam as ROI (Yudovsky, Nouvong, & Pilon, 2010).

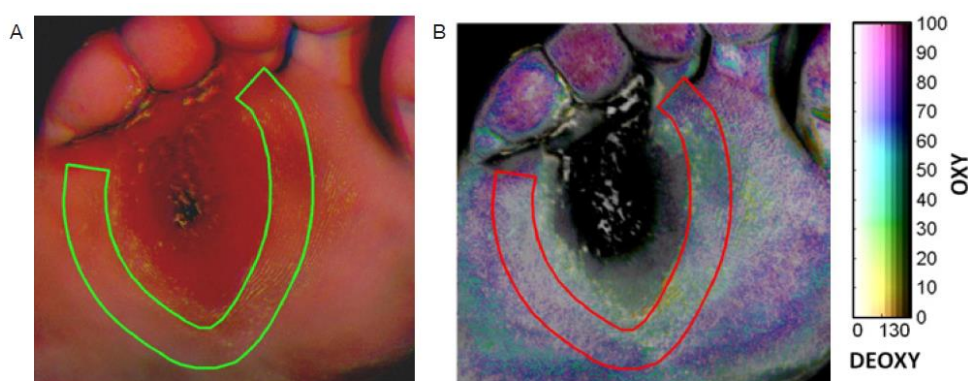


Figura 4.3 - Imagem visível (A) e imagem hiperespectral (B) de úlcera de pé diabético cicatrizada.

Na avaliação da **cicatrização** utilizam-se tecnologias de imagem ótica, que vão desde termografia NIR [S78], imagem hiperespectral [S33], espectroscopia de massa [S52], microscopia a laser confocal multifotão [S90] e ecografia de alta frequência [S101].

Os dispositivos de termografia de infravermelhos (IV) utilizados nestes estudos classificados na categoria de predição de úlcera, descolamento de bordos da ferida e cicatrização e, processo de

cicatrização foram *Thermotracer TH5108ME* (*NEC Avio Infrared Technology Co. Ltd., Tokyo, Japão*) [S11], *FLIR T620* (*FLIR Systems, Boston – Massachusetts, EUA*) (Figura 4.4) [S48], *FLIR A325* [S78] e *Thermo Tracer TH7800N* (*Nippon Avionics Co., Ltd., Tokyo, Japão*) [S64].



Figura 4.4 - Câmera de Infravermelhos FLIR T620 (Dini et al., 2015).

Num estudo classificado na categoria de Dispositivos/Outros avaliaram a fiabilidade de um dispositivo de termografia de IV de ondas longas – *WoundVision Scoutt™* (*WoundVision LLC, Indianapolis, Indiana – EUA*) [S80] ([Apêndice H](#)), na identificação das variações da temperatura relativa da superfície corporal e do tecido subjacente útil para avaliar a temperatura diferencial das feridas (Langemo & Spahn, 2017). Este dispositivo também tinha acoplada uma câmera digital e um software (Figura 4.5), que permitia a medição do diâmetro, área e perímetro (Langemo, Spahn, Spahn, & Pinnamaneni, 2015).

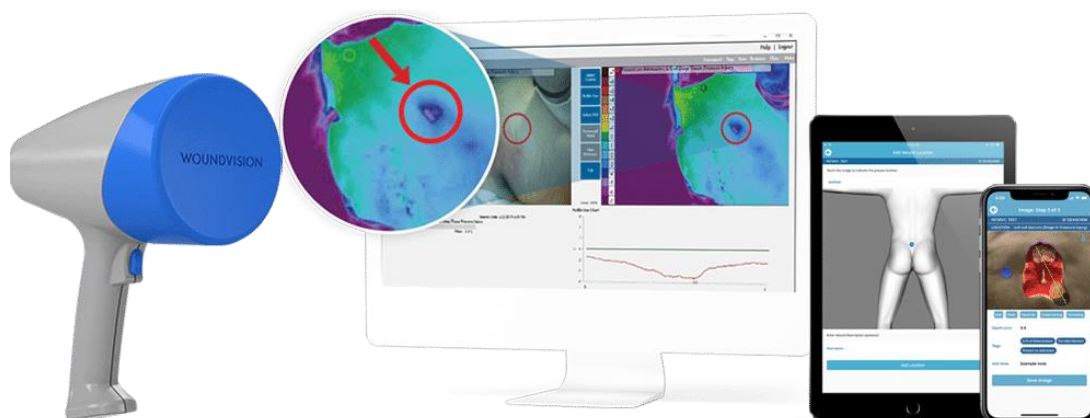


Figura 4.5 - *Wound Vision Scoutt™* - dispositivos e software.

Outro estudo apresenta um sistema de sensores multimodal para avaliação de UPP, que inclui sensores eletro-ótico, profundidade tridimensional (3D), térmico ou IV, multiespectral e de vapor químico dentro de uma sonda de avaliação de feridas (Chang et al., 2018) [S95] ([Apêndice H](#)). Este sistema permite avaliar as feridas em relação à composição do tecido, moldagem 3D da superfície da pele para medição do tamanho da ferida, perfil de temperatura da pele da ferida, análise espectral de fatores biológicos e análise de vapor da ferida através de radiofrequência, permitindo a segmentação e classificação do tipo de tecidos, medições volumétricas e predição da cicatrização de UPP (Chang et al., 2018).

A imagem hiperespectral também foi utilizada com recurso a dispositivos como o Gerador de imagem *OxyVu* [S18, S25], uma sonda de pele hiperespectral (*HySkinII*) e uma câmera multiespectral (*DeMuk*) [S94] e os dispositivos *PIKA II* (*Resonon, Bozeman – Montana, EUA*) de

imagem hiperespectral para análise da oxigenação dos tecidos associado a um sistema de laser *speckle* (*PerCam PSI*, *PERIMED*, Suécia), para avaliar a perfusão sanguínea e, ainda, uma câmera termográfica para avaliar a inflamação (*ThermalVision A40*, *FLIR Systems*) [S33].

A LDI foi utilizada nos estudos de predição de ocorrência de cicatrização para avaliar a rede subpapilar da microcirculação, utilizando o dispositivo PIM 1.0 (*Lisca Development AB*, *Linköping*, Suécia) e com videomicroscopia guardada com fotografias aumentadas 45 vezes e obtidas através de impressora de vídeo a cores *Mavigraph* (*Sony®*, *Tokyo*, Japão) [S34], ou avaliar o fluxo sanguíneo com o dispositivo de laser *speckle*, *Moor FLPI-2* (*Moor instruments*, *Devon*, Reino Unido) [S91].

Outros métodos de imagem ótica utilizadas, nos estudos foram a espectroscopia de massa através do dispositivo *AutoflexSpeed MALDI TOF spectrometer* (*Bruker Daltonics*, *Billerica – Massachusetts – EUA*) [S52] e a microscopia a laser confocal multifotão com microscópio *Leica SP2 AOBS* (*Leica*, *Milton Keynes*, Reino Unido) [S90] e a ecografia de alta frequência com o dispositivo *DermaScan C USB* (*Cortex Technology ApS*, *Hadsund*, *Dinamarca*) [S101].

A avaliação de **sinais de infecção e presença de biofilme na ferida crônica** obteve-se através da utilização de termografia de IV [S9, S65] e do método PNA-FISH associado às técnicas de microscopia eletrônica e microscopia a laser confocal [S3, S4, S77], ou a microscopia epifluorescente [S3], e mais especificamente, pelas técnicas de autofluorescência [S83] e fluorescência a vermelho [S86] ([Apêndice G](#)). Nesta área de avaliação utilizaram dispositivos de termografia de IV como o termómetro digital *Spectrasole Pro 1000* [S9] e o dispositivo *FLIR ONE™* (*FLIR Systems, Inc.*, *Wilsonville, Oregon*), em comparação com *Thermo Tracer TH700N* (*Nippon Avionics Co., Ltd.*, *Tokyo*, Japão) [S65], que em amostras pequenas de imagens térmicas obtiveram uma boa fiabilidade inter e intraobservador (1.00; IC 95% 1.00-1.00). A avaliação da localização espacial das colónias de bactérias foi conseguida através de técnicas de microscopia a laser confocal com recurso aos microscópios *Leica TCS-SP5* e *Leica TCS SP2 AOBS* (Mannheim, Alemanha) [S3, S4] e microscópios *Zeiss* (*Zeiss Axio Imager* e/ou *Zeiss LSM 880*, *Carl Zeiss Ltd.*, *Herefordshire*, Reino Unido) [S4], associada a microscopia eletrônica (Figura 4.6) [S77] ou a microscopia epifluorescente da *Olympus* (Hamburgo, Alemanha) para medir a distância das colónias à área da ferida [S3].

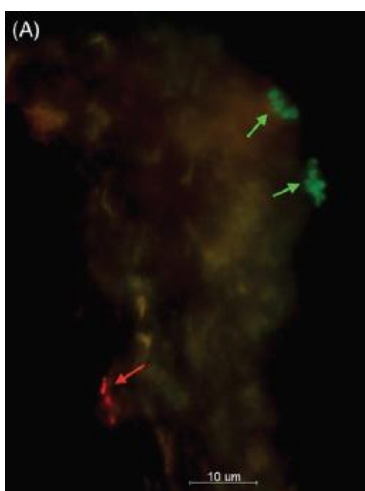


Figura 4.6 - Técnicas de microscopia confocal a laser com método FISH e PNA-FISH, para explorar a organização espacial de agregados microbianos em amostras de úlceras de pé diabético. (A) Identificação de 2 mono espécies de biofilme na mesma ferida, a verde *S. aureus* e a vermelho *S. coagulase negativo* (Johani et al., 2017).

Os vários investigadores concluíram que as colónias de *S. aureus* são mais fáceis de detectar pelo método de PNA-FISH associado a microscopia, porque se localizam à superfície da ferida crónica, enquanto a *P. aeruginosa* se localiza em zonas profundas (Fazli et al., 2009; Johani et al., 2017). O dispositivo subjacente à técnica de autofluorescência é o *K2 imaging device* [S83] e à técnica de fluorescência a vermelho é o *MolecuLigh i:X image device* (Figura 4.7) [S86] ambos produzidos pela *MolecuLight, Inc., Toronto, Canadá*.

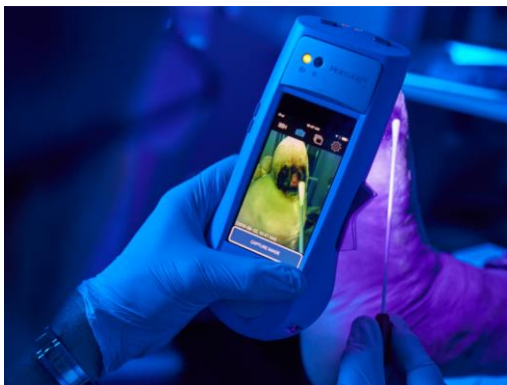


Figura 4.7 - Dispositivo para deteção de colónias de microrganismos e cálculo de área - MolecuLigh i:X image.

A utilização destes dispositivos em detrimento dos métodos clássicos de pesquisa de microorganismos demonstram a eficácia destas técnicas na recolha de amostras mais fidedignas e precisas, pois são orientadas ao local onde são detetadas as colónias de microorganismos.

4.2.2. Medição das Dimensões da Ferida e Cálculo de Área, Perímetro e Volume

A avaliação de feridas é um processo complexo que pode ajudar a determinar a etiologia da ferida e a progressão da cicatrização, sendo que a monitorização da ferida é uma parte integrante deste processo e permite avaliar a cicatrização e os resultados do tratamento instituído (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009). A cicatrização tem como primeiro objetivo a restauração da zona lesada e restituição da função da pele através de mecanismos fisiológicos (Cukjati, Reberšek, & Miklavčič, 2001).

Uma avaliação geral da ferida deve incluir aspetos fisiológicos e bioquímicos, mas a análise dos parâmetros geométricos e cromáticos é certamente a atividade baseada na observação mais essencial para uma avaliação eficaz e precisa das condições da ferida (Barone et al., 2011). Existem métodos simples e práticos para medir a ferida, alguns deles mais adequados para a investigação clínica, mas de natureza subjetiva (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009). De qualquer das formas, um método de avaliação preciso e prático deve incluir a medição da ferida nos seguintes parâmetros: comprimento, largura, profundidade, que nos podem fornecer outras medidas como a área, o perímetro e o volume. A medição da área de uma ferida através de uma régua ou fita métrica permite calcular o maior comprimento da ferida e a maior largura perpendicular a este eixo (Figura 4.8) (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009); (F. J. Veredas et al., 2009).

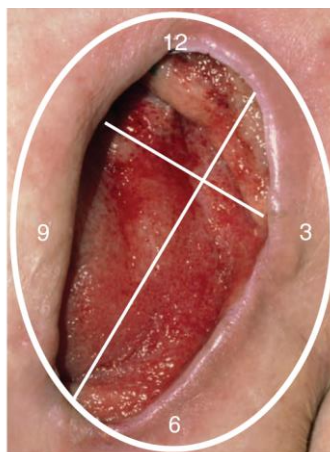


Figura 4.8 - Medição da área de uma ferida através do maior comprimento e da maior largura perpendicular

É um método simples, barato e fácil de utilizar (Chang, Dearman, & Greenwood, 2011), mas pouco sensível a mudanças no tamanho da ferida (Goldman & Salcido, 2002). Contudo, as feridas assumem várias superfícies ou formas geométricas, desde retângulos, a círculos ou ovais e, neste caso, como as feridas são grandes, irregulares ou apresentam cavidades o uso de réguas pode derivar numa medida imprecisa (Chang, Dearman, & Greenwood, 2011); (Khoo & Jansen, 2016; Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009). Geralmente através deste método de medida, a monitorização da ferida é sobrestimada entre 10 a 44% e a precisão diminui à medida que o tamanho da ferida aumenta ($> 10 \text{ cm}^2$) (Chang, Dearman, & Greenwood, 2011); (Khoo & Jansen, 2016; Little et al., 2009).

A medição precisa de uma ferida pode ser influenciada pela sua natureza, pois é difícil definir os bordos, a aparência e o volume da ferida pode alterar-se devido ao movimento corporal ou à mudança de posição, à curvatura natural do corpo e à localização da ferida (Khoo & Jansen, 2016; Little et al., 2009).

O tamanho e a área da ferida são bons preditores do resultado final da cicatrização da ferida (Jorgensen, Sorensen, Jemec, & Ydestraede, 2016), assim como do progresso ou deteriorização de feridas (Spinczyk & Wideł, 2017). Num estudo de Flanagan (2003) no caso de úlceras de pé diabético uma redução de 40% da área em 4 semanas sugere bom prognóstico (Papazoglou et al., 2010); (Jorgensen, Sorensen, Jemec, & Ydestraede, 2016); (Khoo & Jansen, 2016).

A fotografia de feridas pode ser utilizada para registar a aparência da ferida como o tipo e quantidade de tecidos presentes no leito da ferida, as condições da pele circundante e dos bordos, aspetos importantes para compreender a progressão da cicatrização, assim como medir a área da superfície da ferida (Gabison, McGillivray, Hitzig, & Nussbaum, 2015). As fotografias digitais apresentam algumas vantagens em relação aos traçados de acetato dos bordos da ferida, pois são mais limpas, não necessitam de contato com a ferida e poupam tempo na sua utilização. Contudo, a avaliação de fotografias de feridas é subjetiva e não tem valor nenhum se a medição da ferida não for realizada (Aragon-Sanchez, Quintana-Marrero, Aragon-Hernandez, & Hernandez-Herero, 2017).

No cálculo do **tamanho da ferida e da taxa de cicatrização** o método de aquisição de imagem mais comum foi a imagem digital através de câmara digital ou de *smartphone* adquiridas pelo próprio

investigador [S2, S5, S6, S7, S8, S20, S26, S29, S30, S38, S39, S42, S44, S49, S63, S68, S69, S72, S73, S76, S81, S84, S88, S89, S92, S93, S105, S109] ou imagens digitais oriundas de bibliotecas públicas como a Medetec e a Medscape ou outras bases de dados [S51, S73, S81, S104] ou de ambas as origens [S62] ([Apêndice G](#)). Um artigo utilizou a ecografia para aquisição de imagem [S55]. Muitos autores compararam ou utilizaram várias técnicas ou dispositivos em simultâneo [S10, S19, S36, S45, S56, S59, S61, S71, S79, S97, S102] na persecução dos seus estudos. As revisões da literatura também foram classificadas dentro dos sistemas multimodais, pois abordam e comparam vários sistemas de aquisição ou análise de imagem. Duas revisões da literatura apresentam vários artigos agrupados nos parâmetros de avaliação das feridas como área, volume [S35], ou nestes e mais no diâmetro e profundidade [S28]. E outra revisão da literatura que analisou 6 dispositivos de aquisição ou análise de imagem classificados como método de medição da área [S66].

Os métodos de medição do tamanho da ferida ou de avaliação quantitativa do conteúdo da ferida foram obtidos através da utilização de dispositivos ou métodos de aquisição de imagem desenvolvidos no decurso da investigação [S7, S19–S21, S31, S35, S36, S39, S45, S47, S55, S56, S59, S61, S68, S69, S71, S79, S88, S92, S97, S105], mais especificamente através de dispositivos ou técnicas de planimetria [S6, S10, S35, S36, S49, S76, S79, S89], ou sistemas óticos [S7, S19, S20, S21, S26, S35, S39, S45, S55, S56, S59, S61, S69, S71, S88, S97]. Ou foram conseguidos através de sistemas de aquisição e/ou análise de imagem [S5, S10, S29, S30, S31, S35, S38, S44, S49, S51, S59, S63, S66, S69, S76, S79, S81, S89, S93, S97, S102].

Nos métodos de cálculo de medições volumétricas, os autores analisaram técnicas multimodais, com recurso a técnicas óticas 3D [S2, S7, S19–S21, S26, S31, S36, S39, S45, S55, S56, S59, S61, S71, S79, S88, S93, S97], utilizando métodos de luz estruturada [S19, S21, S31, S39, S61, S79] ou de triangulação com feixes de luz [S39, S88].

Alguns dos trabalhos já demonstram ou analisam os algoritmos de análise de imagem digital ou de visão computacional utilizados [S8, S42, S44, S51, S62, S72, S73, S81, S84, S92, S104, S109] ([Apêndice G](#)).

Posto isto, torna-se importante fazer uma análise, tendo em conta os métodos que nos permitem calcular a área e o perímetro (medições manuais ou planimetria clássica, digital ou computadorizada), os métodos de cálculo do volume (estereofotogrametria, métodos de imagem ótica, câmara de vídeo), e tendo em conta os diferentes algoritmos de análise de imagem ou de visão computacional. O ênfase coloca-se na descrição dos diferentes dispositivos de aquisição de imagem digital ou outros inputs, dos softwares ou sistemas de análise de imagem e dos algoritmos de análise de imagem utilizados, tendo-se elaborado uma tabela resumo com as características dos diferentes dispositivos ou métodos encontrados ([Apêndice H](#)).

Os sistemas de aquisição de imagem, como se viu na seção anterior são constituídos por um conjunto de componentes essenciais a todo o processo de captura e que influenciam o procedimento seguinte, de melhoria e análise de imagens para cálculo automatizado do tamanho de uma ferida. Analisando os artigos em relação a métodos específicos de aquisição de imagem para cálculo de área da superfície de uma ferida pode apresentar-se as seguintes particularidades no processo de captura de imagem:

- Um sistema de captura de imagem de pé diabético numa “Box” (Figura 4.9), preferencialmente para feridas localizadas na zona plantar (Wang et al., 2016) [S68]

([Apêndice H](#)). O sistema permite sempre o mesmo tipo de condições de aquisição de imagem e é constituído por iluminação com 3 LED (*Light-emitting diode*), um sistema de espelhos que permite captar a região total do pé, uma câmera de alta resolução num *smartphone* de plataforma *Android* (Nexus 5, Life's Good, Seul – Coreia do Sul) comandado por voz e ligado por rede Wi-Fi a um computador para avaliação da ferida (Wang et al., 2016); (Wang, Pedersen, Agu, Strong, & Tulu, 2017) [S68, S92].



Figura 4.9 - Sistema de captura de imagem de úlceras de pé diabético tipo "box" (L. Wang et al., 2017).

- A utilização de métodos de aquisição de imagem por fotografia com lente reflexa simples por câmera digital ou por *smartphone* (*Galaxy S6 edge*, *Samsung*, Seul – Coreia do Sul) com função semelhante (*High Dynamic Range* – HDR) e um cartão de correção de cor, como forma de minimizar o erro de aquisição de imagem de modelos de feridas na face (*Cosmo*[®], *SIMSKIN*, EUA), onde a curvatura da superfície é elevada (Yang et al., 2018) [S105].

Os sistemas de análise de imagem utilizados para computar imagens adquiridas de câmera digital ou outro dispositivo calibrado com régua ou com painel de cores para cálculo da área são ([Apêndice H](#)): *AMWIS – Advanced Medical Wound Imaging System v2.2* (*Medseed Pty Ltd.*, Melbourne, Victoria, Austrália) (Santamaria, Ogce, & Gorelik, 2012) [S30], *software W.H.A.T.*, que além das medidas de comprimento, largura e área, identifica a área dos tecidos do leito da ferida (Jelinek, Michael, & Thomas, 2013); (D. Li & Mathews, 2017) [S38, S81], *software ImageJ* (*National Institutes of Health*, Rockville, Maryland – EUA) baseado em Java e de domínio público para a determinação da área (Gabison et al., 2015); (Aragon-Sanchez et al., 2017); (Jeffcoate, Musgrove, & Lincoln, 2017); (Jørgensen et al., 2018); (Bills, Berriman, Noble, Lavery, & Davis, 2016) [S49, S69, S76, S97, S59], *software AutoCAD*[®] (*Autodesk, Inc.*, San Raphael, California – EUA) (Reis et al., 2012); (Eberhardt et al., 2016) [S29, S63], *software Motic Images Plus v2.0* (*Motic Asia*, Kowloon, Hong Kong) (Reis et al., 2012) [S29] e *Image Tool software* (*University of Texas Health Science Center San Antonio*, EUA) (Eberhardt et al., 2016) [S63] todos para análise de imagem.

As feridas são objetos volumétricos, colocados numa superfície curva da pele e, portanto, as estimativas de perímetro e área precisam de ser corrigidas, levando em consideração a curvatura

da superfície corporal e as distorções de perspectiva da posição da câmera em relação ao plano da ferida. Um desvio de 20° deste plano de perspectiva acarreta normalmente uma subestimação da área de superfície que ronda os 10% (Treuillet, Albouy, & Lucas, 2009).

Existe outro método popular e prático para calcular a área da ferida através do delinear dos bordos da ferida, obtendo-se um plano bidimensional (2D) da mesma (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009). Este método designa-se de planimetria e é sensível a mudanças no tamanho da ferida (Goldman & Salcido, 2002). Consiste na demarcação dos limites da ferida num filme transparente e a área é calculada através da contagem dos quadrados, mas a imprecisão deste cálculo advém dos quadrados parcialmente incluídos (Chang, Dearman, & Greenwood, 2011); (Jorgensen, Sorensen, Jemec, & Ydestraede, 2016); (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009). A delimitação do perímetro da ferida pode ainda ser efetuada por contato associado a um software de medição da área (Khoo & Jansen, 2016). Este método de planimetria é de fácil aprendizagem, preciso e fiável, contudo por necessidade de contato com a ferida acarreta risco de contaminação da mesma (Jorgensen, Sorensen, Jemec, & Ydestraede, 2016); (Khoo & Jansen, 2016). Outro aspeto que dificulta a sua realização é a demarcação dos bordos de feridas em regiões topográficas curvas ou com dobras dos tecidos, como o calcanhar e a região sagrada (Gabison et al., 2015). A forma de colmatar essa dificuldade é fotografar a película de filme com traçado dos bordos, mas que evidenciam valores de área maior do que o obtido através de fotografia (Gabison et al., 2015).

A planimetria digital envolve o mesmo processo de delineamento da ferida, mas é realizado num dispositivo digital, que calcula a área (Chang, Dearman, & Greenwood, 2011); (Jorgensen, Sorensen, Jemec, & Ydestraede, 2016), através da colocação de um dimensionador no mesmo plano da ferida e da utilização de sistemas de análise de imagem como o *VeV Measurement (Vista Medical, Winnipeg, Canadá)* e o *Pictzar® (Elmwood Park, New Jersey)* (Khoo & Jansen, 2016). Esta técnica evita o contato direto com a ferida, possibilita um registo fotográfico (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009) e consome menos tempo que a planimetria clássica ou manual (Khoo & Jansen, 2016). Numa revisão da literatura de 2016, os autores concluem que a planimetria digital tem demonstrado uma superioridade em relação a métodos convencionais como medições com régua e contornos de acetato (planimetria clássica) (Khoo & Jansen, 2016). Os sistemas de captura de imagem que se apresentam, em seguida possuem especificidades na sua aquisição e sistemas ou softwares de análise de imagem baseados no método de planimetria digital ou computadorizada ([Apêndice H](#)):

- O Wound Zoom (*Wound Zoom Inc., Colorado – EUA*) é um sistema de câmera digital portátil sem contato para documentar feridas usando um feixe de luz estruturada (Figura 4.10) (Khong, Yeo, & Goh, 2017) [S79]. Foi desenhado em 2012 para capturar imagens, usando a câmera incorporada com projeção de laser e usa algoritmos avançados que permitem corrigir a distância e a inclinação do dispositivo (Bowling, Paterson, & Ndip, 2013; Khong et al., 2017).
- WoundAide, versão de 2015 (*Konica Minolta Business Solutions Asia Pte Ltd., Singapura*) é um protótipo inovador para *iPad* desenvolvido para medir as dimensões da ferida (comprimento, largura e área) através de análise de imagem. O WoundAide é uma aplicação móvel de ferida, sem contato desenhada para funcionar, no *iPad* Mini através da plataforma *iOS* e é constituído por uma câmera interna e uma câmera 3D acoplada externamente (Figura 4.10) (Khong et al., 2017) [S79].



Figura 4.10 - Wound Zoom e WoundAide (Khong et al., 2017).

- O sistema TeleDiaFoS (Nalecz Institute of Biocybernetics and Biomedical Engineering, Warsaw, Polónia) foi desenvolvido para adquirir imagens das feridas dos pés e transferir as imagens para uma base de dados clínica, através de um scanner ótico e após a delimitação dos contornos da ferida com um dispositivo de rato (Figura 4.11) (Foltynski, Ladyzynski, Sabalinska, & Wojcicki, 2013) [S36].



Figura 4.11 - TeleDiaFoS (Foltynski, Ladyzynski, & Wojcicki, 2012).

- Visitrak™ (Smith & Nephew, London, Reino Unido) é um dispositivo de planimetria para medir a área e profundidade (Stacey, Phillips, Farrokhyar, & Swaine, 2017); (Laplaud et al., 2010) [S10, S89]. É constituído por uma folha de guia de delineamento composta por 3 partes (uma camada exterior que se remove para a camada de contato com a ferida ficar estéril e após é descartada, e uma camada para ser colocada no dispositivo de medida), um tablet digital que calcula as dimensões da ferida (Figura 4.12), a partir do traçado dos bordos e um indicador de profundidade da ferida também estéril e descartável (Laplaud et al., 2010). O software CAD (Computer Aided Design) existente no sistema digital responde ao sinal do acessório da caneta e calcula a área automaticamente (Laplaud et al., 2010).



Figura 4.12 - Visitrak™ (Khong et al., 2017).

- Canvas (*ACD Systems, British Colombia, Canadá*) é um software de planimetria computadorizada, que após se delinear um conjunto de imagens de feridas é capaz de quantificar a variação da cor na superfície de uma ferida (Laplaud et al., 2010) [S10].
- Pictzar® *Digital Planimetry Program* (*BioVisual Technologies, LLC, Elmwood Park New Jersey – EUA*) é um software de medição de feridas que pode realizar planimetria em imagens digitais 2D adquiridas através de qualquer câmera digital (Aragon-Sanchez et al., 2017) [S69], com uma escala disponível na imagem (Bowling et al., 2013) [S35] e que permite o delinear dos bordos da ferida no computador (Figura 4.13) (Khoo & Jansen, 2016); (D. Li & Mathews, 2017) [S66, S81].



Figura 4.13 - Pictzar® interface (Wendelken, 2011).

- Placom Kp-90N (*Koizumi Sokki Mfg.Co.Ltdl, Nagoaka-Shi, Japão*) é um planímetro usado habitualmente em engenharia e construção civil, investigação clínica, análise de dados estatísticos entre outras aplicações e mede áreas cumulativas máxima de 10 m² (KOIZUMI Sokki Mfg. Co. Ltd., 2018). A aplicação *Swift Wound Care* (*Swift Medical, Inc., Toronto, Canadá*) foi desenvolvida neste estudo para medir área e temperatura da ferida e é considerada um dispositivo médico que fotografa e documenta a progressão da cicatrização da ferida e funciona em *iPhone* da Apple® com versões *iOS* superiores à versão 8 (S. C. Wang et al., 2017) [S93].
- WoundAreas Professional (*Biomedical Consultants Group, Gainesville, Florida – EUA*) é um programa disponível no mercado e barato para determinação da área da ferida (Mayrovitz & Soontupe, 2009) [S5].
- Mobile Wound Analyzer (MOWA) (*Health Path Srl, Rome, Itália*) é uma aplicação para *smartphone*, que apresenta capacidade de medição planimétrica por ter uma escala na imagem e a capacidade para determinar o tipo de tecidos no leito da ferida (necrótico, desvitalizado e granulação) (Figura 4.14) (Bowling et al., 2013) [S35].
- SmartWoundCare (*InfoMagnetics Technology Inc., Winnipeg, Canadá*) é uma aplicação móvel para documentação da ferida, que funciona como ferramenta de telemedicina, com o principal objetivo de melhorar a comunicação entre os vários intervenientes dos cuidados aos indivíduos com feridas (Poon & Friesen, 2015) [S51].
- NDKare™ (*Nucleus Dynamics, Kuala Lumpur, Singapura*) é uma solução inteligente para gestão de feridas que permite o seguimento da ferida através da aparência de cor da ferida, uma apresentação gráfica mostrando a evolução do perímetro e da área (Nair, 2018) [S102]. Permite também capturar, armazenar e carregar fotografias digitais para o processo clínico eletrónico (PCE) (Saipollah, et al., 2018). Esta aplicação é um sistema baseado em

smartphone, que necessita de rede de internet 4G e está disponível para instalação na plataforma *Android* e *iOS* (Nair, 2018).



Figura 4.14 - Visualização da avaliação dos tecidos e sugestão de tratamento (Diabetesincontrol, 2014).

Existem ainda sistemas baseados em várias tecnologias de imagem para medição de área. Sprigle (2012) [S31] descreve e testa um novo dispositivo de medição de feridas – *Wound Measurement Device* (WMD) – baseado em técnicas de visão computacional para ser utilizado numa caixa com um *smartphone* e 4 feixes de laser para calibrar a distância à ferida (Figura 4.15) e software *WoundSuite™* (Healogics, Inc., Jacksonville, Florida – EUA), já aplicado em trabalhos anteriores do autor.



Figura 4.15 - Visão anterior e posterior do Wound Measurement Device (WMD) (Sprigle, Nemeth, & Gajjala, 2012).

Bowling et al. (2011) utilizou um sistema ótico com câmera 3D e um marcador ótico descartável, que serve para calibração do sistema (Bowling et al., 2011) [S20]. O software de avaliação exibe os dados da ferida em 3D e permite a variação de panorâmica, inclinação, zoom e iluminação incidente (Bowling et al., 2011). Ele também permite a medição do comprimento da ferida, profundidade, volume, área de superfície, curvatura da superfície (através de linhas de contorno) e cores

(pontuadas numericamente) através da marcação de recursos na imagem da ferida, usando o rato do computador (Bowling et al., 2011).

Os métodos de planimetria são imprecisos e não são fiáveis, em particular na medição da profundidade e volume (Barone et al., 2011). Nas últimas décadas o foco na medição da área da ferida tem sido nos métodos 2D, mas mais recentemente os métodos 3D de medição do volume da ferida tornaram possível avaliar o processo de cicatrização da ferida em relação a todas as dimensões, incluindo profundidade e formação de tecido de granulação (Jorgensen, Sorensen, Jemec, & Ydestraede, 2016).

A medição do volume da ferida é usada para avaliar a profundidade de uma ferida (Goldman & Salcido, 2002). As alterações no volume da ferida são um preditor mais sensível da cicatrização da ferida em comparação com a área e o perímetro, pois refletem o desenvolvimento do tecido de granulação (Jørgensen et al., 2018); (Gardner et al., 2012). Nas feridas cavitárias pela mesma razão anterior, o volume é um importante indicador de cicatrização, pois a cicatrização começa na base e a área permanece inalterada (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009); (Treuillet et al., 2009). Em geral, as medições do volume da ferida são mais fiáveis para cavidades profundas sem grande tunelização e menos fiáveis para feridas superficiais e de formato irregular (Goldman & Salcido, 2002). Esse método de medição é especialmente importante na avaliação das UPP, pois nessas feridas ocorre maior destruição do tecido celular subcutâneo em detrimento da pele, o que origina feridas cavitárias e tunelizadas (Goldman & Salcido, 2002). Nem o traçado de feridas nem a fotografia por si só, são capazes de avaliar o descolamento dos bordos da ferida, tunelização ou profundidade da ferida, sendo necessário utilizar um instrumento adicional como uma sonda (Gabison et al., 2015) [S49] ou estilete.

Os métodos de medição do volume podem ser aplicados de várias formas (Goldman & Salcido, 2002) desde:

- A medição da profundidade (em centímetros) com um cotonete ou estilete estéril, em que a sua correta utilização depende da experiência do profissional para não provocar lesões iatrogénicas, desconforto ou infeção (Goldman & Salcido, 2002). Este método é aconselhado por *guidelines* internacionais para a determinação da profundidade da ferida, mas a revisão sistemática da literatura de O'Meara (2012) não demonstrou evidências que sustentassem o seu uso, contudo também não há evidências que apoiem a sua não utilização (O'Meara, Bland, Dumville, & Cullum, 2012).
- A introdução de material de moldagem (alginato de cálcio húmido ou material de alginato em pó (Jeltrate®, *Dentsply Caulk, Milford*, California – EUA) para reproduzir o seu volume através da pesagem do molde dividido pela densidade do material (Goldman & Salcido, 2002) (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009) ou a introdução de solução salina ou de gel (Purilon® gel, *Coloplast, Humlebæk*, Dinamarca) (Jørgensen et al., 2018), através de película estéril e medição do volume introduzido para a cavidade (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009). A introdução de solução salina ou alginato tendem a sobrestimar o volume real, devido ao preenchimento completo da ferida pelo material (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009); (Treuillet et al., 2009). Estes métodos acarretam algum desconforto ao doente e risco de contaminação e são de difícil realização (Barone et al., 2011; Treuillet et al., 2009).
- A utilização de um dispositivo em plástico que permite a medição nas 3 coordenadas cartesianas (Kundin) (Goldman & Salcido, 2002). Este dispositivo permite o cálculo da área

(comprimento x largura x 0,785) e do volume (área x profundidade x 0,327), neste último caso calcula um volume de cerca de 60% do volume de uma superfície esférica (Goldman & Salcido, 2002).

A luz estruturada e a triangulação com diferentes fontes de luz são duas das cinco categorias de métodos óticos de aquisição de imagem sem contato mencionados num estudo para a computação do volume através de 2 algoritmos de reconstrução de sólidos (*Midpoint projection* e *Convex hull*) (Sagar & Rani, 2013) [S39]. A utilização de luz estruturada para criar um modelo 3D da ferida envolve o uso de um dispositivo que combina uma câmera digital, um computador de processamento de imagens e feixes de luz (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009). O padrão de luz é projetado sobre a superfície de interesse e é capturada uma imagem resultante do padrão refletido pela superfície (Sagar & Rani, 2013). A técnica de luz estruturada adquire grandes quantidades de dados para uma dada imagem, mas a análise para determinar as posições pode ser bastante complexa e, por isso, é necessário um computador para processar (Sagar & Rani, 2013). Os dispositivos baseados na técnica de luz estruturada podem medir a área, a circunferência e a profundidade da ferida, porque o profissional delinea os bordos da ferida, os feixes de luz permitem a aquisição de 2 imagens para construir o modelo e, a partir daí calcula-se a profundidade e o volume (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009).

A fonte de luz mais usada no método de triangulação é o laser e permite a medição da distância, pois a luz é focada e projetada com um ângulo específico na *region of interest* (ROI). A reflexão na superfície do dispositivo de sensores fotossensíveis e a utilização da triangulação geométrica através de ângulos ou distâncias conhecidas, permite o cálculo da posição de um ponto da superfície relativamente ao plano de referência (Sagar & Rani, 2013).

O mesmo princípio da luz estruturada é aplicado à estereofotogrametria computadorizada que usa duas imagens da mesma área, tiradas de posições diferentes, para produzir uma imagem 3D através de algoritmo de correspondência computadorizado (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009). Este algoritmo procura pontos correspondentes nas duas imagens e depois calcula a altura de cada ponto, com base na distância entre os pontos correspondentes nas duas imagens (Little, McDonald, Jenkins, & McCarron, 2009). Este princípio aplica avanços recentes da visão computacional e múltiplas vistas geométricas para calcular, em conjunto, a estrutura da cena e o movimento da câmera (Treuillet et al., 2009). Assim, permite o acesso a medições volumétricas precisas sem contato, calculando as posições da câmera e a superfície 3D da pele (Treuillet et al., 2009). A estereofotogrametria através de fotografias digitais de feridas e softwares que estimam o volume da ferida são um recurso menos invasivo e complicado que outras técnicas (Gardner et al., 2012).

A fotogrametria foi aplicada na investigação de Treuillet et al. (2009) [S7], utilizando uma câmera digital (Canon IXUS 400 em modo macro) e um scanner industrial Zephyr system (*3DFlow SRL, Verona, Itália*), que capturou a imagem de uma ferida artificial (5cm x 5cm) 10 vezes, posteriormente computada através de câmera Sony DSH-H1 em modo normal e macro, calibrada com um disco azul e verde automaticamente detetável na imagem (Treuillet et al., 2009) ([Apêndice H](#)). Esta solução permite a medição quantitativa rápida e não invasiva da ferida, como área, profundidade e volume (Treuillet et al., 2009). Existem outros exemplos de scanners industriais, que podem ser aplicados na medição de feridas ([Apêndice H](#)): scanners a laser como o *Next Engine laser scanner HD* (*NextEngine Inc., Santa Monica, Chicago – EUA*) foi aplicado na avaliação de feridas cutâneas de leishmaniose (Figura 4.16 (A)) (Bowling et al., 2013) [S35]; o *Konica Minolta Vivid*

910/VI910, Konica Minolta 3D (*Konica Minolta, Tokyo, Japão*) e o Polhemus FastSCAN portátil (*ARANZ Medical, Christchurch, Nova Zelândia*) (Figura 4.16 (B)) também demonstraram a sua utilização na imagem e na medição de feridas (Bowling et al., 2013); (Treuillet et al., 2009) [S35, S7]; o DERMA system (*NextEngine Inc., CA*) (Barone et al., 2011; Bowling et al., 2013; Treuillet et al., 2009); (Kamath, Sirazitdinova, & Deserno, 2018) [S19, S35, S7] foi usado para adquirir a geometria 3D da ferida registada por uma imagem a cores. O PRIMOS (*Phases Shift Rapid in Vivo Measurement of Skin, GF Messtechnik, Teltow, Alemanha*) um scanner ótico 3D é baseado no princípio de luz estruturada e triangulação a laser para medições 3D da área de superfície de lesões da pele (Sagar & Rani, 2013) [S39].

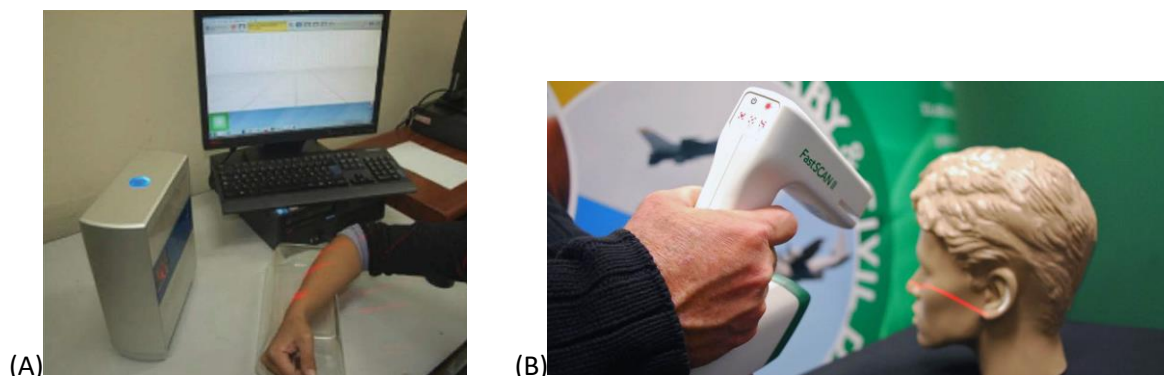


Figura 4.16 - Scanners a laser: (A) Next Engine laser scanner HD (Zenteno, et al., 2018) e (B) FastSCAN (Polhemus, 2018).

Na seção dos artigos sobre “Trabalhos Relacionados” são mencionados e não utilizados na investigação em si, um conjunto de dispositivos ou sistemas de abordagem ótica 3D utilizados na avaliação de feridas e úlceras, são eles: o MAVIS (*Measurement of Area and Volume Instrument System, University of Glamorgan, Wales, Reino Unido*) baseado na técnica de luz estruturada (Dalya & Shedge, 2017); MAVIS II (*University of Glamorgan, Wales, Reino Unido*) composto por uma câmera digital de lente reflexa equipada com sistema de sensor ótico com duas lentes, que grava duas imagens a cores do mesmo ponto de vista, gerando imagens em stereo ligeiramente diferentes (Treuillet et al., 2009); MEDPHOS – Medical Digital PHOtogrammetric System, que consiste em 3 câmeras montadas num quadro triangular de maneira ligeiramente convergente (Dalya & Shedge, 2017; Treuillet et al., 2009); e uma ferramenta de software que permite a visualização gráfica das mudanças do volume da ferida e monitoriza as regiões da ferida com alta ou baixa taxa de cicatrização – o DigiSkin® (Barone et al., 2011). Os seguintes sistemas utilizados na persecução dos estudos analisados também assentam na abordagem ótica 3D ([Apêndice H](#)):

- Silhouette Mobile (*ARANZ Medical, Christchurch, Nova Zelândia*) combina uma câmera digital com luz estruturada com 2 feixes de luz frontais para correção da dimensão da imagem e da curvatura anatômica, mas requer que se faça o contorno da ferida na imagem digital, sendo que apresenta alta resolução das imagens e precisão no traçado dos contornos e sensibilidade no cálculo da área (Foltynski et al., 2013; Hammond & Nixon, 2011) [S35, S21];
- Silhouette Star (*ARANZ Medical, Christchurch, Nova Zelândia*) (Figura 4.17), que há semelhança do dispositivo anterior tem uma câmera acoplada com um sistema de feixes de laser mais avançado (Bowling et al., 2013) [S35, S61]. O sistema fornece imagens de cores 2D com correção de distância, inclinação e forma, baseado na análise da projeção do feixe de laser (Bowling et al., 2013).



Figura 4.17 - Dispositivo de avaliação de feridas Silhouette Star (Medical, 2018).

- eKare inSight™ – 3D wound measurement device (3DWM) (eKare, Fairfax, Virginia – EUA) integrado num iPad com sensor 3D e com um software que realiza a segmentação dos bordos da ferida através do algoritmo *interactive Graph Cuts* (Figura 4.18) e foi utilizado para obter as medições do comprimento, largura, área e volume das feridas (Anghel et al., 2016); (Bills et al., 2016) [S56, S59].

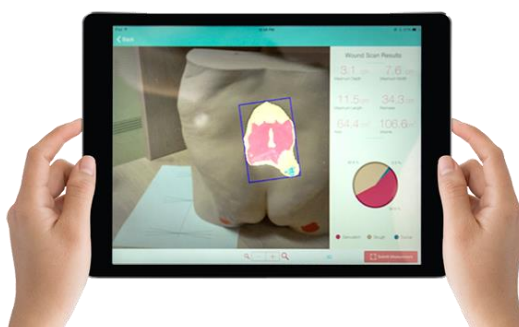


Figura 4.18 - Dispositivo de medição de feridas eKare inSight™ (WondWorks, 2019).

- Eykona Wound Measurement System (Fuel 3D, Oxford, Reino Unido) consiste numa câmara 3D portátil (Aragon-Sanchez et al., 2017) [S69], um cartão descartável para colocar junto à ferida durante a aquisição de imagens (Figura 4.19) e um software na estação de trabalho (Digi, 2020). Permite avaliar mudanças no volume e na estrutura dos tecidos da ferida através de tecnologia de imagem 3D com representação a cores e inclui uma ampla variedade de ferramentas de medição (Bowling et al., 2011) [S35].



Figura 4.19 - Sistema de medição de feridas Eykona (Digi, 2020).

- VeV measurement ou verge videometer wound measurement (VeVMD) (Vista Medical, Winnipeg, Manitoba, Canadá) é uma técnica computadorizada baseada em fotogrametria sem contato para medições do diâmetro, área e estimativa do volume (Figura 4.20) através

da fórmula matemática de uma elipse esférica, em função das duas medidas anteriores (Gardner et al., 2012) [S26]. Funciona em computador portátil e apresenta várias ferramentas que auxiliam no delinear dos bordos da úlcera “*Skrink-Fit Tool*”, na medição da profundidade “*Line Tool*” e a função zoom para visualização mais precisa dos bordos da ferida aquando da medição (Gardner et al., 2012).



Figura 4.20 - Sistema de medição de feridas VeVMD (Ahn & Salcido, 2008).

- 3D LifeViz (QuantifiCare S.A., Valbonne, França) é um sistema de estereofotogrametria baseado numa câmara, um divisor de imagens composto por espelhos que permitem a aquisição de um par estereográfico de imagens, um flash duplo para assegurar a luz adequada e um ponteiro de feixe duplo (Figura 4.21), que assegura a reprodutibilidade da aquisição de imagem, em termos de distância e centralidade, para o cálculo do volume e profundidade (Chaby, Lok, Thirion, Lucien, & Senet, 2017) [S71]. Associado a este sistema utilizaram o software DermaPix® (QualifiCare S.A., Valbonne, França), para determinar as variáveis geométricas da ferida: perímetro, área, volume de cada imagem de ferida (Xu, Sun, Carter, & Bogie, 2014) [S45].



Figura 4.21 - Sistema de estereofotogrametria 3D LifeViz mini (Easyfairs, 2016).

No seguimento da extensa revisão de caracterização de opções de imagem, eis que os métodos baseados no ultrassom, IV e laser podem ser utilizados na determinação do alcance ou distância com a acoplação de auxiliares ao dispositivo móvel (White, Podaima, & Friesen, 2014). O alcance do ultrassom e do IV pode ser mais adequado para a medição de distâncias curtas (White et al., 2014). A combinação das avaliações termográficas e ecográficas poderão melhorar com exatidão a determinação da profundidade das úlceras e providenciar aos doentes com UPP cuidados atempados e adequados (Higashino et al., 2014). As sondas de ecografia são relativamente

pequenas e baratas, e têm a capacidade de medir objetos a pequenas distâncias, contudo a sua utilização apresenta alguns problemas relacionados com o ângulo do plano e posição, as características topográficas do objeto e a sua integração com dispositivos móveis que tornam as medições pouco precisas, repetíveis e efetivas (White et al., 2014). A ecografia é aplicada à avaliação de feridas crónicas, mais especificamente nas UPP devido às dificuldades em avaliar completamente e, de forma exata a ferida, e devido ao descolamento dos bordos ou tunelização (Yabunaka, Iizaka, Nakagami, Fujioka, & Sanada, 2015) [S55]. Neste artigo, utilizam um sistema de ecografia *Aplio*, que pode ser utilizado com sonda 2D de matriz linear de 8.0 MHz e sonda 3D de matriz linear de 14 MHz ângulo de oscilação de 60° (*Toshiba Medical System, Tokyo, Japão*) (Yabunaka et al., 2015). Para obter o volume gravaram as imagens no disco e trataram-nas posteriormente, nos 3 planos, utilizando o software *4D View* (*Toshiba Medical System, Tokyo, Japão*), conseguindo através do volume das imagens reconstruídas avaliar o tamanho do descolamento dos bordos das UPP (Yabunaka et al., 2015).

Foram descritos nos estudos revistos nesta *scoping* alguns sistemas que apresentam uma conjugação de metodologias ou técnicas de aquisição e/ou análise de imagem, que não foram desenvolvidos pelos autores como uma ferramenta específica. Não tendo sido possível cumprir os requisitos da classificação instituída em relação à dimensão da ferida medível ou à metodologia utilizada, passa-se a descrever as tecnologias em seguida. No estudo de Spinczyk & Widel (2017) [S88] utilizaram câmeras monoculares stereo calibradas para calcular a área da ferida. Através de uma câmara monocular com escala sobreposta é possível aproximar a superfície da ferida de forma a delinear os seus bordos (Spinczyk & Widel, 2017). E a reconstrução da superfície 3D para estimar a área de uma ferida é adquirida pelo sumatório da área incluídas no triângulo (Spinczyk & Widel, 2017). Um dos aspetos a ter em conta na precisão da reconstrução é considerar o número de pontos de calibração, que neste estudo consideraram 30 e utilizaram o algoritmo de *Tsai* para a calibração da câmara (Spinczyk & Widel, 2017).

Jørgensen e colaboradores (2018) [S97] desenvolveram uma câmara 3D-WAM (*Wound Assessment Monitor*), que consiste em 3 câmeras e um projetor, onde 2 câmeras reconhecem o padrão projetado para a superfície da ferida e criam a geometria 3D e, a terceira câmara cria uma fotografia a cores para a textura ajustável à geometria 3D ([Apêndice H](#)). Assim, este dispositivo permite medir o tamanho da ferida em 3D e avaliar características da ferida (Jørgensen et al., 2018). As principais descobertas deste estudo foram que a câmara 3D permite a medição das feridas em diferentes parâmetros como a área 2D e 3D, perímetro e volume (Jørgensen et al., 2018).

Barone e seus colaboradores (2011) [S19] apresentaram uma nova e completa metodologia para avaliação precisa e efetiva de feridas crónicas, que envolve a integração de um scanner ótico 3D baseado em luz estruturada, com imagem térmica ([Apêndice H](#)). Pretendiam uma medição automática de feridas crónicas não cicatrizadas, do status da ferida e monitorização do processo de cicatrização através da dimensão, cor e temperatura (Barone et al., 2011). Os padrões cromáticos e térmicos num mapa permitem a deteção da ferida e métodos de segmentação de imagem (*thresholding*, filtro espacial de S-CIELAB e *k-means*) e a reprojeção das imagens 2D em 3D permitem a determinação da dimensão da ferida (área e volume) (Barone et al., 2011).

Em 2013, no Canadá, White, Podaima, & Friesen [S44] desenvolveram uma aplicação *smartphone* para avaliar UPP em termos de área e profundidade, que funcionava como um processo eletrónico e teve aceitação dos organismos reguladores, institucionais e, por parte dos profissionais

([Apêndice H](#)). Neste trabalho, os mesmos autores apresentam 3 abordagens de algoritmos de análise de imagem de feridas irregulares para facilitar a medição sem contato, após terem realizado uma extensa revisão de aplicações, caracterização de opções de imagem e câmeras disponíveis para *smartphone* ou *tablet* (White et al., 2014). A primeira abordagem consiste na utilização de autofocagem por parte da câmera, que permita computar a profundidade, calculando a distância ao objeto (White et al., 2014). A utilização da fusão de vários sensores (IMUs – *Inertial Measurement Units*, que combinam vários inputs como magnetômetros, acelerômetros e giroscópios) conseguem melhorar a qualidade das medições, assim como aprimoram os algoritmos de segmentação de distinção de pele e tecido de ferida (White et al., 2014). A última abordagem, foi a que mostrou melhor precisão e consiste na recolha de imagens e fazer zoom das mesmas no ecrã do *smartphone* e calcular a precisão (White et al., 2014).

Ainda dentro dos dispositivos portáteis utilizados para adquirir imagens de feridas, guardar e transferir as imagens para o PEC, Aldaz e seus colaboradores (2015) apresentaram um conjunto de soluções que podem ser utilizadas pelos enfermeiros como o *Google Glass* (*Google LLC, Mountain View, California* – EUA) para recolha de imagens sem contato aliado a um *smartphone*, constituindo um sistema – SnapCap (Figura 4.22), e uma aplicação Epic Haiku (*Epis System, Verona, Wisconsin* – EUA) considerada o estado de arte de fotografias digitais no cuidado às feridas (Aldaz et al., 2015) [S47] ([Apêndice H](#)).



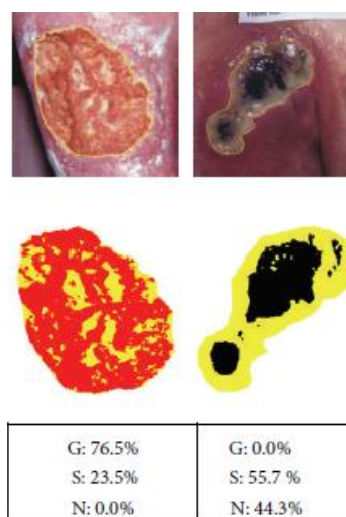
Figura 4.22 - Sistema mãos livres de captura de imagens de feridas SnapCap (Aldaz et al., 2015).

Vários autores documentam outras aplicações utilizadas na avaliação de feridas como a aplicação de *smartphone* MOWA (Figura 4.14) [S41, S92], que além de avaliar as feridas, também sugere tratamento para as feridas e a WITA – *Application for Wound Image based Tissue Analysis* [S92], software de processamento de imagem a cor, que analisa a imagem da ferida e com base nas amostras de aprendizagem classifica os tipos de tecidos (Filko, AntoniĆ, & Huljev, 2010).

4.2.3. Machine Learning/ Algoritmos de Visão Computacional

O desenvolvimento de métodos baseados no processamento de imagem em alternativa aos anteriores para avaliar as feridas tem ocorrido e evidenciado instrumentos mais objetivos, fiáveis e reprodutíveis (Nouri, Lucas, Treuillet, Jolivot, & Marzani, 2013) passíveis de produzir dados para investigação. As técnicas de visão computacional e inteligência artificial (IA) tornaram-se abordagens efetivas para tarefas mais precisa na segmentação por regiões e identificação de tecidos nas imagens de UPP (F. Veredas, Mesa, & Morente, 2010). Sendo esta a preocupação atual dos estudos analisados podemos também separá-los nos 2 objetivos principais assentes em algoritmos de imagem ([Apêndice G](#)):

- 1) **identificação da área da ferida** com métodos de segmentação da imagem em fundo e não fundo, através da similaridade entre píxeis calculado pela distância Euclidiana [S84]; ou distinção em elemento do corpo humano e do fundo e, posterior identificação da UPP e pele saudável usando o método de Otsu e classificadores *Support Vector Machine* (SVM), respetivamente [S81]; identificação do leito da ferida e estimação da área, optando pelo espaço de cor apropriado e utilizando métodos de segmentação não supervisionada de *Spectral Clustering* (*K means* e *Fuzzy C-Means*) [S42, S62]; determinação dos bordos da ferida e posterior determinação da área da ferida, usando processamento de imagem em cascata de 2 estadios com implementação de classificadores SVM [S92]; ou utilização de filtros e operadores morfológicos [S104] e utilização de técnicas de segmentação com algoritmos baseados em geometria toroidal, método de Otsu, operadores morfológicos de dilatação e erosão [S73].
- 2) **deteção de diferentes tecidos existentes no leito da ferida** através da introdução de máscara de imagem e calibração da câmera, seleção de espaço de cores RGB (*Red-Green-Blue*) e classificação dos tecidos no modelo vermelho-amarelo-preto (*RYB – Red-Yellow-Black*) (Figura 4.23) com diferentes algoritmos (*Tsai2D* para reconstrução da imagem e algoritmo de segmentação de *Grabcut* para identificação do 1º plano e fundo do objeto) (Figura 4.24) [S51] ; ou através da delimitação manual dos bordos e extração das ROI, transformando o espaço de cores RGB para HSV (*Hue-Saturation-Value*) e, utilizando análise de histogramas e operadores morfológicos [S109]; ou análise de imagem e classificação do status da ferida através da segmentação da imagem, utilizando métodos de *clustering* (*thresholding* para deteção de bordos e *k-mean shift* para a extração de características e evidência nas diferenças da intensidade da imagem e nos valores de cor) [S72]; ou através da aplicação de pré-processamento com algoritmo *mean shift* e, posterior, implementação de abordagem híbrida de *Machine Learning* (ML) com redes neurais de 3 camadas e classificadores Bayesianos para a classificação dos tecidos e sua comparação com o método de identificação com o triângulo adequado também para o cálculo da área da UPP [S8].



G – Granulation; S – Slough ; N - Necrotic

Figura 4.23 - Modelo de classificação de feridas Red-Yellow-Black (RYB) (Mukherjee, et al., 2014).



Figura 4.24 - Grabcut aplicado como método de segmentação de imagens de feridas (Poon & Friesen, 2015).

A determinação do volume e dos bordos das feridas são outras preocupações que os avaliadores se deparam ao longo do procedimento de avaliação das feridas crônicas. O processamento de imagem já deu alguns passos no desenvolvimento de algoritmos de reconstrução de sólidos (*Midpoint projection* e *Convex hull*) para se conseguir computar o volume de uma ferida, sendo que o algoritmo de *Convex hull* apresentou melhor performance que o outro, no cálculo do volume em feridas irregulares (Sagar & Rani, 2013) [S39]. Em relação à delimitação dos bordos para identificação e delimitação da ferida, cálculo da área e evolução da taxa de cicatrização, Bhelonde (2015) [S58] propôs um sistema de análise de imagem implementado em sistema *Android* e utilizado para avaliar úlceras diabéticas, que primeiramente segmenta imagens para determinação de bordos, utilizando o algoritmo *mean-shift* com boa performance em *smartphone* e, posteriormente, analisa o resultado segundo o modelo de cor da ferida RYB (Bhelonde, 2015) [S58].

As características dos **bordos e pele circundante** foi categorizada como bordos e segmentação de imagem e todos os 7 artigos utilizaram imagem digital ([Apêndice G](#)), como aquisição de imagem e métodos de delineação de imagem manual ou automática para detecção de bordos [S13, S82, S57], no primeiro caso, utilizando desenho à mão, demarcação com *CorelDRAW* (*Corel Corporation, Ottawa, Canadá*) ou software *ImageJ* (*National Institutes of Health, Bethesda, Maryland – EUA*), respectivamente. A delineação automática dos bordos, utilizando algoritmo gráfico de polígono fechado [S13] ou detecção de regiões por algoritmo de *fuzzy spectral clustering* [S82] ou utilizando o software *ImageJ* [S57]. Outro método utilizado foi a delineação automática da região de úlcera com algoritmos de segmentação de *Otsu* e de detecção de contornos Suzuki85 [S75]. Um estudo propõe uma técnica desenvolvida numa aplicação implementada para dispositivos *Android*, usando *Python™* (*Python Software Foundation, Wilmington, Delaware, EUA*) e *Kivy*. Esta aplicação permite obter informações de diagnóstico e seguimento da evolução das úlceras e é baseada em algoritmos de decomposição por níveis de contraste, usando equação paramétrica toroidal e método de *Otsu* para delimitar os bordos e, de seguida segmentação desta imagem sem utilização de equações diferenciais através de operadores morfológicos [S96].

Dois artigos usaram o mesmo *dataset* anotado disponível na Medetec treinaram e testaram-no, implementando técnicas de segmentação de imagem automáticas baseadas em técnicas de *Deep Learning* (*MobileNet* e *VGG-16*) [S100] ou técnicas de segmentação preliminar da ferida com *Deep Neural Network* (*DNN*) e, posterior correção semântica dos resultados [S99].

A proporção de tecidos no leito da ferida é frequentemente realizada, pelo simples controlo visual ou escala de RYB, junto ao doente (Albouy, Lucas, & Treuillet, 2007); (Nouri, Lucas, Treuillet, Jolivot, & Marzani, 2013), que classificam os diferentes tecidos presentes na ferida e caracterizam num *continuum* o processo de cicatrização (Wang et al., 2015). Assim, a informação da cor é analisada para a medição das proporções dos diferentes tecidos dentro da região da ferida (Figura 4.23) em:

vermelho (R – *red*) – tecido de granulação, amarelo (Y – *yellow*) – tecido desvitalizado e preto (B – *Black*) – tecido necrosado (Wang et al., 2015). A falta de dados quantitativos, como já foi referido anteriormente, afeta a gestão dos cuidados na equipa e prejudicam os estudos clínicos centrados na cicatrização (Albouy, Lucas, & Treuillet, 2007) (Wannous, Treuillet, & Lucas, 2007).

No que respeita às características do tipo e quantidade de **tecidos presentes no leito da ferida** todos os 20 artigos analisados utilizaram a imagem digital como método de aquisição e os métodos de processamento de imagem ([Apêndice G](#)) ainda assentam em técnicas de:

- Pré-processamento – algoritmo JSEG [S16, S98] ou algoritmo de deteção de bordos inteligente [S107], vários tipos de filtros como *Sobel*, *Heissain*, *Projection membrane*, difusão anisotrópica, *Kuwahara* [S98], filtro mediano e diminuição do brilho [S85], *gray world assumption* e *retinex theory* para correção de cor entre outros métodos já mencionados para filtragem de ruído e homogeneização da cor [S60] e, ainda podem ser extraídos baseados em medidas estatísticas como variância e média [S98, S103], mediana [S98], desvio padrão, curtose e assimetria [S103].
- Segmentação para identificação dos bordos ou regiões – método de *distance regularized level set evolution* – DRLSE, para segmentação dos bordos que determinava situações de *over-segmentation*, o que motivou nos trabalhos posteriores a utilização inicial do algoritmo de segmentação *mean-shift*, seguido de algoritmos de fusão de regiões baseado em *region adjacency graph* [S41, S54]; e mais especificamente métodos de segmentação da cor, segundo o espaço de cor RGB transposto para o modelo de ferida RYB ou no espaço de cores CIELUV, através de algoritmos de *k-means* [S41, S54], segundo o espaço de cor RGB ou YDbDr utilizando algoritmo de *Fuzzy C-Means* [S60, S108], segundo o espaço de cor HSV modificado para extração de características com algoritmos de *optimal thresholding* e *region growing* através da computação de mapa de probabilidades de cor em 4D [S46]; e segmentação para extração de textura e outras características através de algoritmos de *Region Growing*, *Differential Evolution*, *Edge Detection* e filtro de *Gabor* [S103], e técnicas de *Weber Law Descriptors*, *Local Binary Patterns* (LBP) e *Local Ternary Pattern* [S107].
- Reconhecimento de padrões e classificadores de tecidos ou regiões baseados em aprendizagem não supervisionada – Redes Neurais Artificiais (RNA), *AdaBoost*, *Linear Discriminant Analysis* (LDA), *Naïve Bayes*, Árvore de Decisão [S60, S107], Modelo Generalizado de *Gauss-Markov Random Field* (GGMRF) [S74], *Random Forest* [S103], *K-means*, *Fuzzy C-means* [S14, S15, S53] e baseados em aprendizagem supervisionada utilizaram multiabordagens de SVM [S16, S107] e *Convolutional Neural Network* (CNN) com arquitetura ConvNET de 9 camadas [S106]. Num estudo desenvolveram um classificador de tecidos – *Self-Organizing Map* (SOM), baseado em 6 classes colorimétricas relacionadas com os diferentes tipos de tecidos desde tecido desvitalizado (amarelo), tecido de granulação (vermelho), tecido de granulação misturado com fibrótico (vermelho escuro), tecido de epitelização (rosa), infeção (verde) e tecido necrótico (preto) (Pasero & Castagneri, 2017) [S85].

A natureza complexa das úlceras, em termos da composição de cores e pele circundante indistintas tornou a segmentação precisa como uma tarefa computacional desafiadora (Dhane et al., 2016; Manohar Dhane et al., 2017). A segmentação das imagens de feridas adquiridas em condições ótimas ou de *datasets* enviesados e com ausência de imagens com tonalidades de pele escuras são o mais frequente nos estudos deste tipo de análise de imagem (Dhane et al., 2016). O processo de

aquisição de imagem de feridas com todas as variações nas condições necessária a uma imagem de qualidade e à decomposição e interpretação da cor preocupam os investigadores, no sentido de encontrarem um método preciso e reproduzível. Neste sentido, dois artigos debruçaram-se sobre a calibração colorimétrica dos dispositivos e decomposição da cor da imagem digital, no espaço de cores apropriado à sua análise (Van Poucke, Haeghen, Vissers, Meert, & Jorens, 2010); (Bala, Sirazitdinova, & Deserno, 2017). O método de calibração colorimétrica com uso de cartão de cores (*MacBeth Colour Checker Chart Mini – GretagMacBeth AG, Regensburg, Suíça*) (Van Poucke, Haeghen, et al., 2010); (Bala et al., 2017) [S12, S70] e deteção automática do mesmo através de um algoritmo de deteção de grelha (Bala et al., 2017) [S70].

O sistema de classificação dos tecidos em RYB (Figura 4.23) é amplamente utilizado na prática clínica para descrever a aparência do leito das feridas e está relacionado com os estadios de cicatrização e com o plano de tratamento (Barone et al., 2011). O tecido de granulação é um excelente indicador de cicatrização de feridas e úlceras crónicas e a sua coloração está intimamente relacionada com a concentração de hemoglobina nos capilares que se estão a formar nos processos de neovascularização. Um conjunto de trabalhos debruçaram-se sobre a deteção de tecido de granulação e de pigmento de hemoglobina (Hani, Arshad, Malik, Jamil, & Bin, 2011a); (Hani, Arshad, Malik, Jamil, & Bin, 2011b); (Hani, Arshad, Malik, Jamil, & Bin, 2012) [S22, S23, S27] e cálculo do índice vermelho de granulação (Iizaka et al., 2011); (Iizaka et al., 2013) [S24, S37].

A deteção de tecido de granulação ocorre através da extração do sinal do pigmento de hemoglobina das imagens coloridas em RGB, com a utilização da técnica de PCA, que extrai as imagens de nível de cinzento das áreas com hemoglobina simplificado pela implementação do algoritmo FastICA (Hani et al., 2011a); (Hani et al., 2011b); (Hani et al., 2012) [S22, S23, S27]. Estas áreas são depois segmentadas com métodos de *clustering K-means* e classificadas, em clusters, baseados na distância Euclideana do valor de cada píxel para a média do centro do cluster (Hani et al., 2011a). O índice vermelho de granulação foi uma medida objetiva encontrada para avaliar a quantidade de tecido de granulação que é imprecisa à observação direta, através de registo visual de escalas de avaliação (como PSST, BWAT ou DESIGN), por causa da complexidade da interpretação da cor (Iizaka et al., 2011) [S24]. Para colmatar a dificuldade de interpretação da cor de uma imagem digital pode utilizar-se o espaço de cor mais adequado (CIE L*a*b*), colorímetro triestímulo (NF-333, *Nippon Denshoku Industries Co. Ltd, Tokyo, Japão*) ou espectrofotómetro (Iizaka et al., 2011) [S24]. Nesta investigação utilizaram um conjunto de procedimentos para validar os vários critérios indicadores do status do tecido de granulação (cor vermelha clinicamente definida, concentração de hidroxiprolina no fluido da ferida, área saudável do tecido de granulação e nível de hemoglobina no sangue) e os softwares *ImageJ* (*National Institutes of Health, Bethesda, Maryland – EUA*) e *Photoshop 6* (*Adobe System Inc., San Jose, California – EUA*) para calcular o índice de vermelho de granulação, uma variação do índice de eritema, devido à variação da intensidade da luz (Iizaka et al., 2013; Iizaka et al., 2011) [S37, S24]. Este índice pode ser preditivo de encerramento da ferida, pois a formação do tecido de granulação é característica da fase proliferativa da cicatrização. Foi avaliado em relação às mudanças no score total da escala DESIGN-R, usando o modelo de efeitos mistos, tendo-se verificado ser um bom preditor de cicatrização a 3 semanas, mas não reflete as alterações subsequentes relacionadas com a gravidade e nível de profundidade da UPP (Iizaka et al., 2013; Iizaka et al., 2011) [S37, S24].

A deteção e diagnóstico precoce das úlceras de pé diabético são um importante factor para o prognóstico de sobrevivência destes indivíduos. Um artigo aborda um algoritmo de otimização de

imagens térmicas adquiridas com câmera de IV, constituído pelas etapas de pré-processamento (conversão para escala de cinzentos e aplicação de técnicas de filtragem (filtro mediano) e melhoramento da imagem), segmentação da imagem original em duas imagens com variação do nível de contraste, e extração de características das ROI, através da técnica de *Gray-Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), que analisa as texturas em dois parâmetros importantes, a distância e a direção (Sivayamini et al., 2017) [S87]. O algoritmo de otimização da imagem *Cuckoo Search* é um algoritmo meta-heurístico, pelo que o autor o comparou a outro método semelhante, o *particles swarm optimization* (PSO) e obteve melhor performance global na otimização das imagens térmicas (Sivayamini et al., 2017) [S87].

4.2.4. Validade dos Instrumentos e Concordância Intra e Interavaliadores

O ênfase na análise dos resultados dos estudos, nesta parte, prendeu-se com a validade dos resultados obtidos da demonstração de técnicas, dispositivos ou algoritmos ou com o nível de concordância ou fiabilidade intra e interobservadores ([Apêndice I](#)).

No que respeita à classificação das feridas crónicas, mais especificamente das UPP, o uso de escalas de avaliação associadas à fotografia da lesão, demonstraram um coeficiente correlação intraclases (ICC) intraobservador de 0.52-0.93, interobservador de 0.71 (IC95% 0.67-0.75) e do teste reteste de 0.86-0.90 (Thompson et al., 2013). Especificando os parâmetros da escala revised-*Photographic Wound Assessment Tool* (Rev-PWAT) e comparando a avaliação através de imagem ou no local de observação, no total a escala apresenta um ICC de 0.89 (IC95% 0.83-0.93), a avaliação da viabilidade da pele circundante e dos bordos apresentou uma concordância mais baixa (0.60, IC95% 0.44-0.72; 0.67, IC95% 0.53-0.78) e os restantes parâmetros apresentam boa a excelente concordância com ICC a variar de 0.75 (IC95% 0.63-0.83) para o tamanho da ferida e 0.95 (IC95% 0.92-0.96) para a quantidade total de tecido necrosado (Thompson et al., 2013). A aplicação da escala DESIGN-R também foi utilizada conjuntamente com duas técnicas de imagem ótica, a termografia e a ecografia (Higashino et al., 2014).

O uso de fotografias para avaliar a presença de UPP de categoria 2 ou mais foi comparada com a avaliação no local realizada por peritos e obteve uma sensibilidade na avaliação cega da fotografia de 97% (IC95% 91-100) e uma especificidade de 97% (IC95% 92-100), através da comparação da área identificada com lesão na amostra total (95 pares de fotografias) (Baumgarten et al., 2009). A cor da pele varia com a raça, tendo sido incluídos 28 indivíduos de raça branca e 21 de raça negra. A sensibilidade e especificidade para a pele branca foi de 100% e na raça negra a sensibilidade foi 92% (IC95% 75-100) e a especificidade foi de 93% (IC95% 82-100%) (Baumgarten et al., 2009). Noutro estudo foi testada uma *app*, em sistema *Android*, para classificar UPP através da aquisição e análise da imagem e obteve uma exatidão de 100%. Mas o número de UPP que foi utilizado na avaliação do sistema foi limitado, no total 8 UPP (4 para teste e 4 para treino) (Mayara Tibes, Alvares Cherman, Mourão Alves de Souza, Martinez Évora, & Zem-Mascarenhas, 2016).

A validação de instrumentos ou sistemas que mais se observou foi relativamente ao cálculo do tamanho da ferida crónica. O cálculo da área de superfície da ferida através de métodos de medição com régua apresenta erros na ordem dos 10 a 40% e o erro aumenta à medida que aumenta o tamanho da ferida para feridas superiores a 10 cm² (Khoo & Jansen, 2016). Contudo, a medição da área de superfície de uma ferida é utilizada para avaliar a taxa de cicatrização de uma ferida nas primeiras 4 semanas de tratamento, em que se não se observar uma redução da área da ferida de 40% é necessário alterar o tratamento (Papazoglou et al., 2010); (Jorgensen, Sorensen, Jemec, &

Ydestraede, 2016); (Khoo & Jansen, 2016). A utilização de softwares de medição de feridas diminuiu o erro de 13.3% da medição linear através do método elíptico para 6.8% utilizando o Visitrak, para 2.3% utilizando o TeleDiaFoS e 2.1% na utilização do Silhouette Mobile (Foltynski et al., 2013). O Visitrak apresenta precisão e exatidão reduzida para medição da área em feridas pequenas ($< 2 \text{ cm}^2$) e, este facto deve-se à necessidade que este dispositivo tem de 2 delineações à ferida consecutivas (Foltynski et al., 2013), contudo apresenta melhor coeficiente intraclases para feridas pequenas e regulares (ICC = 0.95) que para feridas grandes e irregulares (ICC = 0.70) (Khoo & Jansen, 2016). Já os softwares AutoCAD e Image Tool demonstram maior precisão em feridas superiores a 10 cm^2 e obtiveram um coeficiente intraclases de 0.98 (Eberhardt et al., 2016). O ImageJ demonstra excelente fiabilidade com um coeficiente intraclases intra e interobservadores de 0.99, na medição da área de feridas realizada por 2 observadores e na repetição da medição depois de uma semana (Aragon-Sanchez et al., 2017). Dispositivos ou aplicações como o WoundAid e o Wound Zoom quando comparados com o Visitrak, todos apresentam um coeficiente intraclases superior a 99%, sendo que o WoundAid apresenta a mais baixa taxa de eficiência de captura de imagem (75%) e o Wound Zoom é o dispositivo que apresenta a mais baixa variabilidade na medição da área (1.3 – 19.3%) (Khong et al., 2017). O TeleDiaFoS apresenta alta precisão em relação ao Silhouette Mobile para a medição da área (Foltynski et al., 2013).

Apesar da avaliação de algumas características ser subjetiva a concordância interavaliadores no cálculo da área, utilizando régua para medição do comprimento (ICC = 0.92; IC95% = 0.86-0.96) e largura (ICC = 0.97; IC95% = 0.95-0.99) máximos ou utilizando a aplicação *Swift Wound Care* (ICC = 1.00; IC95% = 0.99-1.00) apresenta resultados excelentes (S. C. Wang et al., 2017), evidenciando boa performance entre observadores. Um estudo com o objetivo de desenvolver um algoritmo de processamento de imagem para medição automática de UPP, obtidas através de imagens gravadas, no sistema eletrónico de documentação de enfermagem obteve uma fiabilidade intraobservador para a medição do comprimento, largura e área de 0.89 e uma fiabilidade interobservador de 0.89, 0.84 e 0.86 para as mesmas medidas, respetivamente (D. Li & Mathews, 2017). Este novo sistema de avaliação automático em comparação com a planimetria digital evidenciou uma correlação de Pearson positiva estatisticamente significativa (r [comprimento, largura e área] de 0.85, 0.81 e 0.82, respetivamente) entre as duas técnicas de medição da área da ferida (D. Li & Mathews, 2017).

Os dispositivos baseados em técnicas óticas 3D, como o Silhouette Mobile ou Silhouette Star, o Eykona, o VeVMD e o 3D LifeViz permitem avaliar de uma forma mais precisa o volume de uma ferida, através de técnicas de luz estruturada ou triangulação a laser. Sendo que a medição do volume é um preditor mais fiável em feridas cavitárias, pois durante os processo de contração da ferida e cicatrização, a área mantém-se inalterada e o volume é que diminui, pelo crescimento dos tecidos desde a base da ferida. Num estudo, a luz estruturada demonstrou maior precisão na aquisição de imagens em comparação com a triangulação a laser (Sagar & Rani, 2013). O método de triangulação pode ser útil na descrição da superfície da ferida de qualquer etiologia, mas é difícil reconstruir feridas muito pequenas e manter a reprodutibilidade da iluminação (Spinczyk & Wideł, 2017). O erro máximo do cálculo do volume através de técnicas de estereofotogrametria é inferior a 1.25 cm^3 (Treuillet et al., 2009). A fiabilidade da medição do volume da ferida através do VeVMD num estudo é inferior (intraobservador de 0.868 e interobservador de 0.745) ao reportado até ao momento (intraobservador 0.99 e interobservador de 0.94 a 0.99) e deve-se às dúvidas na delimitação dos bordos, mesmo com observadores treinados (Gardner et al., 2012). Pelo que é necessária uma melhor definição das margens da ferida e um protocolo de medição que assegure uma alta fiabilidade nos sistemas de medição que usam imagens (Gardner et al., 2012).

Quando comparada a concordância da avaliação da área e do volume entre uma câmera 3D-WAM e a análise de imagem digital com ImageJ para a área e a injeção de Purilon gel para o volume obteve-se um coeficiente intraclass intraobservadores de 0.997 e interobservadores de 0.996 para o cálculo da área 2D e para o cálculo do volume um coeficiente intraobservador de 0.975 e interobservador de 0.973 (Jørgensen et al., 2018).

O eKare inSight™ apresenta coeficiente intraclass altos para a área, comprimento e largura (intraobservador 0.988, 0.977, 0.955 e interobservador 0.999, 0.997, 0.995), moderado para o volume (intraobservador 0.8888 e interobservador 0.696) e coeficiente intraclass interobservador moderado (0.649) e intraobservador baixo (0.360) para a profundidade (Anghel et al., 2016). A correlação deste dispositivo com os métodos de planimetria e medição manual para as várias dimensões da ferida foi elevada e estatisticamente significativa, apesar de o eKare inSight™ ter registado uma largura maior em 71.11% das vezes e um menor comprimento em 68.89% das vezes (Anghel et al., 2016). As diferenças entre o eKare inSight™ e o Silhouette Star ocorreram ao nível do volume e da profundidade, sendo que o eKare inSight™ avalia o volume superior em relação ao Silhouette Star e a profundidade foi em média maior no Silhouette Star em relação ao eKare inSight™ (Bills et al., 2016). O Silhouette Star demora duas vezes mais na aquisição da imagem e o erro para todas as medidas é mais baixo no eKare inSight™ (Bills et al., 2016). O Silhouette Star apresenta diferenças significativas em relação à profundidade medida com régua (Constantine, Bills, Lavery, & Davis, 2016). Esta ferramenta pode ser útil no arsenal clínico de avaliação da profundidade e volume de feridas, sendo uma alternativa potencialmente assética às técnicas de medição tradicionais (Constantine et al., 2016).

A delimitação dos bordos da ferida torna-se uma tarefa difícil em termos de execução e de concordância mesmo entre observadores experientes, pelo que condiciona a performance dos diferentes algoritmos. A delimitação manual ou automática mesmo dentro do mesmo software varia dependendo do algoritmo utilizado, pois no trabalho de Bastos et al. (2016) a técnica automática de Brilho/Contraste, no software ImageJ demonstrou imagens mais aproximadas da técnica de delimitação manual na avaliação de UPP. Noutro trabalho, o coeficiente de variação do desenho à mão ou através do algoritmo gráfico de polígono fechado foi de $r=0.99$ para cada método, sem nenhuma tendência de sobre-estimação ou subestimação das medidas (Van Poucke, Nelissen, et al., 2010). No trabalho de Gupta A. (2017) a precisão do novo sistema baseado no algoritmo de Otsu e Suzuki85 para delimitação da ferida foi de 70%. O método de deteção de regiões baseado em *fuzzy spectral clustering* obteve uma sensibilidade de 87.3% e especificidade de 97.7% (Manohar Dhane et al., 2017), o novo dispositivo testado por Garcia-Zapirain et al. (2018) obteve uma correlação média de 0.89, outros métodos de segmentação da imagem utilizando DNN com arquiteturas MobileNet em camadas diferentes obtiveram uma exatidão de 94.94% e 98.12% (F. Li, Wang, Liu, Peng, & Jin, 2018; Liu et al., 2018).

A identificação dos tecidos é outro parâmetro conseguido através da utilização de aplicativos, algoritmos de segmentação e reconhecimento de regiões e tarefas de classificação. O software W.H.A.T. obteve uma precisão de 87% na identificação dos tecidos em 15 feridas de pé diabético (Jelinek et al., 2013). O sistema de análise de imagem proposto por Wang et al. (2015) com captura por caixa com *smartphone* para determinação dos bordos e do status da ferida obteve um coeficiente de correlação de Matthews de 0.403 para um parâmetro de configuração ideal e aumentou para 0.736 com vários parâmetros da imagem configurados num tempo de computação de 15 segundos para imagens de 816x612 píxeis. O método proposto Garcia-Zapirain et al. (2017)

obteve um coeficiente de concordância de Dice de 90.41%, o algoritmo de detecção do tecido de granulação de Hani et al. (2011a) obteve uma precisão média de 97.31% e o coeficiente de correlação intraclass do modelo proposto por Iizuka et al. (2011) para avaliação quantitativa da cor do tecido de granulação foi superior a 0.99.

O modelo desenvolvido por Veredas nos seus trabalhos de 2009, 2010 e 2015, inicialmente testou em RNA que classificava em “leito da ferida” e “tecidos periféricos” com uma exatidão de 92.98 para o leito da ferida, a performance do modelo no espaço de cores CIELuv e algoritmo *k-means* de 0.8777 de exatidão e área debaixo da curva (AUC – *Area Under Curve*) de 0.9426, e nos trabalhos posteriores testou vários métodos de *Machine Learning* (SVM, classificadores Naïve Bayes, *Multi-Layer Perceptron* (MLP) e Árvore de Decisão baseada em diferentes algoritmos (AdaBoostT, BFT – *Best First Tree* e C4.5), com precisão aproximada de 70% na predição da evolução das UPP através da localização e medida de área dos tecidos extraídos das imagens. Um modelo de classificação dos tecidos através de SVM multiclases obteve uma exatidão de 84%, utilizando como descritor de cor o *Mean Colour Descriptor* adaptado localmente ao *Dominant Colour Descriptor* (MCD-DCD) e uma exatidão de 88%, utilizando como descritor de textura o GLCM (Wannous, Lucas, & Treuillet, 2010).

A segmentação das imagens em fundo e não fundo obteve uma precisão média de 0.82 e a classificação dos tecidos em 6 classes clorimétricas foi conseguida através da classificação por SOM (Pasero & Castagneri, 2017). No trabalho de (Kamath et al., 2018) a precisão na distinção de pele e fundo foi 84.36% e a melhor performance foi para o tecido necrosado com média de 89% com o classificador *Random Forest*, com o fundo da imagem removido. A segmentação da imagem com o método de Árvore de Decisão obteve uma precisão de 98,32% na detecção dos 3 diferentes tipos de tecidos em 5 feridas de pé diabético (Babu, Sabut, & Ravi Kumar, 2019). A segmentação automática dos tecidos usando CNN e a sua classificação nos 3 diferentes tecidos obtiveram uma precisão global de 92.01, um coeficiente de similaridade de Dice de 91.38 e uma precisão média para cada classe de tecidos de 97.31 para tecido de granulação, 96.59 para tecido necrosado e 77.90 para tecido desvitalizado (Zahia, Sierra-Sosa, Garcia-Zapirain, & Elmaghraby, 2018).

O modelo proposto por Chakraborty et al. (2016) baseado na análise do espaço de cores YDbDr e no modelo de *clustering Fuzzy c-means* obteve uma exatidão na segmentação no canal Dr de 95.53% e no canal Db de 98.8%. Outro modelo que utiliza o mesmo algoritmo (*Fuzzy c-means*) para discriminar os vários tipos de tecidos obteve uma exatidão ótima de 99.1% para o tecido de granulação, 98.2% para o tecido desvitalizado, 98.8% para o tecido necrosado e 98.3% para o tecido epitelial (Nizam, Ahmad Fauzi, Ahmad, & Nair, 2019). No estudo de Ahmad Fauzi et al. (2015) a comparação da performance do algoritmo de *optimal thresholding* e *region growing* obtiveram uma percentagem média na segmentação para o tecido de granulação de 76.2% vs 75.3%, para o tecido desvitalizado 63.3% vs 63.9% e para o tecido necrosado de 75.1% vs 71.5%, tendo melhorado a performance global de 62.9% para 74.0% com alteração no espaço de cores de HSV.

4.3. Considerações Finais

A avaliação das feridas crónicas e do processo de cicatrização são aliadas na gestão e tratamento destas feridas, pelo que não descuramos este facto e apesar de dissociarmos na pesquisa, não abandonamos a exploração de ambas. Observamos que estas duas temáticas se intercetam em 4 áreas de avaliação de uma ferida crónica (Dimensões/Taxa de cicatrização, Tipo de Tecidos, Infecção/biofilme e Predição da úlcera/descolamento dos bordos da ferida/cicatrização) e que as tecnologias de imagem que pendem para cada uma diferem. A *scoping review* permitiu reunir um

elevado número de artigos (n=109) de duas áreas importantes, a avaliação de feridas crônicas e o processamento de imagem ou técnicas de imagem ótica. A temática em estudo engloba a avaliação de feridas (n=89) e o processo de cicatrização (n=20), o que motivou o elevado número de artigos onde dentro destas duas áreas se utilizam instrumentos, dispositivos ou técnicas de processamento de imagem. Mesmo excluindo na *query* termos, como feridas de origem aguda (traumáticas, cirúrgicas, corneais, entre outras), atuação dentro da prevenção e tratamento e experiências em animais, ainda resultaram alguns artigos para leitura integral (n=20) dentro destas áreas. E, ainda foram incluídos para análise 7 artigos, que utilizaram no estudo feridas de etiologia diversa, não cumprindo os critérios de inclusão, mas que se mostraram relevantes para a condução da análise. Apesar do contato com os autores, pesquisa em base de dados houve 11 artigos rejeitados por falta de acesso ao texto integral ou por se encontrarem escritos em ucraniano.

Maioritariamente, para a avaliação das características das feridas crônicas utiliza-se a tecnologia de imagem digital, já para a avaliação do processo de cicatrização, que contempla processos moleculares, celulares e bioquímicos específicos utiliza-se a imagem ótica, que possibilita o estudo de uma camada de tecidos fina, onde ocorrem os processos de epitelização, entre outros. As categorias mais investigadas foram a da Dimensões/Taxa de cicatrização (48 artigos) e do Tipo de Tecidos (20 artigos), que utilizam técnicas de imagem digital ou outras técnicas, como a planimetria para medir o perímetro e a área, a estereofotogrametria, que permitem medir ou avaliar a profundidade e/ou volume. A determinação das dimensões da ferida (comprimento, largura, profundidade, perímetro, área e volume) e da taxa de cicatrização era uma das abordagens da avaliação de feridas que já se perspectivava apresentar uma enorme quantidade de estudos. O processo de cicatrização também se evidenciou uma área de análise dentro do processamento de imagem, mas o seu rumo segue no caminho da tecnologia de imagem ótica (termografia e microscopia) e o desenvolvimento de ferramentas e instrumentos orientados para avaliar processos moleculares e celulares (vários tipos de microscopia), assim como a detecção de sinais de infecção ou presença de biofilme, durante as fases de cicatrização de uma ferida crônica (técnicas de fluorescência). Existem variados métodos, dispositivos, aplicações para medições do tamanho da ferida e do tipo de tecidos, mas muitos deles ainda não acessíveis para serem utilizados em investigação nem na prática clínica.

Os resultados desta *scoping review* foram sumariados dentro dos parâmetros de avaliação das feridas crônicas e descrevendo as técnicas ou métodos utilizados, como forma de se conhecer o estado da arte, em visão computacional, na avaliação de feridas crônicas. A forma encontrada para a discussão com peritos da área foi a submissão de um artigo para a 42nd *Annual International Conferences of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (EMBS).

Os artigos incluídos na *Scoping Review* foram preferencialmente publicados em jornais e revistas e uma pequena parte em revistas de conferências. A caracterização por tipo de estudo não foi conseguida pela dificuldade de os classificar uniformemente, no universo de opções do desenvolvimento de software ou aplicações. O objeto de estudo foram os vários tipos de feridas crônicas, tendo o enfoque da metodologia do estudo, incidido além do desenvolvimento ou teste de instrumentos, dispositivos ou aplicações, no número de indivíduos com feridas ou o número de feridas, falhando muitas vezes, a menção ao número de imagens no *dataset*. Contudo, a preocupação dos investigadores vai de encontro à prevalência e preocupação dos profissionais de saúde nas implicações que cada tipo de ferida crônica infringe no indivíduo portador da mesma. Por isso, as feridas mais investigadas relacionadas com dispositivos ou instrumentos de

processamento de imagem são as úlceras de pé diabético, seguidas das UPP, que implicam diminuição na qualidade de vida, problemas económicos, sociais e familiares, com perda de anos de trabalho e até a morte. Estas duas tipologias de feridas crónicas também ocupam um lugar de destaque, na área de investigação relacionada com a identificação e classificação do tipo de tecidos presentes no leito da ferida, por serem as que a evolução do processo de cicatrização é mais prolongado. Na determinação das dimensões da ferida e/ou taxa de cicatrização, os estudos abordam todos os tipos de feridas, incluindo também fotografias de acetatos de formas de feridas e modelos de feridas.

A orientação e condução das investigações foram realizadas preferencialmente por peritos da área das Ciências da Computação e Engenharia Eletrotécnica, incluindo no máximo 4 publicações por autor, em anos subsequentes durante os 10 anos analisados, o que denota a condução de investigações complexas e prolongadas no tempo. Pela natureza das investigações e dos autores, os conjuntos de *datasets* foram adquiridos em condições ideais, o que segundo alguns autores condicionam a análise e desenvolvimento desta área de investigação, pois essas condições não são as praticáveis nas condições clínicas diárias (Ahmad Fauzi et al., 2015). O mesmo autor afirma que é necessário desenvolver métodos de segmentação de imagens que funcionem com imagens adquiridas em condições clínicas habituais (Ahmad Fauzi et al., 2015) e, para isso, será necessário constituir esses *datasets*. A análise da cor das imagens é o componente mais analisado, mas também o que varia mais com as diferentes condições de aquisição de imagem. Contudo, para minimizar os problemas de aquisição de imagem denota-se uma preocupação no desenvolvimento de algoritmos de calibração automática dos dispositivos, assim como, da automação na identificação das feridas. A aplicação de técnicas de *Machine Learning*, mais especificamente, de aprendizagem supervisionada ainda não é uma realidade observada e só nos anos mais recentes se observa a aplicação de técnicas de *Deep Learning* à análise de imagens de feridas crónicas.

Os dispositivos já criados, desenvolvidos e validados nos estudos são variados e dependendo das características que se pretendam medir ou avaliar existem dispositivos ou técnicas mais apropriadas para serem utilizadas. Contudo, o Visitrak desempenhou um papel fundamental no campo da planimetria digital, mas a evolução para a planimetria computacional permitiu colmatar um conjunto de dificuldades e limitações desta técnica, como o contato com a ferida, que gera desconforto e pode provocar infeção; a dificuldade de delinear os contornos das feridas irregulares e em regiões anatómicas com variações topográficas; e a facilidade em computar as imagens de acetatos recolhidas. Os dispositivos baseados em técnicas óticas tridimensionais, como o Silhouette Mobile ou Silhouette Star, o Eykona, o VeVMD e o 3D LifeViz permitem avaliar de uma forma mais precisa o volume de uma ferida, através de técnicas de luz estruturada ou triangulação a laser. Num estudo a luz estruturada demonstrou maior precisão na aquisição de imagens em comparação com a triangulação a laser (Sagar & Rani, 2013).

O instrumento ou dispositivo ideal para avaliar uma ferida crónica tem de se basear num conjunto de técnicas e métodos que permitam avaliar a ferida em todas as suas características, que permitem a sua caracterização/classificação. Esse instrumento ou dispositivo deve ser de fácil utilização e que não altere a dinâmica de avaliação das feridas por parte dos profissionais de saúde, portátil, preciso e fiável, e que possibilite a sua utilização em vários contextos de cuidados e com diferentes condições de aquisição de imagem. Outro aspeto a considerar é a sua ligação em tempo real ao Processo Clínico Eletrónico (PCE) e que tenha capacidade para captar, armazenar, processar

e transferir as imagens e os resultados do processamento, assim como, a descrição e análise da imagem para ser visualizado pelo profissional e o auxiliar na tomada de decisão.

As limitações da *scoping review* prendem-se com o grande número de artigos selecionados, o que dificultou a classificação dos mesmos, quanto às várias características de avaliação das feridas crónicas e do processo de cicatrização e dificultou também, a recolha e sistematização dos dados. A sistematização dos dados prendeu-se com a apresentação dos métodos de aquisição de imagem e das soluções em termos de dispositivos, instrumentos, ferramentas ou aplicações utilizadas em forma de grelha, sem, contudo, apresentar os dados de performance e validade dos mesmos, por dificuldades de ter uma análise sistemática de todos os artigos, não se ter avaliado a qualidade dos estudos primários e não ser o que é pedido numa *scoping review*. O objetivo de mapear o conhecimento nesta área foi conseguido, mas esperava-se conseguir eleger uma ferramenta ideal para avaliar numa ferida crónica.

A condução da pesquisa resultou na lacuna de artigos numa das características de avaliação das feridas crónicas – o tipo e quantidade de exsudado presente no leito da ferida –, que é avaliado de uma forma empírica por parte dos profissionais de saúde e que aparentemente não pudesse ser uma área de investigação dentro do processamento de imagem. A pesquisa realizada, mesmo com termos específicos de “*Lab-on-a-chip devices*” como *Mesh Term* na PubMed, “*Wearable sensors*” e “*biochips*” com títulos da CINAHL e, termo mais comum como “*wound* assess**” não retornou nenhum artigo, em que os sensores e alguma técnica de imagem fossem utilizados para avaliar o tipo e quantidade de exsudado. Contudo, após a ida para o terreno e o contato com profissionais de enfermagem que se encontram por dentro da nomenclatura mais habitual e outros métodos de avaliação do exsudado encontrou-se um conjunto de bibliografia que delimitam este campo de estudo dentro das tecnologias relacionadas com a determinação do pH do leito da ferida, utilização de corantes fluorescentes que permitem obter uma imagem, transístores que medem as diferenças de amplitudes dos iões presentes no leito da ferida e o estudo emergentes de pensos inteligentes.

Em suma, esta *scoping review* permitiu a compreensão e relação dos dados encontrados em estudos primários ou de revisão para a persecução das etapas seguintes desta dissertação, concluindo que:

- a área mais investigada é a do cálculo das dimensões da ferida e/ou taxa de cicatrização;
- a tipologia de feridas mais investigada é a úlcera de pé diabético e a UPP;
- a tecnologia de imagem mais utilizada é a imagem digital através de câmara digital ou *smartphones*;
- as condições de aquisição de imagem e de configuração dos dispositivos são pré-estabelecidas para reunir a melhor qualidade da imagem possível; e
- os instrumentos, ferramentas, métodos e técnicas de processamento de imagem são imensos e orientados para a característica da ferida crónica a avaliar, havendo alguns dispositivos multimodais que pretendem avaliar um conjunto de características, que influenciam a avaliação de uma ferida crónica e da evolução da sua cicatrização.

Capítulo 5

Construção de um Conjunto de Imagens Digitais de Feridas Crónicas

Uma das formas de desenvolvimento ou teste de algoritmos de visão computacional é conseguido através da constituição de conjunto de imagens/*datasets* e a sua disponibilização para a comunidade científica, através do lançamento de desafios computacionais e/ou clínicos para serem resolvidos. Com este objetivo decidiu-se recolher imagens de feridas crónicas em contexto de Cuidados de Saúde Primários (CSP), onde o universo das várias feridas crónicas é mais prevalente que nos Cuidados de Saúde Diferenciados (CSD).

5.1. Desenho e Objetivo de Estudo

O desenho do estudo enquadra-se num estudo observacional e transversal, que com os critérios de inclusão e exclusão pretende abranger o universo de utentes do Agrupamento de Centros de Saúde (ACeS) de Matosinhos, em tratamento por uma ou mais feridas crónicas, com recolha de imagens periódicas durante pelo menos 4 semanas. O período inicialmente definido para recolha de imagens de feridas, crónicas nas diferentes unidades do ACeS de Matosinhos tinha sido de 2 meses, e por constrangimentos vários, relacionados com a impossibilidade de participação dos enfermeiros do local, na recolha de imagens e dados e, com a articulação da disponibilidade do investigador com os agendamentos programados levou a que este período se estendesse para 6 meses (31 de Maio de 2019 a 30 de Novembro de 2019) ([Apêndice J](#)).

O objetivo principal do estudo no terreno é a recolha de imagens de feridas crónicas, enquadradas nos critérios de inclusão e exclusão, através de dispositivo móvel, seguindo o guião de recolha de imagens, com os seguintes objetivos secundários:

- Constituir um conjunto de imagens de feridas crónicas anotadas, segundo a escala de avaliação de feridas crónicas RESVECH 2.0 (*“Resultados esperados de la valoración y evolución de la cicatrización de las heridas crónicas”*);
- Explorar o conjunto de imagens de forma a conhecer quais os tipos de feridas e as principais características das feridas que o constituem;
- Relacionar algumas características entre si de forma a comprovar alguns pressupostos clínicos (como por exemplo, a presença de tunelização e a gravidade das úlceras por pressão (UPP), a presença de exsudado e as características da pele circundante, a distribuição na amostra do tipo de tecido de granulação e desvitalizado para concluir acerca do status de cicatrização das feridas);
- Agrupar as imagens por diferentes características e acoplar os desafios clínicos respetivos para a comunidade científica.

5.2. Amostra e Tipo de Amostragem

As feridas crónicas preferencialmente encontram-se em contexto de CSP, e dentro deste contexto, dependendo da sua tipologia poderão ser mais frequentes em cuidados em contexto domiciliário ou na Unidade de Saúde. Por este facto, a população alvo serão todos os utentes inscritos no ACeS de Matosinhos, em seguimento e tratamento de uma ou mais feridas crónicas em contexto de Centro de Saúde ou de cuidados domiciliários. No ACeS de Matosinhos, à data de dezembro de 2018 encontravam-se inscritos 174 202 utentes nas 14 Unidades de Saúde Familiar (USF) (ACSS, 2018).

A organização das Unidades de CSP sofreu alterações a partir 2005, como forma de garantir a equidade de acesso e para dar resposta a um conjunto de indicadores demográficos e de saúde, estando organizadas por Unidades Funcionais, permitindo uma resposta diferenciada e adequada

às necessidades dos indivíduos e das populações. Surge a organização em ACeS, que se encontram na dependência da Administração Regional de Saúde (ARS) e que é constituído por várias Unidade de Saúde: USF com vários modelos de contratualização; Unidades de Cuidados na Comunidade (UCC), que integram Equipas de Cuidados Continuados Integrados (ECCI); Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados (UCSP); Unidade de Saúde Pública (USP) e Unidade de Recursos Assistenciais Partilhados (URAP).

A Unidade Local de Saúde (ULS) de Matosinhos foi criada em 1999, pelo Decreto-Lei n.º 207/99 de 9 de junho, com a missão de *“identificar as necessidades em saúde da população (...). Prestar um serviço global, integrado e personalizado (...) ao longo do ciclo vital, criando um sentido de vinculação nos colaboradores e nos clientes.”* (República Portuguesa & Ministério da Saúde, 2020). Os CSP desta ULS são constituídos por 18 Unidades Funcionais distribuídas pelas 4 principais Unidades de Saúde (Quadro 5.1).

Quadro 5.1 - Unidades de Saúde que constituem o ACeS de Matosinhos.

Unidades de Saúde	Unidades Funcionais
Matosinhos	USF Horizonte
	USF Oceanos
	UCSP Matosinhos
	UCC Matosinhos
Senhora da Hora	USF Lagoa
	USF Caravela
	UCC Senhora da Hora
	USF Custóias
São Mamede de Infesta	USF Infesta
	UCSP São Mamede de Infesta
	USF Porta do Sol
	USS São Mamede
Leça da Palmeira	USF Maresia
	USF Leça
	UCC Leça
	USF Dunas
	USF Progresso
	UCSP Santa Cruz do Bispo

UCC – Unidade de Cuidados na Comunidade; USF – Unidades de Saúde Familiar e UCSP – Unidades de Cuidados de Saúde Personalizados.

A natureza dos dados recolhidos e o cariz deste estudo não carecem do cálculo da amostra e do erro amostral. Os indicadores dos CSP relacionados com as feridas crônicas, neste momento só refletem os cuidados assistenciais em indivíduos com úlcera de pé diabético e UPP. Pelo que também não foi possível ter uma visão abrangente da problemática das feridas crônicas nesta população através destas ferramentas de gestão e avaliação da qualidade dos cuidados prestados.

Estabeleceu-se como estratégia para iniciar a recolha de dados e imagens primeiramente nas UCC constituídas por Equipas de Cuidados Continuados Integrados (ECCI), que de entre o seu campo de atuação têm o tratamento a indivíduos com feridas crônicas, pertencentes às USF, com necessidade de tratamento mais frequentes. A lotação das 4 unidades varia, sendo que durante 31 de maio 3 de setembro de 2019, a UCC de Leça da Palmeira e da Senhora da Hora tinham 25 vagas, e a UCC de Matosinhos e de São Mamede de Infesta possuíam 20 vagas (Quadro 5.1). A capacidade total nacional do número de lugares em funcionamentos nas ECCI aumentou 1.4% de 2018 para 2019,

sendo cerca de 39% da totalidade da capacidade geral da Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados (Ministério da Saúde, 2019).

Tabela 5.1 - Lotação das UCC/ECCI e doentes em Programa de Tratamento de Feridas em 4 semanas

Unidade de Cuidados Continuados (UCC)	Lotação	Utentes em seguimento por tratamento de feridas	Percentagem de utentes em programa de tratamento de ferida em 4 semanas/unidade
Leça da Palmeira	25	4	16%
Matosinhos	20	7	35%
Senhora da Hora	25	5	20%
São Mamede de Infesta	20	6	30%
Total	90	22	24,4%

Seguidamente, alargou-se a recolha de dados e imagens às restantes 14 USF e UCSP, com utentes com outras tipologias de feridas crônicas, acompanhando o caso dos utentes com critérios de inclusão durante 4 semanas.

5.2.1. Critérios de Inclusão e Exclusão

A amostragem foi do tipo por conveniência, pois os indivíduos foram selecionados através do seu acesso aos cuidados de saúde e, respeitando os seguintes critérios de inclusão: idade superior a 18 anos, diagnóstico de ferida crónica em tratamento na Unidade de Saúde há mais de 4 semanas, assinatura de consentimento informado para disponibilização de imagens para a comunidade científica, mesmo com recurso a assinatura a rogo, por não saber assinar ou por apresentar incapacidade física. Critérios de exclusão alterações cognitivas graves que não permitam a tomada de decisão consciente sobre a participação no estudo, oposição explícita à disponibilidade de imagens num conjunto de dados disponibilizados à comunidade científica, ferida que em tratamento há mais de 4 semanas a sua origem e natureza foi aguda, como por exemplo feridas cirúrgicas, traumáticas, feridas por fricção e queimaduras.

5.3. Instrumentos de Recolha de Imagens e Dados

A recolha de imagens de feridas tem desígnios próprios que influenciam a precisão dos sistemas automatizados de avaliação das dimensões e da quantidade de tecidos presentes no leito da ferida. Na perspetiva de a aquisição de imagens ser realizada, seguindo os mesmos princípios elaborou-se um guião de recolha de imagem baseado na bibliografia disponível sobre esta área tão específica na aquisição de imagem ([Apêndice K](#)). Utilizou-se uma régua de papel não estéril de 15cm com paleta de cores para avaliação do tipo de tecido presente no leito da ferida, que foi preferencialmente colocada na parte inferior da ferida/úlceras no eixo céfalo caudal. Quando tal não foi possível, foi colocada em outra região adjacente à ferida/úlceras, mas sempre que possível no mesmo plano da ferida/úlceras, para não alterar o plano de focagem da imagem. Apesar de mencionado no guião de colheita, nunca se fez uso da utilização de estilete estéril para identificar tunelizações ou a profundidade da lesão, pelas lesões iatrogénicas que poderiam resultar de tal procedimento, assim como o desconforto que certamente provocaria. A distância e o plano de focagem do dispositivo de aquisição de imagem à ferida/úlceras foram mantidos, segundo as orientações descritas na literatura e sob a percepção do investigador, pois não se fez uso de nenhum mecanismo de medição desta distância ou ângulo de focagem.

O instrumento de recolha de dados e imagens é constituído por um n.º de identificação (ID) contínuo conforme momento de recolha, data da recolha, tipo de ferida, localização e topologia da ferida e condições de recolha (distância e/ou recurso a Zoom, ângulo de focagem, luminosidade controlada sem recurso ao flash ou luz acessória e perspetiva que englobe um campo de imagem com recurso a pontos anatómicos de referência), identificação do investigador e do elemento de recolha de imagem através de ID, nome dos ficheiros de armazenamento ([Apêndice L](#)). Quando se utilizou luz acessória, a mesma teve origem noutro dispositivo móvel ou lanterna LED (*Light-emitting diode*) ou algum foco disponível no domicílio ou na unidade de saúde, não tendo sido classificada a sua natureza e origem. No que respeita à avaliação de feridas crônicas foi elaborado à luz da escala RESVECH 2.0, em uso pelos enfermeiros dos CSP, contendo todos os itens da escala e só no item “sinais de infeção ou presença de biofilme” é que sofreu ajustes para descritores passíveis de serem avaliados por imagem ([Apêndice L1](#)).

As características dos 2 dispositivos móveis utilizados para a aquisição de imagem obedeceram à diretriz máxima de densidade de imagem superior ou igual a 10 megapíxeis (Mpx) e estão expostas no quadro seguinte (Quadro 5.2):

Quadro 5.2 - Características dos dispositivos móveis utilizados na aquisição de imagens de feridas crônicas

Dispositivo	Smartphone			Configurações da Câmera		
	Marca	Modelo	Modelo de Câmera	Densidade de Imagem (Mpx) ^a	Resolução (ppi) ^b	Modelo de cores
1	HUAWEY	P20 Lite	ANE-LX1	16	96x96 ppi	sRGB ^c
2	VODAFONE	Smart X9	VFD 820	16	72x72 ppi	sRGB ^c

a. Mpx – Megapíxeis; b. ppi – *pixel per inch*; c. sRGB – Red-Green-Blue standard.

Perspetivou-se que o número de imagens a adquirir pudesse ser razoável, pois a comunidade científica e os organismos de gestão e qualidade dos cuidados prestados na ULS Matosinhos preconizam que a reavaliação das UPP ou feridas crônicas seja realizada mensalmente, ou sempre que o protocolo de tratamento seja alterado por não evolução favorável da cicatrização (Pinto, Carvalho, Farelo, Pereira, & Botelho, 2014). Num estudo realizado entre janeiro de 2005 e outubro de 2015, num centro de telemedicina de cuidado à ferida, verificou-se alteração do protocolo de tratamento em 64% das primeiras visitas realizadas pelo enfermeiro perito (Sood, et al., 2016), o que nos poderia ter dado a perspetiva de obtenção de elevado número de imagens e avaliações, se de uma realidade semelhante se tratasse.

Os constrangimentos evidenciados pela impossibilidade de colaboração dos enfermeiros do ACeS de Matosinhos, na recolha de dados e imagens de feridas crônicas, advindos da alteração dos fluxos de trabalho resultou quase em exclusivo, na recolha de imagens a cada agendamento com possibilidade de presença do investigador, resultando em imagens mais similares, em termos de condições de aquisição, durante as 4 semanas de observação.

As imagens foram gravadas em formato *Joint Photographic Expert Group* (JPEG) e o seu armazenamento foi realizado num servidor privado e seguro, nas instalações da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) e da Escola Superior de Enfermagem do Porto (ESEP). Todas as imagens adquiridas foram gravadas em ficheiro com data de recolha. Nas feridas maiores e com topografia mais complexa para aquisição de imagem plana foram recolhidas várias imagens com a possibilidade de reconstrução destas imagens em plano bidimensional (2D) ou fez-se recurso

a vídeo, do qual também se poderá fazer reconstrução tridimensional (3D) ou recolher vários *frames* da mesma ferida/úlceras.

5.4. Dados Sensíveis na área da Saúde e Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD)

Os dados em saúde são essenciais para o seguimento e acompanhamento dos utentes, para o ensino e aprendizagem dos profissionais de saúde e para alimentarem a investigação científica e o desenvolvimento da Medicina, e são importantes para várias questões ético legais. Os dados pessoais como nome, ID, morada e contatos telefónicos são informações relativas a pessoas singulares e que as podem identificar ou torná-las identificáveis, pelo que no processo de recolha, consulta, tratamento, divulgação, armazenamento, recuperação ou destruição dos dados se deve assegurar o cumprimento dos desígnios do Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD) (Secretaria-Geral da PCM, 2018). Existem dados que são classificados como sensíveis, como a origem racial ou étnica, dados genéticos, dados biométricos e dados relativos à saúde ou à vida sexual, que pelo seu potencial de identificar inequivocamente um indivíduo, o seu tratamento só será possível em casos excecionais (Secretaria-Geral da PCM, 2018). Estes dados têm que se tornar anonimizados e assegurar o seu devido armazenamento.

As imagens de pessoas ou partes corporais também são consideradas um dado sensível, pelo que além do consentimento para a sua recolha se devem manter os cuidados no tratamento e armazenamento das mesmas. As medidas de segurança a adotar na recolha, processamento e circulação dos dados sensíveis são: definição de perfis de acesso e palavras passe e a sua atualização constante, separação em ficheiros distintos e não relacionáveis de dados pessoais e dados de saúde, utilização de cópias de segurança da informação e a sua posse manter-se apenas acessível ao administrador do sistema ou investigador, e a circulação de dados e informação em rede deve ser cifrada (Comissão Nacional de Proteção de Dados, 2015). O prazo de conservação dos dados é a prevista para a consecução da finalidade do estudo, que neste caso seriam os 5 anos (Comissão Nacional de Proteção de Dados, 2015), mas como se prevê que a resposta da comunidade científica aos desafios em visão computacional possa necessitar de um período mais longo para o desenvolvimento, aperfeiçoamento e aplicação da tecnologia, pediu-se uma prorrogação da utilização das imagens de feridas crônicas por um período de 10 anos ([Apêndice J](#)).

5.4.1. Comissão Local de Proteção e Segurança da Informação (CLPSI)

O RGPD prevê a criação de Comissões Locais de Proteção de Dados e a nomeação do Encarregado de Proteção de Dados, que articulam o cumprimento previsto no regulamento e na Lei da Investigação Clínica, no que concerne à responsabilidade sobre o tratamento de dados pessoais e de saúde. Contudo, ao investigador incumbe-lhe o dever de informação e obtenção do consentimento prévio dos participantes, e a obrigação de assegurar o processamento dos dados pessoais e de garantia da confidencialidade do estudo (Comissão Nacional de Proteção de Dados, 2015). Com a criação recente da referida comissão na ULS de Matosinhos foi pedido posteriormente, ao parecer da Comissão de Ética, o parecer à Comissão Local de Proteção e Segurança da Informação (CLPSI) em formulário próprio, que foi favorável e, que incumbe ao investigador os deveres de confidencialidade e segurança dos dados inerentes à natureza do estudo ([Apêndice M](#)).

5.4.2. Comissão de Ética e Consentimento Informado, Esclarecido e Livre

O projeto do estudo seguiu o circuito interno no âmbito de estudos, investigação clínica e trabalhos académicos a realizar na ULS de Matosinhos, antes de ser proposto à Comissão de Ética seguiu os tramites impostos aos estudos desenvolvidos no ACeS de Matosinhos. O projeto foi acompanhado de cronograma e do consentimento informado, esclarecido e livre elaborado conforme Norma n.º 015/2013 de 03/10/2013, da Direção-Geral de Saúde (DGS), atualizada a 4/11/2015 ([Apêndice N](#)). Portanto, o referido projeto foi analisado pelo grupo de investigação do ACeS, antes de ser enviado ao Coordenador da Unidade e ao Conselho Clínico e de Saúde e, posteriormente foi proposto à Comissão de Ética, que a 10 de Maio de 2019 deu parecer favorável à sua realização ([Apêndice O](#)). Finalmente, o parecer da Comissão de Ética e as restantes autorizações foram remetidos ao Conselho de Administração da ULS de Matosinhos, pelo Serviço de Gestão da Informação e do Conhecimento acompanhados de requerimento ao Conselho de Administração ([Apêndice P](#)), que autorizou a realização do estudo.

5.5. Apresentação e Análise dos Resultados

O estudo observacional e transversal desenvolve-se numa perspetiva descritiva e analítica dos fenómenos em análise. Tendo em conta, a finalidade do estudo e os dados necessários para a concretização do mesmo, elaboraram-se os instrumentos de recolha de dados e imagens essenciais e as respetivas bases de dados, seguindo as normas de confidencialidade e segurança dos dados. O instrumento de recolha de dados e imagem encontra-se dividido em 3 partes: identificação da ferida/úlceras, condições de aquisição e armazenamento de imagem e características de avaliação da ferida crónica, segundo a escala RESVECH 2.0.

As ferramentas utilizadas para a construção das bases de dados e para a apresentação e análise dos resultados foram o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 25 (IBM® Corporation, New York – EUA), e o Microsoft® Excel (*Microsoft® Corporation, Albuquerque, New Mexico – EUA*). A maioria das variáveis são categóricas nominais (como o tipo de ferida crónica, a sua localização e topologia; as várias condições de aquisição de imagem; etc.) e algumas são ordinais (como a categoria da UPP e a profundidade ou tecidos envolvidos). Existem algumas variáveis numéricas contínuas ou discretas que se prendem com as dimensões das feridas (comprimento, largura e área) e a quantidade de tecidos presentes no leito da ferida em percentagem. As variáveis foram analisadas através de estatística descritiva e, em alguns casos, mais especificamente variáveis ordinais, recorreu-se à associação entre variáveis para comprovar alguns pressupostos clínicos através do coeficiente de concordância tau-b de Kendall.

Os resultados dependeram do número de utentes em tratamento por ferida crónica nas 18 unidades no período do estudo e que aceitaram participar no estudo, da possibilidade de acompanhamento do investigador perante os agendamentos programados e do número de perdas de seguimento decorrente dos estudos transversais e prospetivos. Verificou-se que o tipo de feridas crónicas variou consoante os dois tipos de tipologia de cuidados principais, no domicílio mais doentes dependentes e, por isso, com UPP e feridas malignas ou oncológicas e, nas unidades de saúdes mais úlceras venosas e arteriais. As dimensões da ferida, quantidade dos tecidos presentes no leito da ferida e outras características das feridas crónicas não variaram muito ao longo do tempo e entre contextos, porque a avaliação e tratamento das feridas crónicas são sempre objeto da atividade assistencial de enfermeiros. Contudo nas UCC, como a magnitude das feridas crónicas e a exigência de cuidados são maiores, assim como, a lotação de utentes é menor a intervenção

dos enfermeiros e a efetividade na evolução das feridas pode-se verificar. A relação entre a identificação do tipo de lesão e a sua classificação pelos enfermeiros de família/ECCI e pelo investigador poderá variar, porque o momento temporal da observação pelo investigador não será o do diagnóstico inicial. Relativamente à etiologia da ferida crónica, o investigador além da observação presente, tem de se basear na descrição da história da ferida, por parte do utente/pessoa significativa ou enfermeiro de família/ECCI.

5.5.1. Avaliação das características do Conjunto de Imagens de Feridas Crónicas

Os dados apresentados são referentes a imagens de feridas crónicas recolhidas entre o dia 31 de maio e 30 de novembro de 2019, nas 18 unidades funcionais do ACeS de Matosinhos. O número de utentes incluídos, no período de recolha de imagens de feridas crónicas foi de 74 e o número de feridas crónicas elegíveis foram de 129 (Tabela 5.2).

Uma das estratégias de recolha de imagens adotadas para facilitar o seguimento dos utentes, durante pelo menos 4 semanas foi a divisão das unidades de saúde por tipologia de cuidados. Como podemos observar na Tabela 5.2, nas 4 UCC foram seguidos 22 utentes com 56 feridas crónicas diferentes e nas restantes 14 USF e UCSP seguimos 52 utentes com 73 feridas crónicas. O número médio de visitas realizado nas 4 UCC aos 22 utentes foi de 2.8 visitas e cada utente apresentava em média 2.5 feridas ou úlceras (Tabela 5.2). Nas USF e UCSP, o número médio de visitas foi de 1.8 e cada utente apresentava 1.4 feridas ou úlceras crónicas (Tabela 5.2). No total o nº de visitas às 18 unidades funcionais do ACeS de Matosinhos foi de 153, o que representou um valor médio de visitas de 2.1 por utente. O n.º de feridas por utente nas duas tipologias de cuidados do ACeS de Matosinhos foi de 1.7, que em comparação com uma análise de um projeto de telecuidados a feridas crónicas em França, entre janeiro de 2005 e outubro de 2015, onde seguiram 5 795 doentes com uma média de 1.6 feridas por doente (Sood, et al., 2016).

Tabela 5.2 - Frequências absolutas do número de utentes, feridas crónicas e visitas nas diferentes unidades do ACeS de Matosinhos

Tipologia de Cuidados	N.º Utes	N.º Feridas Crónicas	N.º de Visitas	Nº médio de Feridas/Utente	Nº médio de Visitas/Utente
UCC/ECCI	22	56	62	2.5	2.8
USF e UCSP	52	73	91	1.4	1.8
TOTAL	74	129	153	1.7	2.1

UCC/ECCI – Unidade de Cuidados na Comunidade/Equipas de Cuidados Continuados Integrados; USF – Unidades de Saúde Familiar e UCSP – Unidades de Cuidados de Saúde Personalizados.

As imagens recolhidas seguiram o guião de recolha de imagens elaborado pelo investigador e todas as tentativas tiradas foram armazenadas. Conjuntamente foi realizada a recolha de dados das **características da ferida**, da sua **identificação** e das **condições de recolha de imagem** e os dados foram armazenados em base de dados.

Recolheram-se mais de 1500 imagens de feridas crónicas e nas feridas mais extensas recolheram-se múltiplas imagens e também se recolheram imagens de vídeo. Contudo, em cada momento selecionou-se uma imagem ou um conjunto de imagens atendendo à qualidade da imagem e condições de aquisição. Nas situações em que as dimensões das feridas não permitiam a recolha de uma imagem para a observação global foram armazenadas mais do que uma imagem, que permitissem a completa documentação das características das feridas crónicas. Este procedimento resultou na recolha de 284 imagens de feridas crónicas (Tabela 5.3): 140 imagens de feridas no

contexto de UCC/ECCI e 144 nas restantes Unidades de Saúde. Nas situações que foi necessário recolher mais imagens para poder abranger a totalidade da observação da ferida foram recolhidas mais 14 imagens das feridas em contexto de UCC/ECCI de 7 observações diferentes e mais 34 imagens e 23 vídeos de 10 observações diferentes, nas feridas nos contextos de USF e UCSP (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 - Número de imagens e vídeos de feridas crônicas recolhidos nos diferentes contextos de cuidados

Tipologia de Cuidados	Imagens	Múltiplas Imagens		Imagens de Vídeo
		Obs	N.º	
UCC/ECCI	140	7	14	0
USF e UCSP	144	10	34	23
TOTAL	284	17	48	23
	301			

UCC/ECCI – Unidade de Cuidados na Comunidade/Equipas de Cuidados Continuados Integrados; USF – Unidades de Saúde Familiar e UCSP – Unidades de Cuidados de Saúde Personalizados.

O procedimento de recolha de imagem decorreu sempre após a remoção do penso e da limpeza do leito da ferida e da pele circundante, tendo sido colocada uma régua com paleta de cores, quase sempre na parte inferior da ferida para facilitar a posterior observação das características estruturais (dimensões, forma, localização anatómica) e funcionais da ferida (tecidos presentes no leito da ferida, sinais de infeção, etc.). Nos primeiros 143 registos de avaliação de ferida, em 7 feridas crônicas, no mesmo momento foi retirada uma fotografia antes e depois de o enfermeiro ter realizado desbridamento cirúrgico. Nas restantes imagens, a técnica de desbridamento realizada foi desbridamento mecânico com soro fisiológico sob pressão. Nos doentes seguidos nas USF e UCSP só em 4 casos se realizou desbridamento cirúrgico.

As **condições de recolha de imagens** foram quase sempre mantidas, no que respeita às configurações da câmara dos 2 dispositivos móveis utilizados e ajustadas às situações particulares de posição e alinhamento corporal, à topologia e topografia da área a fotografar e às condições de iluminação natural. O tamanho da imagem em píxeis varia conforme a dimensão da imagem adquirida, mas a resolução é diferente nos dois dispositivos. A utilização da configuração de zoom e flash foi sempre mantida nos dois dispositivos móveis utilizados. No dispositivo 1, com câmara modelo ANE-LX1 de resolução 96x96ppp, o modo de Zoom configurado foi “Zoom digital 1” e o modo de Flash utilizado foi “Sem flash” ou “Sem flash, automático” (Figura 5.1).

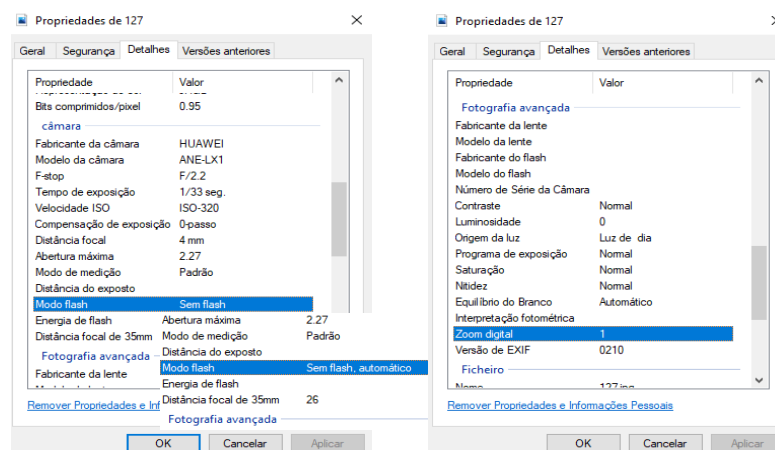


Figura 5.1 - Configurações de Zoom e Flash da câmara do dispositivo móvel 1.

No dispositivo 2, com câmera modelo VFD 820, com resolução 72x72ppp, o modo de Zoom utilizado, não se encontra designado e o modo de Flash designado por “Sem flash, obrigatório” (Figura 5.2).

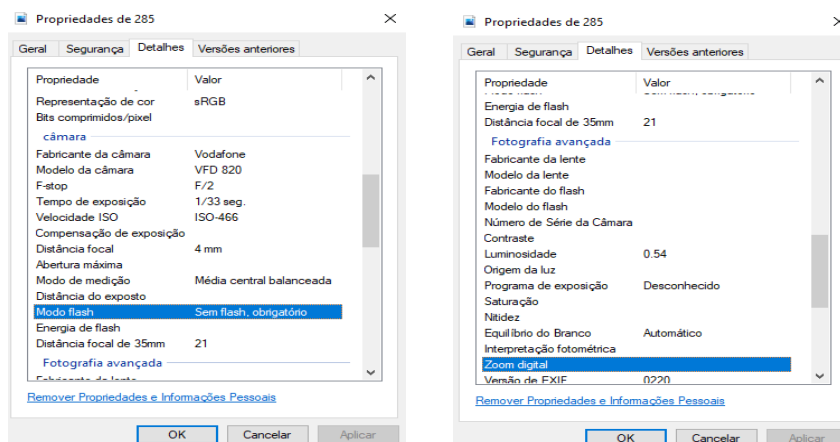


Figura 5.2 - Configuração de Zoom e Flash da câmera do dispositivo móvel 2.

A maior parte das imagens (296 – 98.3%) foram adquiridas com o dispositivo 1 (*Huawei P20 Lite, Huawei Technologies Co., Ltd, Portugal*), e só 5 (1.7%) imagens foram adquiridas com o dispositivo 2 (*Vodafone Smart X9, Vodafone Group 2018, Portugal*), com auxílio de um enfermeiro da prestação de cuidados. Contudo, resultou em 315 observações segundo a escala RESVECH 2.0, pois houve imagens que tinham mais do que uma ferida para ser avaliadas.

A distância do dispositivo de aquisição à ferida, sem uso de nenhuma tecnologia para essa medição ou standardização, como os feixes de luz laser, é difícil de medir e/ou manter, mas o investigador teve a percepção que respeitou a distância de 30 cm em 308 (97.8%) das situações de aquisição, e só em 7 momentos (2.2%) é que considera que a distância não foi respeitada.

A aquisição da imagem num plano perpendicular à ferida, como forma de minimizar erros no cálculo do tamanho da ferida, permitir a comparação entre capturas de imagem e a câmera não criar sombras na imagem pela sua posição, segundo a percepção do investigador foi mantida em 272 (86.3%) momentos e o investigador teve a percepção de não cumprir em 43 (13.7%) das situações.

A utilização da luz natural em ambientes fechados foi suficiente em 292 (92.7%) das situações de aquisição de imagens de feridas crônicas e em 23 (7.3%) situações o investigador recorreu a luz adicional através de lanterna acessória. Outras configurações de câmera e espaço de cor standard RGB (s-RGB) podem ser observadas nas imagens e respetiva informação fornecida através de visualização disponível nos dispositivos móveis (Figura 5.3).

Os pontos anatómicos de referência foram enquadrados na imagem, mas não foram assinalados especificamente: 16 imagens (5.1%) não têm nenhuma referência anatómica, que ajude a localizar a topologia da ferida e 8 situações (2.5%) não foi necessário nenhum ponto anatómico para poder identificar a localização e/ou topologia da ferida. Na maior parte das situações foi identificado um ponto anatómico (291 – 92.4%), como por exemplo, calcâneo, dedos do pé, tornozelo, que pode ser referência para a reconhecimento da localização e/ou topologia anatómica da ferida crônica.

A **tipologia de feridas crônicas** é diversificada nos diferentes contextos, devido ao tipo de acessibilidade e necessidades, que os utentes e famílias têm na procura dos serviços de saúde. Nos 315 registos de observações, 139 foram de observações nas 4 UCC/ECCI e 176 foram observações nas restantes unidades (USF e UCSP).

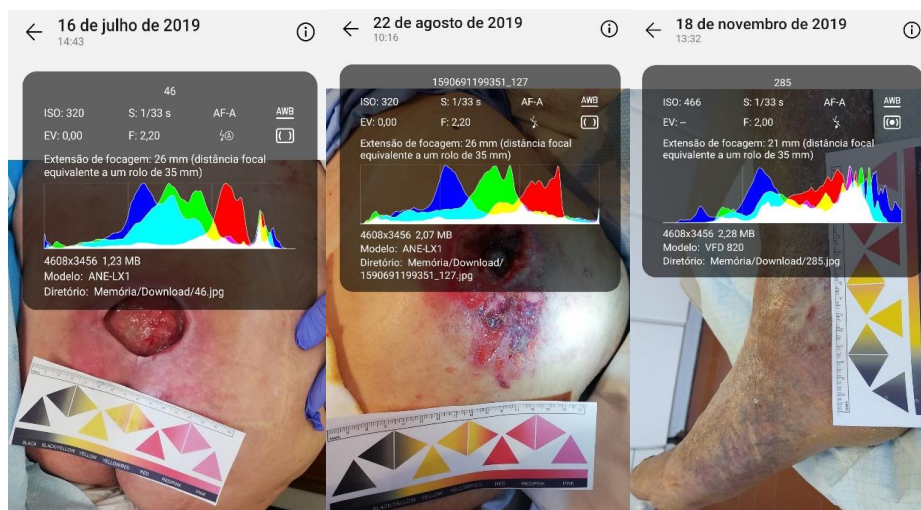


Figura 5.3 - Outras configurações de câmara dos dispositivos móveis.

Nas UCC/ECCI, as imagens de feridas crônicas (Tabela 5.4) mais comuns foram as UPP, que conseguiram proporcionar 87.0% das imagens recolhidas, seguidas das feridas malignas ou oncológicas com 7.2% e, por fim, as úlceras de perna de etiologia mista com 2.9%, e as úlceras venosas com 2.9%. Nas USF e UCSP, as feridas mais comuns (Tabela 5.4) são as úlceras venosas que proporcionaram 79,5% das imagens recolhidas, seguidas das úlceras de perna de etiologia mista com 8.0%, as úlceras de pé diabético proporcionaram 6.2% de imagens, e as úlceras arteriais e as feridas malignas ou oncológicas originaram 2.3% das imagens recolhidas para cada tipo.

Tabela 5.4 - Frequência de imagens de feridas crônicas por tipologia de cuidados de saúde

Tipo de ferida	Tipologia de Cuidados de Saúde Primários					Total	%
	UCC/ ECCI	%	USF - cuidados domiciliários	USF	%		
Úlcera de perna (mista)	4	2.9	8	6	8.0	18	5.7
Úlcera venosa	4	2.9	3	137	79.5	144	45.7
Úlcera arterial	0	0	0	3	1.7	3	1.0
Úlcera de pé diabético	0	0	0	11	6.2	11	3.5
Úlcera por pressão (UPP)	121	87.0	4	0	2.3	125	39.7
Ferida Maligna	10	7.2	2	2	2.3	14	4.4
Total	139	100	17	159	100	315	100

UCC/ECCI – Unidade de Cuidados na Comunidade/Equipas de Cuidados Continuados Integrados; USF – Unidades de Saúde Familiar e UCSP – Unidades de Cuidados de Saúde Personalizados.

No total dos 315 registos de observações, sem analisar com o contexto de cuidados (Tabela 5.4), as imagens mais frequentes são as imagens de úlceras venosas (144 – 45.7%), de seguida as imagens

de UPP (125 – 39.7%), as úlceras de perna de etiologia mista (18 – 5.7%), as úlceras arteriais (3 – 1%), úlceras de pé diabético (11 – 3.5%) e as feridas malignas (14 – 4.4%).

A classificação das feridas malignas ou oncológicas subdividiu-se em feridas pré-malignas (2 imagens), feridas malignas (8 imagens) ou feridas paraneoplásicas (4 imagens) em relação ao momento de avaliação e ocorrência da ferida. A localização das imagens de feridas malignas foi mais frequente na mama e nas pernas com a mesma frequência (42.9%) e 14.2% ocorreu no coto de amputação de um braço.

A **localização das feridas crônicas** é uma característica que pode ser mais constante em determinadas localizações em função do tipo de ferida, o que pode permitir que os Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADC) ou os algoritmos de processamento de imagem possam aprender estas características nas imagens. A localização das UPP nesta amostra de imagens foi mais frequente no trocanter (31.2%), região sacro (20.8%), calcâneos (16%) e na região das costas (8.8%). Nas úlceras venosas a localização mais frequente foi verificada no tornozelo (70.1%), na perna (29.7%). Nas úlceras de perna de etiologia mista, a localização mais frequente foi também no tornozelo (55.6%) e 22.2% na perna e no pé. A localização das úlceras de pé diabético foi mais frequente no pé (81.8%) como a própria designação o dita, mais especificamente no hálux (36.4%) e no dedo mínimo (9.1%). As 3 imagens de úlceras arteriais localizam-se no tornozelo (100%).

As UPP, como as outras feridas crônicas são avaliadas, tendo em conta classificações e grelhas de avaliação aceites internacionalmente. Na grelha utilizada para avaliar as feridas crônicas utilizou-se unicamente a Classificação do *National Pressure Ulcer Advisory Panel* (NPUAP) (2016), que categoriza as UPP em categorias, conforme o atingimento dos tecidos em profundidade, e consequentemente, com o nível de gravidade. A categoria mais frequente foi a categoria 4 com 48.8%, de seguida a categoria 3 com 33.6%, a categoria 2 com 13.6% e a categoria “Inclassificável”, com 4%. O atingimento dos tecidos em profundidade está relacionado com a categoria da UPP, pelo que 48.0% dos casos atingiram o osso e/ou tecidos anexos, 21.6% a hipoderme, 20.8% o músculo e 9.6% a derme e epiderme. Relacionando estas duas variáveis pode observar-se que as UPP de categoria 2 apresentam atingimento da derme epiderme em 52.9% dos casos e 47.1% apresentam atingimento da hipoderme; as UPP de categoria 3 preferencialmente têm atingimento da hipoderme (45.2%) e do músculo (40.5%); as UPP de categoria 4 maioritariamente apresentam atingimento do osso e/ou tecidos anexos em 90.2% dos casos e só 9.8% apresentam atingimento do músculo (Tabela 5.5).

O coeficiente tau-b de Kendall para avaliar a concordância entre a classificação da categoria da UPP e a profundidade dos tecidos envolvidos evidencia uma concordância moderada (0.684, $p=0.01$) nesta classificação realizada no local da observação, o que evidencia uma relação entre a atribuição da categoria da UPP e sua gravidade, com os tecidos atingidos em profundidade.

A **tunelização** é uma complicação que nesta amostra de imagens de feridas crônicas só se verifica nas UPP e, dentro desta tipologia de feridas, ocorreu em 50.4% dos casos. Nas situações em que ocorre na UPP foi classificada na categoria 4 (88.9%), 9.5% está classificada na categoria 3 e 1.6% na categoria 2. O coeficiente tau-b de Kendall para avaliar a concordância entre a presença de tunelização e a classificação da categoria da UPP evidencia uma concordância moderada (0.641, $p=0.01$), o que na realidade confirma que esta complicação ocorreu mais frequentemente nas UPP das categorias mais graves (categoria 3 e 4). Nas imagens de UPP da categoria “Inclassificável”, o

investigador conseguiu supor que 60% dos casos haveria atingimento do músculo e 40% da derme epiderme.

Tabela 5.5 - Distribuição da profundidade dos tecidos envolvidos com a categoria da úlcera por pressão

Profundidade ou tecidos envolvidos	Categoria Úlcera por Pressão							
	Categoria 2	%	Categoria 3	%	Categoria 4	%	Inclassificável	%
Pele intacta/cicatrizada	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Derme epiderme afetada	9	52.9	1	2.4	0	0.0	2	40
Hipoderm e afetada	8	47.1	19	45.2	0	0.0	0	0.0
Músculo afetado	0	0.0	17	40.5	6	9.8	3	60
Ossos e/ou tecidos anexos	0	0.0	5	11.9	55	90.2	0	0
Total	17	100	42	100	61	100	5	100

As **características dos bordos e da pele circundante** são importantes para a avaliação da cicatrização das feridas crônicas, pois descrevem a condição dos tecidos adjacentes e a extensão das lesões debaixo da pele. Em relação à pele circundante 47.2% das UPP apresentam a pele circundante macerada, situando-se a maioria dessas úlceras classificadas na categoria 4 (30.4%) e 15.2% na categoria 3. Os bordos encontravam-se delimitados em 45.9 % e danificados em 31.1% das UPP de categoria 4, difusos em 47.6% e danificados em 28.6% das UPP de categoria 3. Nas UPP de categoria 2, 41.2% dos bordos encontram-se difusos e 35.3% dos bordos não se encontravam distintos, sendo difícil a delimitação dos bordos da ferida nesta categoria de UPP.

Nas úlceras venosas a característica da pele circundante mais frequente nas imagens foi a pele seca com 24.3%, seguida da pele macerada com 23.6% dos casos, pele ruborizada com 22.9% e da pele edemaciada com 22.2%. A característica dos bordos mais frequente nas úlceras venosas foi os bordos delimitados em 35.4% dos casos, seguido dos bordos difusos em 27.8%, em 20.8% os bordos espessados e 13.9% os bordos danificados.

Nas úlceras de perna de etiologia mista, a pele seca ou macerada foram a característica mais frequente com 38.9% dos casos cada uma, seguida da pele edemaciada com 16.7% e a da pele ruborizada com 5.6%. Quanto às características dos bordos nas úlceras de perna de etiologia mista, a característica mais frequente com 38.9% dos casos foi os bordos delimitados, seguida dos bordos difusos ou espessados com 11.1% dos casos, em cada característica.

As úlceras de pé diabético apresentam mais frequentemente pele seca na região adjacente à úlcera em 54.5% dos casos, pele macerada em 35.4% e 9.1% dos casos sem alterações. A característica dos bordos mais presente nas úlceras de pé diabético foi os bordos delimitados com 45.5% dos casos, seguida dos bordos espessados em 36.4% dos casos e 9.1% dos casos com bordos danificados ou não distintos. As úlceras arteriais apresentam a mesma frequência de pele circundante edemaciada, ruborizada e macerada com 33.3% dos casos cada. Relativamente às características

dos bordos, as úlceras arteriais apresentam 66.7% dos casos de bordos danificados e 33.3% de bordos delimitados.

As feridas malignas apresentam a pele circundante seca em 64.3% dos casos ou ruborizada em 28.6%. Os bordos neste tipo de ferida crônica apresentam-se mais frequentemente difusos em 35.7% dos casos, e em 21.4% dos casos apresentam-se espessados, delimitados ou não distintos.

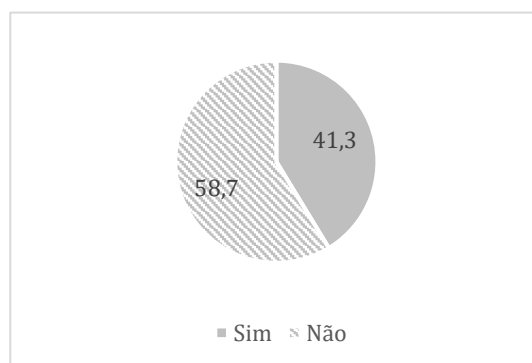
Os **sinais de infecção** registados pelo investigador só foram os passíveis de poderem também ser avaliados através de imagem digital, como forma de à posteriori poderem ser observados através de fotografia. Contudo, a presença e quantidade de exsudado é avaliada de uma forma empírica, pois a maior parte deste é removida com o penso e o investigador registou o que observou sem ter registado a imagem do penso removido. Assim sendo, o sinal de infecção ou presença de biofilme mais frequente nas UPP foi o exsudado purulento em 36.8% das imagens e em 11.2% presença de tecido friável ou facilmente sangrante. As úlceras venosas apresentavam exsudado purulento em 34.7% dos casos e 19.4% dos casos sem sinais de infecção ou presença de biofilme. Os sinais de infecção ou de presença de biofilme mais presentes nas úlceras de perna de etiologia mista foram não apresentar qualquer sinal em 38.9% dos casos ou presença de exsudado purulento em 33.3% dos casos. As úlceras de pé diabético em 81.8% dos casos não evidenciavam qualquer sinal de infecção ou presença de biofilme e apresentavam em 18.2% dos casos descoloração dos tecidos. As úlceras arteriais apresentavam como sinais de infecção ou presença de biofilme em 66.7% dos casos edema perilesional ou sem sinais de infecção em 33.3% dos casos. As feridas malignas mais frequentemente ou não apresentavam nenhum sinal de infecção ou presença de biofilme ou apresentavam tecido friável ou facilmente sangrante em 42.9% dos casos em cada e em 14.2% dos casos apresentavam eritema perilesional. A relação em termos de concordância entre as características da pele circundante e os sinais de infecção ou presença de biofilme, segundo o coeficiente de tau-b de Kendall evidencia uma concordância fraca (0.145, $p=0,01$), pelo que não existe relação entre a presença de exsudado purulento e a ocorrência de alterações na pele circundante.

A presença e quantidade dos tecidos presentes no leito de uma ferida crônica são utilizados para avaliar a evolução do processo de cicatrização e para a tomada de decisão na gestão e tratamento da ferida crônica. Nos 315 registos de imagens de feridas crônicas, 90.8% das imagens não apresentam tecido necrosado e 9.2% apresentam tecido necrosado (Figura 5.4). Quanto ao tecido cicatrizado, 58.7% não apresentam e 41.3% apresentam tecido cicatrizado (Figura 5.5), o que reflete à cerca da cronicidade da ferida e atraso no processo de cicatrização.

Figura 5.4 - Presença de tecido necrosado nas imagens de Feridas Crônicas.



Figura 5.5 - Presença de tecido cicatrizado nas imagens de Feridas Crônicas.



As características mensuráveis da ferida como o comprimento, largura, área e a percentagem dos 3 principais tipos de tecidos no leito da ferida foram analisadas em relação às medidas de tendência central e de dispersão. O comprimento e a largura foram medidos na ferida através de régua graduada até 15 cm e através deles foi calculada a área de superfície da ferida, supondo que é um quadrado. A média do comprimento foi de 5.3, no intervalo de [0.4 – 21] cm, a média da largura 3.5, no intervalo de [0.3 – 14] cm e a área média foi 27.3, no intervalo de [0.12 – 230] cm² (Tabela 5.6). Em relação à mediana da área de superfície da ferida, 50% dos casos apresentam área inferior a 10.57 cm² (Tabela 5.6), o que divide a amostra aproximadamente nos 10.6 cm², ponto de corte habitual para a análise de imagens nos estudos analisados no Capítulo 4. Os 10 cm² de área de uma ferida, segundo alguns autores é o ponto, a partir do qual, o erro de cálculo da área com régua aumenta (Khoo & Jansen, 2016) e, a partir do qual, alguns softwares de medição são mais precisos (Eberhardt et al., 2016).

A percentagem de tecidos presentes no leito da ferida foi avaliada através da observação visual direta, com auxílio de uma paleta de cores adjacente à régua graduada, pertencente ao *core* de conhecimento do *continuum* de avaliação da cicatrização da escala TIME (*Tissue, Inflammation/Infection, Moisture, Edge/Epithelialisation*). As 3 variáveis da percentagem de tecidos presentes no leito da ferida (tecido de epitelização, tecido de granulação e tecido desvitalizado) apresentam um valor mediano da sua percentagem de 10, 40 e 20, respetivamente (Tabela 5.6). A relação entre os 3 tipos de tecidos presentes no leito da ferida apresentam uma correlação de Spearman negativa, que sugere uma inversão na constituição de tecidos no leito da ferida. Se a ferida apresenta maior quantidade de tecido de epitelização, então a quantidade de tecido de granulação ($r = -0.470$, $p = 0.01$) e desvitalizado ($r = -0.374$, $p = 0.01$) é inferior. Se a quantidade de tecido de granulação for maior, então a quantidade de tecido desvitalizado é inferior ($r = -0.555$, $p = 0.01$).

Tabela 5.6 - Análise estatística das características mensuráveis da ferida

Medidas de Sumário	Comprimento da ferida (cm)	Largura da ferida (cm)	Área da ferida (cm ²)	% tecido epitelização	% tecido de granulação	% tecido desvitalizado
Válido	314	314	314	315	315	315
n						
Omisso	1	1	1	0	0	0
Média	5.29	3.47	27.26	23.25	44.03	29.78
Mediana	4.00	3.00	10.57	10.00	40.00	20.00
Modo	3.00	3.00	1.50	10.00	80.00	0.00
Desvio Padrão						
Mínimo	0.40	0.30	0.12	0.00	0.00	0.00
Máximo	21.00	14.00	230.00	100.00	100.00	95.00

A relação da área da ferida crónica com a percentagem dos vários tecidos presentes, no leito da ferida apresenta uma correlação de Pearson positiva entre a área e o tecido de granulação ($r = 0.166$, $p = 0.003$) e desvitalizado ($r = 0.181$, $p = 0.001$) e uma correlação de Pearson negativa entre a

área e o tecido epitelial ($r = -0.172$, $p = 0.002$). Estes resultados indicam uma correlação despersível por apresentarem valores entre 0 e 0.3, positivos ou negativos.

Em suma, a análise das características da ferida vai permitir conhecer as imagens de feridas crônicas adquiridas em vários contextos de cuidados de saúde e vai permitir tomar decisões na anotação do *dataset* e na subdivisão do mesmo. As imagens de feridas crônicas que constituem o *dataset* representam mais imagens de úlceras venosas do que de úlceras por pressão e a contribuição quase equitativa de imagens recolhidas nas USF e UCSP e nas UCC.

As condições de recolha de imagem como a distância do dispositivo à ferida, a posição perpendicular ao plano da ferida, a não utilização de flash e do zoom e a iluminação natural foram mantidas e respeitadas, na maior parte das situações.

As úlceras venosas e de perna de etiologia mista são úlceras habitualmente maiores e mais superficiais. Dentre as úlceras por pressão a categoria mais frequente é a categoria mais grave (categoria 4), e os casos de tunelização verificaram-se mais frequentemente nesta categoria de úlceras por pressão mais grave.

Os bordos da ferida delimitados nas categorias 3 e 4 de úlceras por pressão, nas úlceras venosas, de perna e arteriais ou de pé diabético, a pele circundante macerada nas úlceras por pressão e seca nos restantes tipo de feridas e a presença de exsudado purulento nas úlceras por pressão e úlceras venosas, como sinais de infeção ou de presença de biofilme mais frequentes ou a ausência de sinais de infeção nas úlceras de perna, úlceras arteriais ou de pé diabético e feridas malignas são as características mais presentes nas imagens recolhidas.

O tecido mais presente é o tecido de granulação, seguido do tecido desvitalizado e de epitelização. A percentagem mediana de tecido de granulação e de epitelização somam 50%, enquanto a percentagem mediana de tecido desvitalizado fica nos 20%, podendo concluir-se sobre um status favorável de cicatrização destas feridas crônicas fotografadas. As imagens quase não apresentam tecido necrosado e menos de 50% apresentam tecido cicatrizado. Metade das imagens adquiridas apresentam uma área inferior a 10.6 cm^2 e só cerca de 9% das imagens de feridas crônicas apresentam área inferior a 1 cm^2 , de mais difícil delimitação e avaliação.

Capítulo 6

Comparação da Avaliação através da Observação Direta com a Observação através de Imagens por Peritos

A avaliação visual das feridas crónicas é uma tarefa que se reveste de subjetividade. Existe uma multiplicidade de métodos e escalas de avaliação das feridas crónicas e de observadores envolvidos em todo o processo, o que ainda aumenta o grau de subjetividade da avaliação das feridas crónicas.

A utilização de fotografia para avaliação de feridas não pode substituir o exame clínico, mas a fotografia é um complemento útil e fácil de partilhar para a investigação e na consultadoria em cuidados especializados à ferida (Sood, et al., 2016). Porém, os estudos de Thompson et al. (2013) e Izaka et al. (2011) sugerem que a concordância intra e interobservadores da avaliação de feridas através da fotografia, associada a uma escala de avaliação de ferida apresentam uma boa concordância, mesmo quando avaliados em termos dos parâmetros da escala *revised-Photographic Wound Assessment Tool* (Rev-PWAT), comparando a avaliação no local ou através de imagem digital. E a utilização da imagem da ferida para detetar a presença de úlceras por pressão (UPP) por peritos de locais diferentes (Baumgarten et al., 2009) também apresentou uma boa performance do método, evidenciando que esta avaliação poderá variar mediante a experiência do observador, na avaliação de feridas e na utilização do método. Seria importante identificar este grau de subjetividade implícito a estes métodos tradicionais de avaliação direta da ferida crónica e encontrar um método de avaliação de feridas baseado em imagem digital menos subjetivo e assente em itens validados para uma avaliação através de imagem digital.

O contexto de gestão de feridas crónicas, em Portugal, é preferencialmente atribuído e desempenhado por enfermeiros, mas o longo processo de cicatrização destas feridas crónicas origina que, dentro desta classe profissional, sejam vários os profissionais a avaliá-la e a prestar-lhe cuidados.

6.1 Desenho e Objetivos do Método de Comparação

O propósito desta fase do estudo surge da perceção do investigador durante a fase de aquisição de imagens, que o observado junto à “cabeceira do doente”, por vezes, não ficava registado da mesma forma na imagem digital recolhida e, como já fomos referindo ao longo desta dissertação são muitos os fatores que contribuem para esta subjetividade na observação. Desta forma, pretendeu-se avaliar as características das feridas crónicas passíveis de serem observadas através de imagem digital, numa fase posterior, por enfermeiros peritos. Esta fase do estudo reveste-se de um cariz descritivo, analítico e retrospectivo das variáveis em análise capazes de serem comparadas nas duas avaliações direta e indireta e apresenta os seguintes objetivos:

- Comparar os resultados das diferentes variáveis que caracterizam uma ferida crónica nas duas avaliações e entre os vários avaliadores;
- Identificar os fatores facilitadores e inibidores do processo de avaliação de feridas crónicas através de imagem digital;
- Implementar melhorias no processo de avaliação de feridas crónicas por vários avaliadores.

No contexto de realização deste estudo existe um Grupo de Gestão e Tratamento de Feridas Crónicas, organizado na instituição de confluência, constituído por 4 enfermeiras peritas em todo o processo de gestão de uma ferida crónica e que desempenham a sua atividade profissional em Cuidados de Saúde Diferenciados (CSD) ou em Cuidados de Saúde Primários (CSP). Estas profissionais foram recrutadas para avaliar o conjunto de imagens de feridas crónicas recolhido pelo investigador, na etapa inicial do estudo, tendo em conta um formulário de recolha de dados e

respeitando uma distribuição cruzada das imagens (Tabela 6.1) para se poder caracterizar a concordância ou fiabilidade interobservadores.

A distribuição das imagens e dos observadores teve em conta as características do conjunto de dados e a experiência profissional em termos de local onde exercem as suas funções, pelo que não houve lugar a validação inicial do processo de avaliação de feridas crónicas.

6.2 Hipóteses e Perguntas de Investigação

A condução de um estudo ou investigação é melhor orientado se o investigador formular as hipóteses que pretende testar ou as questões que o intrigam. De acordo com o estado da arte de avaliação de feridas crónicas, utilizando os métodos tradicionais ou tecnologias de imagem, evidencia-se uma concordância na avaliação intra e interobservadores, no que concerne à avaliação da área, profundidade e volume da ferida, na identificação dos tecidos através de métodos de segmentação. O mesmo não será a percepção do investigador, no que respeita às características de avaliação de uma ferida crónica passíveis de serem avaliadas através de imagem digital (tipo de tecidos presentes no leito da ferida, profundidade dos tecidos envolvidos, características dos bordos e pele circundante, presença de tunelização e sinais de infeção/biofilme) e quanto ao estabelecimento do diagnóstico de ferida crónica, classificação da categoria da UPP e localização anátomo topográfica da lesão. Desta forma, pretende-se validar as seguintes hipóteses nulas:

- ❖ A **identificação da tipologia das feridas crónicas** realizada no local pelo investigador e, à posteriori, através de imagem digital por enfermeiros peritos são iguais.
- ❖ A classificação de **categoria da UPP** é igual entre a avaliação no local realizada pelo investigador e, à posteriori, realizada através de imagem por enfermeiros peritos.
- ❖ A **identificação da localização e da topologia da ferida** realizada no local pelo investigador e à posteriori, através da imagem digital por enfermeiros peritos são iguais;
- ❖ A determinação da presença de **tecido cicatrizado** é igual à avaliação do investigador no local e, a avaliação à posteriori por imagem digital realizada por enfermeiros peritos.
- ❖ A determinação da presença de **tecido necrosado** é igual à avaliação do investigador no local e, a avaliação à posteriori por imagem digital realizada por enfermeiros peritos.
- ❖ A determinação do tipo de **tecidos presentes no leito da ferida** é igual à avaliação do investigador no local e, a avaliação à posteriori por imagem digital realizada por enfermeiros peritos.
- ❖ A determinação da **percentagem de tecidos presentes no leito da ferida** crónica é igual entre a avaliação do investigador no local e, a avaliação à posteriori por imagem digital realizada por enfermeiros peritos.
- ❖ A determinação da **profundidade dos tecidos envolvidos** é igual entre a avaliação do investigador no local e, a avaliação à posteriori por imagem digital realizada por enfermeiros peritos.
- ❖ A determinação da **presença de tunelização** é igual a avaliação do investigador no local e, a avaliação à posteriori por imagem digital realizada por enfermeiros peritos.
- ❖ A caracterização da **pele circundante à ferida** é igual entre a avaliação realizada no local pelo investigador e, à posteriori, realizada por enfermeiros peritos através de imagem digital.
- ❖ A caracterização dos **bordos da ferida crónica** é igual entre a avaliação realizada no local pelo investigador e, à posteriori, realizada por enfermeiros peritos através de imagem digital.

- ❖ A determinação de **sinais de infeção/biofilme** é igual entre a avaliação realizada no local pelo investigador e, à posteriori, realizada por enfermeiros peritos através de imagem digital.

A questão de investigação que orienta esta fase do estudo e de acordo com a acrónimo PICO (População, Intervenção, Comparador e *Outcome*) é a seguinte: **“A avaliação da ferida crónica através de imagem digital realizada à posteriori por peritos é mais fiável que a avaliação realizada no local, pelo investigador através dos métodos tradicionais?”**. Descreve-se como população as imagens de feridas crónicas, como intervenção a recolha de imagens digitais, o comparador a avaliação através de imagem num momento posterior à recolha e, como *outcome* a concordância e a fiabilidade interobservadores na avaliação de feridas crónicas.

6.3 Amostra e Tipo de Amostragem

O conjunto de imagens de feridas crónicas foi selecionado de todas as imagens adquiridas pelo investigador na primeira fase do estudo, que cumpriam os critérios de inclusão e exclusão inicialmente definidos. A sua seleção respeita o método de amostragem do tipo não probabilística por julgamento, porque o investigador selecionou as imagens, tendo em conta critérios de qualidade e disponibilidade da mesma.

A amostra é constituída por 301 imagens de feridas crónicas, mas com 315 observações de registo de avaliação das características da ferida, pois há imagens que contemplam mais do que uma ferida e há feridas que necessitam de mais do que uma imagem para serem avaliadas. As imagens foram distribuídas da seguinte maneira aos 3 observadores (Tabela 6.1), através de plataforma segura de partilha de documentos cedida pela Escola Superior de Enfermagem Porto (ESEP).

Tabela 6.1 - Distribuição cruzada das imagens digitais pelos 3 observadores

Observador	Conjunto de Imagens			
	Subconjunto1		Subconjunto2	Subconjunto3
1	1- (53-54)	55-105	106-158	264-315
2	1- (53-54)	106-158	159-190, 204,206,209	211-263
3	55-105	159-190, 204, 206, 209	211-263	264-315

As feridas que pela sua dimensão e complexidade necessitam da recolha de múltiplas imagens também se recolheram imagens de vídeo, podendo ser necessários para reconstituir uma imagem num plano bidimensional (2D) ou aumentar o número de imagens disponíveis com os *frames* extraídos dos vídeos, mas não foram utilizadas estas metodologias de *data augmentation*.

6.4 Instrumentos de Avaliação da Ferida através de Imagem Digital

A avaliação indireta através de imagem digital seguiu alguns pressupostos que foram fornecidos aos avaliadores, como a lista de conceitos, a técnica de recolha de imagem, orientação espacial e referências anatómicas ([Apêndice Q](#)), assim como, um formulário de preenchimento das características da ferida que podem ser avaliadas à posteriori, através de imagem digital, fornecido em formato papel ([Apêndice R](#)), na plataforma Google Forms (Google, *Mountain View*, California – EUA) e em base de dados em Microsoft® Excel (*Microsoft® Corporation, Albuquerque, New Mexico* – EUA).

Os enfermeiros peritos estão familiarizados com os itens da escala RESVECH 2.0 (*“Resultados esperados de la valoración y evolución de la cicatrización de las heridas crónicas”*), em utilização no Sistema de Registo – SClínico e exercem consultadoria a outros profissionais de enfermagem, no seu quotidiano de prática clínica na avaliação e seguimento de feridas crónicas, muitas das vezes através de imagem digital.

As imagens e respetiva documentação de preenchimento foram fornecidos aos avaliadores em meados de fevereiro de 2020 para concluírem a tarefa de avaliação de 150 imagens cada um dos 4 avaliadores até ao final do mês de Março. Entretanto, como todos os avaliadores são profissionais de saúde, durante o período de contingência devido à Pandemia do Novo Coronavírus, declarada pela Organização Mundial de Saúde a 11 de março de 2020 não houve possibilidade de iniciarem e/ou terminarem a tarefa. Retomada a atividade assistencial nos Cuidados de Saúde Diferenciados (CSD) e nos Cuidados de Saúde Primários (CSP), 3 dos avaliadores mostraram-se disponíveis para prosseguir com a tarefa durante os meses de julho, agosto até meados de setembro de 2020, tendo sido ajustada a distribuição das imagens a observar pelos 3 observadores e passando cada observador a avaliar 200 imagens (Tabela 6.1).

6.5 Apresentação e Análise de Resultados

Os dados da avaliação realizada pelos 3 observadores foram transferidos da plataforma Google Forms para Microsoft® Excel (Microsoft® Corporation, Albuquerque, New Mexico – EUA) e de Microsoft® Excel para SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 25 (IBM® Corporation, New York – EUA), para poderem ser comparados com a base de dados de SPSS de caracterização do conjunto de imagens e dados recolhido pelo investigador. As variáveis iniciais do tipo categórico pretendem categorizar o tipo de ferida, a sua localização anatómica e topográfica e perceber se é possível estabelecer o diagnóstico e determinar a localização da lesão através da imagem. Assim como descrever, quais as características da imagem, que podem influenciar estas tarefas de observação por parte dos peritos. As restantes variáveis são as características de uma ferida crónica capazes de serem avaliadas através de imagem digital, pelo que as dimensões e algumas especificações nos sinais de sintomas de infeção/biofilme foram removidas em comparação ao formulário utilizado pelo investigador na recolha de imagens. A maioria das variáveis são categóricas com mais do que 2 opções de resposta, podendo ser ordinais ou não. Algumas são dicotómicas com a resposta sim/não como a presença ou não de tecido necrosado e cricatrizado, etc. A única variável contínua é a percentagem de tecidos presentes no leito da ferida, mas por contingências do método de avaliação adoptado através do formulário na plataforma Google Forms teve de ser transformada em categorias de percentagem de 10 em 10% de 0% a 100%.

O intuito deste estudo não é validar nenhuma ferramenta, mas sim perceber quais os parâmetros da caracterização de uma ferida crónica que podem ser fielmente avaliados através de uma imagem à distância. Contudo, a análise de concordância entre os avaliadores e a fiabilidade das avaliações são aspetos importantes para se medir a quantidade de erro associada a esta tarefa de avaliação de uma ferida/úlceras crónicas, admitindo-se um erro de 5% ao considerar-se o intervalo de confiança (IC) de 95% ou um nível de significância inferior a 0.05. Os resultados dos coeficientes de concordância de Kappa de Cohen e de tau-b de Kendell são apresentados com valores de p e os resultados do coeficiente de correlação intraclass são apresentados com intervalos de confiança.

A análise dos dados pressupõe uma descrição dos mesmos que permitam relatar alguns fenômenos no processo de avaliação de feridas crônicas através de imagem digital. Quanto às variáveis descritivas da avaliação de uma ferida crônica foi estabelecida uma natureza relacional e discriminativa entre a avaliação realizada pelos vários observadores e a avaliação direta realizada pelo investigador, de forma a permitir medir não apenas o grau de correlação, mas também a concordância (Koo & Li, 2016) entre as observações dos vários parâmetros de avaliação de uma ferida crônica. Assim, a fiabilidade das observações permite medir a diferenciação entre os sujeitos/objetos (Kottner, et al., 2011), ou seja, a fiabilidade não implica validade, mas sim consistência nos resultados de medição obtidos. Existem várias formas de cálculo do coeficiente de correlação intraclass (*ICC – Intraclass Correlation Coefficient*), dependendo das assumpções consideradas. Neste estudo, para avaliar a fiabilidade entre avaliadores nas variáveis ordinais e dicotômicas utilizou-se o cálculo do ICC, com o modelo de efeitos mistos fixos de 2 fatores (“Misto de 2 fatores”), calculando a média dos observadores ($k=3$) e, como objetivo, o acordo entre os avaliadores (“Concordância absoluta”), no SPSS versão 25 (*IBM® Corporation, New York – EUA*). A interpretação dos valores de ICC depende da variabilidade dos sujeitos ou heterogeneidade da amostra, do número de elementos da amostra e do número de avaliadores, considerando que a amostra deve ter mais de 30 elementos e os observadores devem ser pelo menos 3 (Koo & Li, 2016). Deve-se interpretar os resultados atendendo a estas condições e considerando a seguinte escala (Koo & Li, 2016) (Quadro 6.1):

Quadro 6.1 - Escala de interpretação do coeficiente de correlação intraclass (*ICC*)

Valor do ICC	Nível de Fiabilidade
< 0.5	Pobre
0.5 – 0.75	Moderada
0.75 – 0.9	Boa
> 0.9	Excelente

A concordância permite medir o grau de acordo quando se estabelece uma pontuação ou classificação (Kottner, et al., 2011) entre diferentes observadores ou pelo menos observador em momentos diferentes. Assim, para avaliar a concordância nas variáveis categóricas nominais utilizou-se o coeficiente de Kappa de Cohen (designado por coeficiente de Kappa), que permite excluir as coincidência decorrentes do acaso, e para as variáveis categóricas ordinais e dicotômicas, utilizou-se o coeficiente de tau-b de Kendall, quando se comparou dois observadores entre si. A concordância entre avaliações realizadas por diferentes observadores, mesmo instrumento e em períodos diferentes analisa a capacidade de aferir resultados idênticos (Miot, 2016) e é o que é pretendido neste estudo. Selecionou-se a escala de concordância descrita por Landis (1977) para interpretação dos valores do coeficiente de Kappa (Santiago, 2016) e opta-se por esta escala para a interpretação do coeficiente de tau-b de Kendall (Quadro 6.2).

A distribuição do conjunto de imagens por par de observadores e a seleção do par de observadores, resultou na subdivisão da base de dados para proceder aos cálculos dos coeficientes de concordância e de fiabilidade, para que não dê-se lugar a resultados em falta, por ausência de avaliação de um dos 3 observadores em cada conjunto de imagens. Não foi possível a avaliação global do conjunto de dados, pois por opção metodológica inicial, para fazer face à distribuição não homogênia do *dataset* de imagens de feridas crônicas, optou-se por realizar uma distribuição cruzada de subconjuntos de imagens aos pares de observadores.

Quadro 6.2 - Escala de concordância para interpretação dos coeficientes de concordância

Valor do Coeficiente	Nível de Concordância
< 0	Pobre
0.00 – 0.20	Fraco
0.21 – 0.40	Considerável
0.41 – 0.60	Moderado
0.61 – 0.80	Substantial
0.81 – 1.00	Quase perfeito

6.5.1. Análise dos Dados de Avaliação da Qualidade das Imagens pelos Observadores

A avaliação das imagens de feridas crónicas foi realizada entre 15 de fevereiro e 5 de outubro de 2020, por 3 enfermeiros peritos, na área de Gestão e Tratamento de Feridas da ULS Matosinhos. Dois dos peritos não terminaram de avaliar o seu conjunto de imagens, pelo que: o observador1 avaliou a totalidade do seu conjunto de imagens (200 imagens), o observador2 avaliou 136 e o observador 3 avaliou 148 (Tabela 6.2). Como o observador2 não completou a 3ª série de imagens condicionou a avaliação de 17 imagens realizada pelo observador 3. Os observadores 2 e 3 também não completaram a 4ª série de imagens (211-263). Assim, as imagens que podem ser comparadas entre a avaliação no local realizada pelo investigador e a avaliação realizada à posteriori, pelo menos por um observador são 251, das 301 imagens do conjunto total de imagens.

Tabela 6.2 - Número de imagens e de observações previstas e realizadas por observador

	Observações Planeadas	Observações Realizadas	Diferença nas Observações	Imagens a Avaliar	Imagens Avaliadas	Diferença nas Imagens Avaliadas
obs1	210	210	0	200	200	0
obs2	212	142	70	204	136	68
obs3	208	155 (-17)	53	198	148 (-17)	50
Total	630	507 (490)	123	602	484 (467)	118

No total os 3 observadores registaram 507 observações de imagens de feridas crónicas (210 pelo observador1, 142 pelo observador2 e 155 pelo observador3) (Tabela 6.2) e, foi a partir destes registos que se analisaram as condições da imagem que podem influenciar a avaliação de uma ferida crónica, sem contudo se analisar as condições de imagem por cada observação/imagem. A avaliação de feridas crónicas através de imagem digital já é uma realidade, mas as condições da imagem podem condicionar a avaliação das características de uma ferida crónica.

Deste modo 198 imagens (39.1%) permitiram a identificação do tipo de ferida crónica, 222 imagens (43.8%) não permitiram a identificação do tipo de ferida crónica, porque o observador necessita de mais dados não observáveis por imagem (como palpação de pulso, determinação da temperatura da extremidade, história clínica, etc.), 56 imagens (11.0%) ou apresentam ausência de pontos de referência ou também há necessidade de mais dados para a identificação da ferida e 31 imagens (6.1%) não permitiram a identificação da ferida crónica, porque não apresentam pontos de referência anatómicos visíveis, identificáveis ou assinalados (Tabela 6.3).

Tabela 6.3 - Causas para a impossibilidade de identificação do tipo de ferida crónica

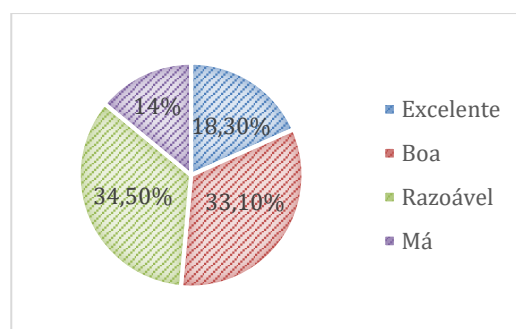
Causas para a impossibilidade de identificação do tipo de ferida crónica	ni	fi%
A imagem permitiu a identificação do tipo de ferida	198	39.1
Ausência de pontos de referência	31	6.1
Ausência de pontos de referência, Necessidade de mais dados (palpar pulso, história clínica do doente, etc.)	56	11.0
Necessidade de mais dados (palpar pulso, história clínica do doente, etc.)	222	43.8
Total	507	100,0

Os observadores consideraram em mais de 50% que a qualidade da imagem é “Excelente” a “Boa” (Tabela 6.4). Os aspetos de avaliação positiva das 507 imagens situam-se nos 85.9%, sendo que apenas 14.0% das imagens apresentavam má qualidade (Figura 6.1). Mesmo com “Excelente”, “Boa” ou “Razoável” qualidade da imagem não foi possível identificar o tipo de ferida crónica em 43 (8.5%) , 87 (17.1%) e 108 (21.3%) das 507 imagens, respetivamente (Tabela 6.5 e Figura 6.2).

Tabela 6.4 - Qualidade das imagens na opinião dos observadores peritos

Qualidade das Imagens	ni	fi%	Fi%
Excelente	93	18.3	18.3
Boa	168	33.1	51.4
Razoável	175	34,5	85.9
Má	71	14,0	99.9
Total	507	99,9	

Figura 6.1 - Classificação da qualidade das imagens na opinião dos observadores peritos em percentagem (%)



A ferida crónica mais identificável através de imagem foi a UPP, tendo sido identificadas 205 UPP (40.4%) e 21 destas UPP (10.2%) mesmo com má qualidade da imagem (Figura 6.3). Dos restantes tipos de ferida/úlceras crónicas só uma ínfima parte foi identificada pelo observador (Tabela 6.5).

Tabela 6.5 - Identificação da ferida/úlceras por parte dos peritos em relação à qualidade de imagem

Diagnóstico de Enfermagem da ferida/úlceras	Qualidade da Imagem				Total
	Excelente	Boa	Razoável	Má	
Não é possível diagnosticar	43	87	108	49	287
Úlceras por Pressão	45	78	61	21	205
Ferida Maligna ou Neoplásica	0	1	4	1	6
Úlceras de Pé Diabético	3	1	2	0	6
Úlceras Arterial	1	0	0	0	1
Úlceras Venosa (etiologia mista)	1	0	0	0	1
Lesão por humidade	0	1	0	0	1
Total	93	168	175	71	507

Das 287 imagens de que não foi possível diagnosticar o tipo de ferida/úlcer crônica, 29 (10.1%) também não foi possível identificar o local da ferida/úlcer, 135 (47%) localizavam-se na perna, 86 (30%) localizavam-se no tornozelo e 23 (8%) localizavam-se no pé. Portanto, 85% dessas imagens localizavam-se no membro inferior e, vai de encontro, à impossibilidade de diagnóstico das lesões dos membros inferiores, por necessidade de mais dados ou por ausência de pontos anatómicos de referência.

Figura 6.2 - Percentagem de imagens que não permitiram o diagnóstico de ferida/úlcer dependendo da qualidade da imagem

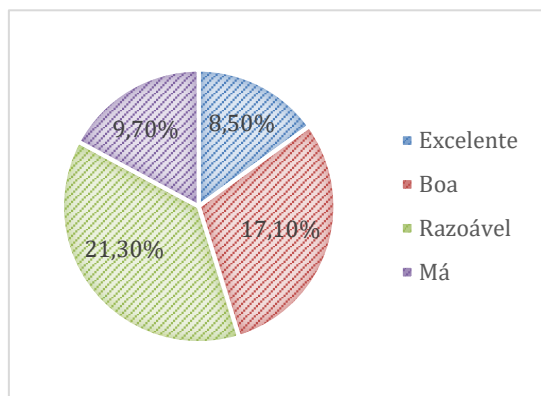
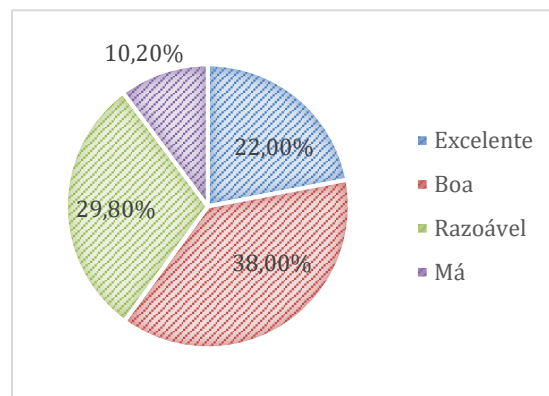


Figura 6.3 - Percentagem de imagens de UPP que foram identificadas dependendo da qualidade da imagem



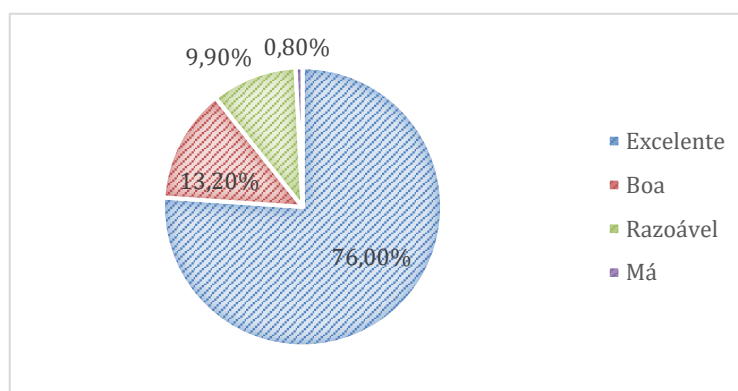
Em termos de localização anatômica a perna (28.0%), o tornozelo (11.9%) e o trocanter (14.6%) são as regiões mais identificáveis e não foi possível identificar a localização da úlcera/ferida em 9.3% das situações (Tabela 6.6). A topografia da úlcera/ferida não foi possível identificar em 20.7% das situações.

Tabela 6.6 - Localização anatômica das feridas/úlceras identificadas pelos peritos

Localização Anatômica	ni	fi %	Fi%
Braço	1	0.2	0.2
Calcâneo	34	6.7	6.9
Costas	2	0.4	7.3
Coto amputação	1	0.2	7.5
Dorso	4	0.8	8.3
Hálux	1	0.2	8.5
Mama	6	1.2	9.7
Nádega	10	2.0	11.6
Não é possível identificar a localização da ferida/úlcer	47	9.3	20.9
Orelha	2	0.4	21.3
Pé	50	9.9	31.2
Perna	142	28.0	59.2
Sacro	42	8.3	67.5
Tornozelo	91	17.9	85.4
Trocanter	74	14.6	100.0
Total	507	100.0	

Os aspetos da imagem que condicionam a avaliação da ferida/úlceras representam 76.1% das situações observadas, sendo que os observadores assinalaram em 23.8% das situações que era “Não aplicável” (Tabela 6.7), ou seja, não existiam razões para a dificuldade em avaliar a ferida/úlceras e nestas situações classificaram 92 imagens (76.0%) como excelente, 16 imagens (13.2%) como boa, 12 imagens (9.9%) como razoável e só 1 imagem (0.80%) como de má qualidade (Figura 6.4). Outro aspeto que prejudicou a avaliação da ferida/úlceras foi o painel de cores encontrar-se desfocado em 12.0% das situações, de seguida, com 7.7% a falta de luminosidade ou a falta de luminosidade associada à falta de nitidez das estruturas representadas na imagem em 5.9% das situações (Tabela 6.7). A falta de nitidez associada à desfocagem do painel das cores também prejudicou a avaliação da ferida/úlceras em 3.7% das situações (Tabela 6.7).

Figura 6.4 - Qualidade das imagens quando não se denotou nenhum aspeto que prejudicasse a avaliação da ferida crónica.



A ocorrência de sombra na imagem que prejudica a observação da ferida/úlceras através de imagem ocorreu em 5.7% das situações, esta situação associada à falta de luminosidade prejudicou a avaliação da ferida/úlceras em 3.2% das vezes e associada à desfocagem do painel de cores prejudicou a avaliação da ferida/úlceras em 2.8% das situações (Tabela 6.7). A alteração do plano da imagem foi apontada em 4.7% das situações como a razão de ter prejudicado a avaliação da ferida/úlceras através da imagem (Tabela 6.7).

Tabela 6.7 - Aspetos da imagem que prejudicaram a avaliação da ferida/úlceras

Aspetos da imagem que prejudicaram a avaliação da ferida/úlceras	ni	fi%
Não aplicável	121	23.8
Painel de cores com régua desfocado	61	12.0
Falta de luminosidade	39	7.7
Falta de luminosidade, Falta de nitidez das estruturas	33	6.5
Falta de nitidez das estruturas	30	5.9
Sombras na imagem	29	5.7
Falta de nitidez das estruturas, Painel de cores com régua desfocado	19	3.7
Sombras na imagem, Falta de luminosidade	16	3.2
Alteração do plano da imagem	14	2.8
Sombras na imagem, Painel de cores com régua desfocado	14	2.8
Restantes situações ou conjugação de situações com frequências $\leq$ a 8	131	25.8
Total	507	100.0

Das 198 (39.1%) imagens de feridas crônicas (Tabela 6.3), que permitiram a identificação da ferida/úlceras só 29.3% (58 imagens) não apresentavam nenhum aspeto que prejudicasse a avaliação da ferida/úlceras crônica. Das 222 imagens (43.8%) (Tabela 6.3) que necessitam de mais dados para identificar a ferida/úlceras de pressão quase ¼ (24.8% – 55 imagens) não apresentavam nenhum aspeto que prejudicasse a avaliação da ferida/úlceras crônica.

A avaliação da concordância e fiabilidade da avaliação de feridas crônicas nos vários parâmetros utilizados na caracterização de feridas crônicas foi estabelecida a partir de cada um dos conjuntos de imagem e do par de peritos que o observou e procedeu-se à conjugação de pares de observadores entre o investigador e cada um dos 3 enfermeiros peritos.

6.5.2. Análise dos Dados de Avaliação Interobservadores do Subconjunto1

No conjunto de imagens de 1 a 54 e de 106 a 158 – Subconjunto1, preferencialmente constituído por UPP foi avaliado pelo enfermeiro, no local e pelo observador perito 1 e 2. O parâmetro da identificação do tipo de ferida/úlceras e outra topologia para o investigador/observador1 e para o investigador/observador2 apresentou um nível de concordância de fraco a considerável, apresentando um coeficiente de Kappa de 0.273 e 0.398, 0.345 e 0.394, respetivamente para cada variável e par de avaliadores (Tabela 6.8). Avaliando a concordância destes 2 parâmetros entre os observadores peritos 1 e 2, a identificação do tipo de ferida/úlceras obteve uma concordância substancial (0.664; $p=0.000$) e o parâmetro “outra topologia” uma concordância moderada (0.494; $p=0.000$) (Tabela 6.8). A localização anatómica e topográfica da ferida/úlceras obtiveram uma concordância substancial para cada par de observadores, entre 0.628 para a topologia da ferida para o investigador/observador1, a 0.702 para o mesmo parâmetro para o observador1/observador2 (Tabela 6.8).

Tabela 6.8 - Resultados do coeficiente de Kappa para as variáveis nominais do subconjunto1 de imagens

Variável	Coeficiente de Kappa		
	Inv/obs1	Inv/obs2	Obs1/obs2
Identificação do tipo de ferida/úlceras	0.273; $p=0.000$	0.398; $p=0.000$	0.664; $p=0.000$
Localização da ferida/úlceras	0.690; $p=0.000$	0.700; $p=0.000$	0.690; $p=0.000$
Topologia ferida/úlceras	0.628; $p=0.000$	0.679; $p=0.000$	0.702; $p=0.000$
Outra topologia	0.345; $p=0.000$	0.394; $p=0.000$	0.494; $p=0.000$
Tecidos presentes no leito da ferida	0.041; $p=0.053$	0.119; $p=0.000$	0.360; $p=0.000$
Presença de tunelização	0.225; $p=0.000$	0.228; $p=0.000$	0.578; $p=0.000$
Características da pele circundante	0.307; $p=0.000$	0.189; $p=0.000$	0.346; $p=0.000$
Características dos bordos	0.318; $p=0.000$	0.213; $p=0.000$	0.251; $p=0.000$
Sinais de infeção/presença de biofilme	0.070; $p=0.013$	0.152; $p=0.000$	0.196; $p=0.000$

Os tecidos presentes no leito da ferida/úlceras a avaliar são essencialmente de 3 tipos (epitelização, granulação e desvitalizado), mas pode estar presente 1, 2 e até 3 tipos de tecido. Por isso, sendo uma variável nominal calculou-se o coeficiente concordância de Kappa entre o investigador/observador1 e obteve-se 0.041 ($p=0.053$), entre o investigador/observador2 obteve-se 0.119 e entre os observadores peritos 1 e 2 apresentou um valor de 0.360, todos os resultados considerados como uma concordância pobre a fraca (Tabela 6.8).

A variável de presença de tunelização é uma variável nominal com 3 opções de resposta, pelo que se calculou o coeficiente de Kappa. O índice de Kappa para a presença de tunelização avaliada pelo

investigador/observador1 foi de 0.225, avaliada pelo investigador/observador2 foi de 0.228 e entre os dois avaliadores peritos foi de 0.578 (Tabela 6.8).

As características da pele circundante e dos bordos da ferida também são variáveis nominais e o valor de Kappa apresenta valores de 0.307 para a avaliação da pele circundante entre o investigador/observador1, 0.189 para o par de observadores investigador/observador2 e de 0.346 entre os dois observadores peritos (Tabela 6.8). Na avaliação das características dos bordos da ferida entre o investigador/observador1 obteve-se um valor de Kappa de 0.318, entre o investigador/observador2 0.213 e entre os 2 observadores peritos 0.251, todas as avaliações consideradas com concordância considerável (Tabela 6.8).

Os sinais de infecção e presença de biofilme é uma variável nominal e é composta por um conjunto muito variado de opções, pelo que os valores de Kappa para cada um dos pares de avaliadores em análise se situaram entre 0.070 para o par investigador/observador1 e 0.196 para o par observador1/observador2, evidenciando uma concordância fraca para este item, neste conjunto de imagens (Tabela 6.8).

A classificação das categorias da UPP, como segue as orientações e categorias emanadas pela EPUAP (2016) de 1 a 4, é uma variável ordinal e neste conjunto de imagens para o conjunto dos 3 avaliadores apresentou um ICC de 0.860 (0.804-0.901) e 0.795 (0.68-0.866) para as observações realizadas entre o investigador, o observador1 e o observador2, apresentando uma boa fiabilidade interobservadores (Tabela 6.9). O coeficiente tau-b de Kendall para a classificação das UPP em categorias foi de 0.505 para a dupla de observação investigador/observador1, de 0.516 entre o investigador/observador2 e de 0.591 entre os dois avaliadores peritos (Tabela 6.9).

Tabela 6.9 - Resultados do ICC e do coeficiente de Kendall para as variáveis ordinais do subconjunto1 de imagens

Variável	ICC		Coeficiente de tau-b de Kendall		
	Todos obs	Obs1/obs2	Inv/obs1	Inv/obs2	Obs1/obs2
Categoria UPP	0.860 (0.804-0.901)	0.795 (0.68-0.866)	0.505; p=0.000	0.516; p=0.000	0.591; p=0.000
% de tecido de epitelização	0.492 (0.279-0.646)	0.625 (0.452-0.744)	0.061; p=0.527	0.260; p=0.004	0.434; p=0.000
% de tecido de granulação	0.856 (0.80-0.898)	0.894 (0.822-0.934)	0.478; p=0.000	0.485; p=0.000	0.669; p=0.000
% de tecido desvitalizado	0.841 (0.761-0.894)	0.895 (0.846-0.928)	0.532; p=0.000	0.485; p=0.000	0.684; p=0.000
Profundidade dos tecidos envolvidos	0.460 (0.259-0.614)	0.585 (0.391-0.718)	0.131; p=0.151	0.193; p=0.024	0.413; p=0.000

A percentagem de cada um dos tecidos presentes no leito da ferida foi agrupada em categorias de 10% de 0 a 100% e, portanto, foi reconvertida numa variável ordinal. Os tecidos atingidos em profundidade também é uma variável ordinal, porque segue uma ordem desde a pele até ao osso e/ou tecidos anexos. O ICC para a percentagem de tecido de epitelização e para os tecidos atingidos em profundidade foi de 0.492; IC95% (0.259-0.614) e 0.460; IC95% (0.259-0.614) para todos os avaliadores, respetivamente, confirmando-se uma fraca fiabilidade nestes itens (Tabela 6.9). Para o par de observadores peritos deste subconjunto de imagem, a percentagem de tecido de epitelização e dos tecidos atingidos em profundidade apresentaram uma fiabilidade moderada com ICC de 0.625; IC95% (0.452-0.744) e 0.585; IC95% (0.391-0.718), respetivamente (Tabela 6.9). A percentagem de tecido de granulação e desvitalizado avaliada pelos 3 observadores e pelo par de

observadores peritos obteve uma fiabilidade boa, situando-se o ICC entre 0.841 IC95% (0.761-0.894) para a percentagem de tecido desvitalizado entre todos os avaliadores e 0.895; IC95% (0.846-0.928) para a mesma variável, mas para o par de observadores peritos (Tabela 6.9).

O coeficiente de tau-b de Kendall para a percentagem de tecido de epitelação foi de 0.061 ($p=0.527$) para a avaliação entre o investigador e o observador1, de 0.260 para a avaliação entre o investigador e o observador2, considerando-se uma concordância fraca a considerável (Tabela 6.9). O mesmo coeficiente para a percentagem de tecido de epitelação observada pelos 2 peritos, para a percentagem de tecido de granulação e desvitalizado para os pares de observadores investigador/observador1 e investigador/observador2 obtiveram uma fiabilidade moderada, variando o coeficiente de tau-b de Kendall de 0.434 para a variável percentagem de tecido de granulação avaliada pelo observador1/observador2 e 0.532 para a percentagem de tecido desvitalizado avaliada pelo investigador/observador1 (Tabela 6.9).

A profundidade dos tecidos atingidos apresenta uma fiabilidade fraca para a avaliação dos 3 observadores e moderada para a avaliação entre o par de peritos (Tabela 6.9). Quanto à avaliação da concordância interobservador, a profundidade dos tecidos envolvidos apresenta uma concordância fraca para os pares de avaliadores investigador/observador1 e investigador/observador2, e moderada para a avaliação realizada pelo par de observadores peritos (Tabela 6.9).

Tabela 6.10 - Resultados dos vários coeficientes para as variáveis dicotómicas do subconjunto1 de imagens

Variável	ICC		Coeficiente de tau-b de Kendall		
	Todos obs	Obs1/obs2	Inv/obs1	Inv/obs2	Obs1/obs2
Presença de tecido cicatrizado	0.567 (0.405-0.691)	0.423 (0.156-0.605)	0.508; $p=0.038$	0.181; $p=0.369$	0.296; $p=0.331$
Presença de tecido necrosado	0.785 (0.703-0.847)	0.699 (0.551-0.797)	0.513; $p=0.000$	0.635; $p=0.000$	0.571; $p=0.000$

A presença de tecido cicatrizado e de tecido necrosado são variáveis nominais e dicotómicas, por este facto calculou-se o ICC e o coeficiente de tau-b de Kendall. O ICC para os 3 avaliadores em relação à variável de presença de tecido cicatrizado obteve um resultado de 0.567; IC95% (0.405-0.691) e para a presença de tecido necrosado 0.785; IC95% (0.703-0.847) (Tabela 6.10). O coeficiente de tau-b de Kendall para a avaliação da presença de tecido cicatrizado pelo investigador/observador2 obteve uma concordância fraca (0.181; $p=0.369$), considerável (0.296; $p=0.331$) para o par de peritos e moderada (0.508; $p=0.038$) para a avaliação entre o investigador/observador1 (Tabela 6.10). A presença de tecido necrosado apresentou um ICC que considera uma moderada fiabilidade entre o par de peritos (Tabela 6.10). O coeficiente de tau-b de Kendall apresentou uma concordância de moderada a boa entre os vários pares de observadores (Tabela 6.10).

6.5.3. Análise dos Dados de Avaliação Interobservadores do Subconjunto2

O conjunto de imagens da 55 a 105 e da 264 a 315 – Subconjunto2, constituído por uma parte de imagens recolhidas nos cuidados domiciliários e, a parte final, mais em contexto de cuidados na Unidade de Saúde, foi avaliado pelo investigador, pelo observador1 e pelo observador3.

As variáveis nominais utilizadas para identificar o tipo de ferida/úlceras e localizar uma ferida/úlceras apresentam uma concordância substancial entre o investigador/observador1 na localização da ferida/úlceras com valor de Kappa de 0.766 e entre o observador1/observador3 com valor de Kappa de 0.715, e na variável de identificação da ferida/úlceras para o par de avaliadores peritos com coeficiente de Kappa de 0.779 (Tabela 6.11). A concordância foi considerável entre o investigador e o observador1 e entre o investigador e o observador3 em relação à identificação do tipo de ferida/úlceras (Tabela 6.11). A avaliação da localização da ferida/úlceras obteve uma concordância moderada, com valor de Kappa de 0.588 para a avaliação do investigador/observador3 (Tabela 6.11). A topologia da ferida/úlceras e outra topologia complementar obtiveram uma concordância substancial entre o investigador e o observador1, apresentando valores de Kappa de 0.683 e 0.635, respectivamente (Tabela 6.11). Já entre o par de observadores investigador/observador3, a concordância para a topologia da ferida/úlceras foi considerável, apresentando valores de Kappa de 0.359 (Tabela 6.11). A outra topologia da ferida/úlceras para o investigador/observador3 obteve um valor de Kappa de 0.415 (Tabela 6.11). Estas duas variáveis caracterizadoras da topografia da ferida/úlceras avaliada entre o observador1 e o observador3 obtiveram uma concordância moderada de 0.482 e 0.464, respectivamente, para cada uma das variáveis (Tabela 6.11).

Tabela 6.11 - Resultados do coeficiente de Kappa para as variáveis nominais do subconjunto2 de imagens

Variável	Coeficiente de Kappa		
	Inv/obs1	Inv/obs3	Obs1/obs3
Identificação do tipo de ferida/úlceras	0.255; p=0.000	0.240; p=0.000	0.779; p=0.000
Localização da ferida/úlceras	0.766; p=0.000	0.588; p=0.000	0.715; p=0.000
Topologia ferida/úlceras	0.683; p=0.000	0.359; p=0.000	0.482; p=0.000
Outra topologia	0.635; p=0.000	0.415; p=0.000	0.464; p=0.000
Tecidos presentes no leito da ferida	0.510; p=0.007	0.360; p=0.019	0.283; p=0.000
Presença de tunelização	0.315; p=0.000	0.122; p=0.000	0.369; p=0.000
Características da pele circundante	0.197; p=0.000	0.141; p=0.000	0.313; p=0.000
Características dos bordos	0.328; p=0.000	0.463; p=0.000	0.316; p=0.000
Sinais de infecção/presença de biofilme	0.111; p=0.000	0.097; p=0.002	0.341; p=0.000

A identificação dos tecidos presentes no leito da ferida/úlceras apresenta uma concordância moderada entre o investigador/observador1 com valor de Kappa de 0.510 (p=0.007), uma concordância considerável entre o investigador/observador3 (0.360; p=0.019) e entre os 2 observadores peritos (0.283) (Tabela 6.11).

A presença de tunelização apresentou uma concordância fraca a considerável com valores de Kappa de 0.122 entre o investigador/observador3, 0.315 para avaliação entre o investigador/observador1 e de 0.369 entre os 2 avaliadores peritos (Tabela 6.11).

As características da pele circundante e os sinais de infecção ou presença de biofilme apresentaram valores de Kappa baixos (entre 0.097 e 0.197) para o par de avaliadores investigador/observador1 e investigador/observador3 e valores de Kappa para concordância considerável entre os dois avaliadores peritos para as duas variáveis de 0.313 e 0.341, respectivamente (Tabela 6.11).

As características dos bordos da ferida apresentam uma concordância considerável com valor de Kappa de 0.328, para a avaliação entre investigador/observador1 e para os dois observadores peritos um valor de Kappa de 0.316 (Tabela 6.11). A concordância para as características dos bordos

da ferida/úlceras entre o investigador/observador3 foi considerada moderada, com valor de Kappa de 0.463 (Tabela 6.11).

A categorização das UPP neste conjunto de imagens obteve um ICC de 0.899 para a fiabilidade das avaliações entre os três observadores (investigador, observador1 e observador3) e de 0.914 entre os dois avaliadores peritos (Tabela 6.12). O coeficiente tau-b de Kendall foi de 0.595 para a avaliação entre o investigador/observador1, de 0.651 para a avaliação entre o investigador/observador3 e de 0.811 entre os dois avaliadores peritos (observador1 e 3) (Tabela 6.12).

A determinação da quantidade dos tecidos presentes no leito da ferida/úlceras em percentagem obteve um ICC de 0.271 para o tecido de epitelização, na avaliação entre os 3 avaliadores e de 0.258 para a avaliação entre o observador1 e 2 (Tabela 6.12). Já para as restantes variáveis ordinais, o ICC foi considerado bom para avaliação da percentagem de tecido de granulação entre os 3 observadores e entre os 2 observadores peritos, 0.850 e 0.813, respetivamente (Tabela 6.12). A determinação da quantidade de tecido desvitalizado apresentou uma fiabilidade moderada entre todos os avaliadores (ICC=0.747) e 0.704 entre o observador1/observador3 (Tabela 6.12). A profundidade dos tecidos atingidos apresentou uma fiabilidade fraca para os 3 avaliadores (0.492; IC95% 0.301-0.639) e moderada entre os 2 observadores peritos (ICC= 0.521; IC95% 0.286-0.677) (Tabela 6.12).

Tabela 6.12 - Resultados do ICC e do coeficiente de Kendall para as variáveis ordinais do subconjunto2 de imagens

Variável	ICC		Coeficiente de tau-b de Kendall		
	Todos obs	Obs1/obs3	Inv/obs1	Inv/obs3	Obs1/obs3
Categoria UPP	0.899 (0.859-0.928)	0.914 (0.873-0.942)	0.595; p=0.000	0.651; p=0.000	0.811; p=0.000
% de tecido de epitelização	0.271 (0.027-0.469)	0.258 (-0.092-0.496)	0.152; p=0.07	0.232; p=0.009	0.264; p=0.05
% de tecido de granulação	0.850 (0.778-0.898)	0.813 (0.723-0.873)	0.625; p=0.000	0.535; p=0.000	0.555; p=0.000
% de tecido desvitalizado	0.747 (0.648-0.822)	0.704 (0.549-0.804)	0.496; p=0.000	0.315; p=0.000	0.475; p=0.000
Profundidade dos tecidos envolvidos	0.492 (0.301-0.639)	0.521 (0.286-0.677)	0.203; p=0.026	0.301; p=0.000	0.379; p=0.000

O coeficiente tau-b de Kendall para a classificação das categorias das UPP variou de uma concordância moderada para o par de observadores investigador/observador1 e investigador/observador3, a boa para o par de observadores constituído pelos peritos. Na avaliação da percentagem de tecido de epitelização a concordância na avaliação do par investigador/observador1 foi fraca e apresentou uma concordância moderada para o par de avaliadores investigador/observador3 e o par de peritos (Tabela 6.12). A avaliação da percentagem de tecido de granulação apresentou uma concordância considerável entre os 3 avaliadores e uma concordância moderada entre o par de avaliadores investigador/observador3 e o par de observadores peritos (Tabela 6.12). A concordância na avaliação da percentagem do tecido desvitalizado também foi considerada moderada para o par de observadores peritos e apresentou uma concordância considerável para o par de investigador/observador1 e investigador/observador3 (Tabela 6.12). A avaliação dos tecidos atingidos em profundidade apresentou uma concordância considerável para todos os pares de observadores, apresentando

um coeficiente tau-b de Kendall de 0.203 ($p=0.026$) para o investigador/observador1, de 0.301 para o investigador/observador3 e de 0.379 para os 2 observadores peritos (Tabela 6.12).

A presença de tecido cicatrizado obteve um nível de fiabilidade e de concordância fracos para a avaliação realizada por todos os observadores e pelos pares de observadores constituído pelo investigador/observador1 e investigador/observador3 (Tabela 6.13). Já para o par de avaliadores constituídos pelos 2 observadores peritos, o ICC foi de 0.660; IC95% (0.497-0.770) (Tabela 6.13) e o coeficiente tau-b de Kendall foi de 0.490 ($p=0.315$) (Tabela 6.13), o que se pode considerar uma fiabilidade e concordância moderadas. A presença de tecido necrosado apresentou uma fiabilidade boa para todos os observadores (0.808; IC95% 0.733-0.865) (Tabela 6.13) e uma concordância substancial, com coeficiente tau-b de Kendall de 0.672 para o par de avaliadores investigador/observador1 e uma concordância moderada para os pares de avaliadores investigador/observador3 (0.538) e observador1/observador3 (0.562) (Tabela 6.13).

Tabela 6.13 - Resultados dos vários coeficientes para as variáveis dicotómicas do subconjunto2 de imagens

Variável	ICC		Coeficiente de tau-b de Kendall		
	Todos obs	Obs1/obs3	Inv/obs1	Inv/obs3	Obs1/obs3
Presença de tecido cicatrizado	0.117 (-0.90-0.310)	0.660 (0.497-0.770)	0.151; $p=0.149$	0.010; $p=0.923$	0.490; $p=0.315$
Presença de tecido necrosado	0.808 (0.733-0.865)	0.722 (0.588-0.812)	0.672; $p=0.004$	0.581; $p=0.002$	0.585; $p=0.001$

6.5.3. Análise dos Dados de Avaliação Interobservadores do Subconjunto3

No conjunto de imagens da 159 a 210 – Subconjunto3, o observador2 falhou a avaliação das imagens desde a 191-203, 205, 207, 208 e 210, pelo que a análise dos coeficientes de concordância e de fiabilidade só foram calculados para o conjunto de imagens avaliado pelos 3 observadores (investigador, observador2 e observador3), que foram 35 imagens (159-190, 204, 206, 209). Não foi analisada a totalidade do subconjunto3 avaliada pelo par investigador/observador3, porque os dados não traduziam resultados mais relevantes dos que apresentaremos de seguida.

A identificação do tipo de ferida/úlceras obteve um valor de Kappa de 0.049 para a avaliação entre o investigador/observador2 e valor de zero para o par de avaliadores investigador/observador3 e entre o observador2/observador3 (Tabela 6.14). A concordância igual a zero corresponde a ser igual à ocorrida pelo acaso e, neste conjunto de imagens, como é só de úlceras venosas, os observadores não conseguiram avaliar porque necessitavam de mais informação.

As variáveis localização e outra topologia da ferida/úlceras apresentaram valores de Kappa com interpretação de concordância fraca a considerável entre os vários pares de avaliadores e variam entre 0.086 ($p=0.36$) para a variável localização avaliada pelo observador2/observador3 e 0.357 para a mesma variável para o investigador/observador2 (Tabela 6.14). A variável da topologia da ferida/úlceras obteve um valor de Kappa de 0.670, que corresponde a uma concordância substancial para o par de avaliadores investigador/observador1, e uma concordância fraca para o par investigador/observador3 (0.191; $p=0.036$) e para o par observador2/observador3 (0.140; $p=0.127$) (Tabela 6.14).

A identificação dos tecidos presentes no leito da ferida/úlceras pelos pares de avaliadores investigador/observador2 e observador2/observador3 obteve um valor de Kappa de zero, ou seja,

a concordância foi igual à ocorrida pelo acaso. A avaliação desta variável para o par de avaliadores investigador/observador3 obteve um valor de Kappa de 0.246 ($p=0.027$) considerada substancial (Tabela 6.14).

Tabela 6.14 - Resultados do coeficiente de Kappa para as variáveis nominais do subconjunto3 de imagens

Variável	Coeficiente de Kappa		
	Inv/obs2	Inv/obs3	Obs2/obs3
Identificação do tipo de ferida/úlcer	0.049; $p=0.000$	0.000	0.000
Localização da ferida/úlcer	0.357; $p=0.000$	0.150; $p=0.012$	0.086; $p=0.36$
Topologia ferida/úlcer	0.670; $p=0.000$	0.191; $p=0.036$	0.140; $p=0.127$
Outra topologia	0.326; $p=0.000$	0.105; $p=0.055$	0.103; $p=0.000$
Tecidos presentes no leito da ferida	0.000	0.246; $p=0.027$	0.000
Presença de tunelização	0.000	0.000	-0.052; $p=0.644$
Características da pele circundante	0.178; $p=0.023$	0.157; $p=0.005$	0.360; $p=0.000$
Características dos bordos	0.132; $p=0.140$	0.150; $p=0.045$	0.065; $p=0.384$
Sinais de infecção/presença de biofilme	0.139; $p=0.002$	0.117; $p=0.032$	0.150; $p=0.015$

A avaliação da presença de tunelização obteve valores de Kappa igual a zero para o conjunto de avaliadores Investigador/observador2 e Investigador/observador3, obtendo um valor negativo de -0.052 ($p=0.644$) para o par de avaliadores observador2/observador3 (Tabela 6.14), indicando que os dois observadores peritos discordam nesta avaliação. Contudo, o valor elevado de p não deixa com certeza refutar a hipótese nula.

A avaliação das características da pele circundante obteve valores de Kappa baixos, que variam de 0.178 para o par de avaliadores investigador/observador3 e 0.360 para o par de avaliadores observador2/observador3 (Tabela 6.14).

A caracterização dos bordos da ferida/úlcer também é um dos aspetos com fraca a considerável concordância interobservadores, pois apresentam valores de Kappa baixos de 0.132 ($p=0.140$) para o par de avaliadores investigador/observador2, de 0.150 ($p=0.045$) para o par de avaliadores investigador/observador3 e de 0.065 ($p=0.384$) para o par de avaliadores observador2/observador3 (Tabela 6.14).

A avaliação dos sinais de infecção ou presença de biofilme entre os vários pares de observadores obteve valores de Kappa baixos, evidenciando uma fraca concordância interavaliadores, neste aspeto de caracterização de feridas crónicas.

Este subconjunto de imagens não tinha imagens de UPP, pelo que as respostas dos vários avaliadores à categorização das UPP foi uma constante – “Não aplicável” o que resultou num ICC de zero com o IC95% a variar entre -0.752 e 0.462 para os 3 avaliadores e a variar entre -0.981 e 0.495 para o par de observadores peritos (Tabela 6.15), utilizando o modelo de efeitos mistos aleatórios, apresenta valores médios de covariância negativos, o que viola o princípio do modelo de fiabilidade selecionado à priori (efeitos mistos fixos).

A determinação do tecido de epitelização presente no leito da ferida/úlcer em percentagem pelos observadores obteve um valor de ICC fraco para a avaliação entre os 3 avaliadores (ICC = 0.140; IC95% -0.456-0.527) e entre o par de avaliadores observador2/observador3 com ICC=0.359, mas com IC95% a cruzarem o valor de zero (-0.26-0.675) (Tabela 6.15). A determinação da percentagem do tecido de granulação presente no leito da ferida/úlcer apresentou um coeficiente de fiabilidade

bom (ICC=0.781; IC95% 0.616-0.882) para os 3 avaliadores e para o par de avaliadores observador2/observador3 (ICC=0.807; IC95% 0.619-0.903) (Tabela 6.15). A avaliação da percentagem de tecido desvitalizado presente no leito da ferida para os 3 observadores apresentou um coeficiente de fiabilidade moderado (ICC=0.746; IC95% 0.557-0.863) e também para o par de avaliadores observador2/observador3 (ICC=0.689; IC95% 0.389-0.842) (Tabela 6.15). A profundidade dos tecidos envolvidos avaliada pelos 3 observadores apresenta um ICC de 0.286 (IC95% -0.227-0.611) e também de 0.163 com IC95% a variar entre (-0.686-0.581), considerada uma fiabilidade fraca (Tabela 6.15).

Tabela 6.15 - Resultados do ICC e do coeficiente de Kendall para as variáveis ordinais do subconjunto3 de imagens

Variável	ICC		Coeficiente de tau-b de Kendall		
	Todos obs	Obs1/obs2	Inv/obs2	Inv/obs3	Obs2/obs3
Categoria UPP	0.000 (-0.752-0.462)	0.000 (-0.981-0.495)	-----a	----- b	----- c
% de tecido de epitelização	0.140 (-0.456-0.527)	0.359 (-0.26-0.675)	-0.1; p=0.937	0.267; p=0.05	0.233; p=0.24
% de tecido de granulação	0.781 (0.616-0.882)	0.807 (0.619-0.903)	0.237; p=0.113	0.549; p=0.000	0.492; p=0.000
% de tecido desvitalizado	0.746 (0.557-0.863)	0.689 (0.389-0.842)	0.433; p=0.000	0.374; p=0.007	0.432; p=0.001
Profundidade dos tecidos envolvidos	0.286 (-0.227-0.611)	0.163 (-0.686-0.581)	0.145; p=0.409	0.406; p=0.007	0.073; p=0.659

a- a categoria da UPP classificada pelo investigador é uma constante – “Não aplicável”; b- a categoria da UPP classificada pelo investigador e pelo observador3 é uma constante; c- a categoria da UPP classificada pelo observador3 é uma constante.

O coeficiente tau-b de Kendall não foi calculado para a variável categoria UPP, porque os valores de resposta foram constantes para os 3 avaliadores e justifica-se pelo facto de neste conjunto de imagens não haver imagens de UPP e, portanto, a opção – “Não aplicável” foi repetida pelos 3 avaliadores (Tabela 6.15). A avaliação da percentagem de tecido de epitelização realizada pelo par investigador e observador2 foi contrária, pois obteve um coeficiente de tau-b de Kendall negativo, sendo que o valor de p é superior a 0.05 (Tabela 6.15) e não admite com certeza a rejeição da hipótese nula. Para os restantes pares de avaliadores a determinação da quantidade de tecido de epitelização, evidenciou uma concordância considerável, sendo que para o par de avaliadores observador2/observador3 o valor de p também não nos dá a certeza da rejeição da hipótese nula (Tabela 6.15).

A avaliação da percentagem de tecido de granulação obteve uma concordância moderada para o par de observadores investigador/observador3 e os 2 observadores peritos (Tabela 6.15). Assim, como a avaliação da percentagem de tecido desvitalizado obteve uma concordância também moderada para os pares de avaliadores investigador/observador2 e os 2 observadores peritos (Tabela 6.15). Já a avaliação da profundidade dos tecidos atingidos apresenta uma concordância fraca para as mesmas duplas de observadores e uma concordância moderada para a dupla investigador/observador3 (Tabela 6.15).

Na variável da presença de tecido cicatrizado não foi possível calcular o coeficiente tau-b de Kendall para o par de avaliadores (investigador/observador2 e para o par observador2/observador3) e apresentou um nível de concordância considerável para o par de observadores investigador/observador3 (Tabela 6.16). Os valores de ICC foram baixos para todos os avaliadores e de zero para o par de avaliadores peritos, incluindo o valor zero nos IC95%, portanto rejeitando a hipótese nula (Tabela 6.16).

Contrastando, a variável presença de tecido necrosado apresentou valores de boa fiabilidade entre todos os observadores e entre os 2 observadores peritos, e uma concordância substancial para os pares de observadores investigador/observador2 e observador2/observador3 (Tabela 6.16). No par de observadores investigador/observador3, o coeficiente de tau-b de Kendall obteve valor de 1.00, mas como o valor de p é superior a 0.05 (Tabela 6.16), não se pode aceitar a hipótese nula, pois os resultados podem dever-se ao acaso e existem poucas feridas com tecido necrosado neste subconjunto de imagens.

Tabela 6.16 - Resultados dos vários coeficientes para as variáveis dicotómicas do subconjunto3 de imagens

Variável	ICC		Coeficiente de tau-b de Kendall		
	Todos obs	Obs1/obs2	Inv/obs2	Inv/obs3	Obs2/obs3
Presença de tecido cicatrizado	0.271 (-0.088-0.559)	0.000 (-0.775-0.464)	----- ^d	0.375	----- ^d
Presença de tecido necrosado	0.898 (0.822-0.945)	0.795 (0.597-0.896)	0.697; p=0.296	1.00; p=0.296	0.697; p=0.296

d- a presença de tecido cicatrizado avaliada pelo observador2 é uma constante.

6.6 Considerações sobre as Hipótese Nulas

A categorização das UPP, nos primeiros 2 subconjuntos de imagens obteve uma fiabilidade boa entre os vários observadores, observando-se que é um aspeto fiável na classificação de UPP, se o conjunto de imagens tiver imagens de UPP aceita-se a hipótese nula (Quadro 6.3). Se o conjunto de imagens não tiver imagens de UPP a fiabilidade é nula.

A presença de tecido necrosado e a quantidade de tecido de granulação obteve uma fiabilidade boa para todos os avaliadores e nos 3 subconjuntos de imagens (Quadro 6.3), o que nos leva a aceitar a hipótese nula. A quantidade de tecido desvitalizado obteve uma boa fiabilidade para a avaliação de todos os avaliadores, no subconjunto1 de imagens e uma fiabilidade moderada no subconjunto2 e no subconjunto3 de imagens (Quadro 6.3), levando-nos a aceitar a hipótese nula de que a avaliação interobservadores destes dois itens de avaliação de feridas crónicas são iguais.

A percentagem de tecido de epitelização e a profundidade dos tecidos envolvidos apresentaram uma fiabilidade fraca (Quadro 6.3), pelo que se rejeita a hipótese nula de a avaliação interobservadores ser igual nestes itens. Assim como, a presença de tecido cicatrizado que obteve uma fiabilidade moderada só no primeiro subconjunto e uma fraca fiabilidades nos restantes 2 subconjuntos de imagens (Quadro 6.3), pelo que se rejeita a hipótese nula relativamente à igualdade de avaliação interobservadores da presença de tecido cicatrizado.

A quantidade de tecido de epitelização e a profundidade dos tecidos envolvidos apresentaram uma fraca concordância entre os vários pares de observadores nos 3 subconjuntos de imagens (Quadro 6.3), pelo que se rejeita a hipótese nula de as avaliações interobservadores serem iguais quanto a estes 2 itens de avaliação de feridas crónicas.

A localização e topologia da ferida/úlceras apresentaram uma concordância substancial no primeiro subconjunto de imagens entre todos os pares de avaliadores (Quadro 6.3), pelo que em conjuntos de imagens com as características do subconjunto1 se pode considerar que a hipótese nula se verifica. Nas restantes avaliações interobservadores dos restantes subconjuntos a concordância varia de fraca a substancial (Quadro 6.3), pelo que não se pode aceitar a hipótese nula e considerar

que perante as mesmas condições a avaliação interobservadores é concordante. A identificação do tipo de ferida/úlceras também foi um item que obteve uma concordância que variou entre os pares de observadores e entre os 3 subconjuntos de imagens (Quadro 6.3), pelo que não reúne consenso para ser utilizado este item na avaliação interobservadores de feridas crónicas através de imagem digital.

A identificação dos tecidos presentes no leito da ferida só demonstrou moderada concordância entre o Investigador/observador1 no segundo subconjunto de imagens, nas restantes avaliações interobservadores a concordância variou de nula a considerável (Quadro 6.3), pelo que é um item que não reúne concordância interobservadores para ser utilizado na avaliação de feridas crónicas através de imagem digital. A presença de tunelização também só obteve uma concordância moderada, na avaliação realizada pelo observador1/observador2, no primeiro subconjunto de imagens e nas restantes avaliações interobservadores uma concordância de nula a considerável (Quadro 6.3), pelo que não se pode considerar como um item concordante na avaliação interobservadores de feridas crónicas.

As características da pele circundante e dos bordos da ferida/úlceras e os sinais de infeção ou presença de biofilme são itens de avaliação interobservadores de feridas crónicas que obtiveram uma concordância na generalidade fraca para todos os pares de observadores e nos diferentes subconjuntos de imagens (Quadro 6.3), pelo que são itens que não podem ser considerados na avaliação interobservadores de feridas crónicas por imagem digital.

Em suma, os resultados permitem constatar que, **a qualidade da imagem não interferiu na capacidade de o observador conseguir identificar o tipo de ferida**, mas denotaram-se alguns aspetos que prejudicam a correta visualização e avaliação do tipo de tecidos presentes no leito da ferida, como as sombras, a falta de luminosidade e a desfocagem do painel de cores da régua. Contudo, apesar da considerável boa qualidade das imagens, no que respeita a lesões nos membros inferiores, **o observador perito necessita de mais informação clínica para proceder ao diagnóstico diferencial destas feridas/úlceras**, pelo que não teve capacidade para as identificar. Relativamente à localização e topologia da ferida/úlceras foi quase sempre identificada, desde que estejam enquadrados na imagem pontos de referência anatómicos.

Quadro 6.3 - Quadro resumo das características de avaliação de uma ferida crônica e da fiabilidade e concordância interobservadores apresentada nestes 3 subconjuntos de imagens

Hipótese Nula (vide 6.2)	Subconjunto1		Subconjunto2		Subconjunto3	
	Fiabilidade	Concordância	Fiabilidade	Concordância	Fiabilidade	Concordância
Identificação do Tipo de Ferida/Úlcera		Considerável Inv/obs1 e Inv/obs2; Substancial Obs1/obs2		Considerável Inv/obs1 e Inv/obs3; Substancial para Obs1/obs2		Fraca Inv/obs2; Nula para as restantes pares
Localização da Ferida/Úlcera		Substancial		Moderada Inv/obs3; Substancial Inv/obs1 e Obs1/obs3		Considerável Inv/obs2; Fraca para os restantes pares
Topologia da Ferida/Úlcera		Substancial		Considerável Inv/obs3; Moderada Obs1/obs3; Substancial Inv/obs1		Substancial Inv/obs2; Fraca para os restantes pares
Categoria UPP	Boa		Boa		Nula	
Presença de Tecido Cicatrizado	Moderada		Fraca		Fraca	
Presença de Tecido Necrosado	Boa		Boa		Boa	
Tecidos Presentes no Leito da Ferida/Úlcera		Considerável Obs1/Obs2; Fraca para os restantes pares		Fraca Inv/obs1; Considerável Inv/obs3; Moderada Inv/Obs1		Considerável Inv/obs3; Nula para os restantes pares
% de Tecido de Epitelização	Fraca		Fraca		Fraca	
% de Tecido de Granulação	Boa		Boa		Boa	
% de Tecido Desvitalizado	Boa		Moderada		Moderada	
Profundidade dos Tecidos Envolvidos	Fraca		Fraca		Fraca	
Presença de Tunelização		Fraca Inv/Obs2; Considerável Inv/obs1; Moderada Obs1/obs2		Fraca Inv/obs3; Considerável restantes pares		Negativa para Obs2/obs3; Nula para os restantes pares
Características da Pele Circundante		Fraca Inv/obs2; Considerável para os restantes pares		Fraca Inv/obs1 e Inv/obs3; Considerável Obs1/obs3		Considerável Obs2/obs3; Fraca para os restantes pares
Características dos Bordos		Considerável		Moderada Inv/obs3; Considerável restantes pares		Fraca
Presença de Sinais de Infecção/Biofilme		Fraca		Considerável Obs1/obs3; Fraca restantes pares		Fraca

Capítulo 7

Discussão

7.1. Discussão dos Resultados das Características do Conjunto de Imagens de Feridas Crônicas e da Avaliação Interobservadores

A visão computacional é uma área das Ciências da Computação que se preocupa em mimetizar a interpretação humana do mundo que nos rodeia. Se as feridas crônicas são um problema de saúde global, que afeta os humanos e que preocupa os familiares, os profissionais de saúde e investigadores de várias áreas das ciências, então também se evidencia uma área de interesse nas ciências computacionais. Os profissionais de saúde já se fazem valer, muitas vezes, do registo fotográfico para avaliar a evolução de uma ferida crónica, mas a utilização de ferramentas práticas, acessíveis e fidedignas ainda não é uma realidade na maioria dos contextos. Por isso, se procurou identificar o estado da arte nestas áreas e se constatou que existem áreas da avaliação da ferida crónica bem estudadas e desenvolvidas como, o cálculo do tamanho e taxa de cicatrização da ferida e dos tipos de tecidos presentes no leito da ferida, mas que ainda não existe uma ferramenta fiável que reúna a melhor performance e esteja próxima do fluxo de trabalho dos profissionais. Contudo, existem áreas como a deteção de tunelização e descolamento dos bordos da ferida e a predição da ocorrência de ferida/úlceras que já estão a ser estudadas, assim como, a deteção de infeção e presença de biofilme, e que necessitam de continuar a avançar no desenvolvimento de ferramentas e métodos para o despiste precoce destas complicações. O estudo da presença e quantidade de exsudado através de sistemas de análise de imagem foi uma lacuna na pesquisa, mas sabe-se que existem métodos baseados em luminescência através de corantes ou biomarcadores que podem ser utilizados para a recolha desta informação em imagem digital, além da possibilidade em investigação dos pensos inteligentes com sensores de pH, bioimpedância ou de medição da evaporação de vapor de água que vão revolucionar a gestão e tratamento das feridas crónicas.

Ainda com a identificação do estado da arte compreendeu-se que, o processamento de imagem pressupõe um conjunto de etapas todas elas importantes, mas a etapa inicial executada pelos profissionais de saúde reveste-se de uma importância extrema, pela necessidade de sistematizar e uniformizar os procedimentos e as configurações dos dispositivos de aquisição de imagem. Não menos importante são todas as tarefas de melhoria da imagem antes e após a segmentação e as tarefas de reconhecimento de padrões e classificação, que auxiliam os profissionais de saúde, no processo de avaliação das feridas crónicas e na predição do processo de cicatrização. Da pesquisa também se constatou que os conjuntos de imagens de feridas crónicas surgem das várias investigações e existem poucos conjuntos de imagens partilhados para serem utilizados para testar e apreefeioar algoritmos ou sistemas de análise de imagem direccionados para avaliação de feridas crónicas. A constituição dos conjuntos de imagens de feridas crónicas em número suficiente e que abranjam a especificidade das diferentes feridas crónicas foi uma preocupação tida em conta.

Os instrumentos de campo elaborados foram construídos, segundo a recolha de informação na fase de revisão do estado da arte, e contemplaram a utilização de régua de papel de 15 cm descartável e não estéril, uso de *smartphone* com mais de 10 megapíxeis na câmara traseira, descrição das configurações do dispositivo móvel e das condições de aquisição e armazenamento da imagem e, inicialmente contemplaram a possibilidade de recolha por parte de outro profissional enfermeiro. Mas ao conhecer a realidade de prestação de cuidados e procedimentos aplicadas, o investigador decidiu recolher sozinho as imagens de feridas crónicas, como forma de não alterar o fluxo e dinâmicas de trabalho dos enfermeiros no terreno, mantendo assim também, as condições de aquisição, a periodicidade e as oportunidades de recolha. Assim, o período de recolha de imagens, inicialmente estipulado de 2 meses estendeu-se para 6 meses, nas diferentes unidades de saúde

do ACeS de Matosinhos. Maioritariamente, as imagens foram recolhidas com o mesmo dispositivo móvel e, portanto, respeitando as mesmas configurações do dispositivo, no que concerne à luminosidade, zoom e qualidade de imagem. Essa uniformidade no procedimento constatou-se na percepção do investigador sempre superior a 90% da manutenção da resolução de imagem (96x96 ppi), na distância do dispositivo à ferida, na utilização de luz natural e na identificação de pontos anatómicos de referência. Contudo, pela possibilidade de variabilidade nestas condições de aquisição de imagem, o ideal seria fazer recurso a um sistema ótico que possibilitasse a manutenção da distância e a perpendicularidade ao plano de focagem da ferida crónica. Após a utilização das imagens de feridas crónicas pelos avaliadores peritos constata-se que os mesmos consideram que 85.9% das imagens possuem de excelente a razoável qualidade e que 39.1% das imagens permitiram a identificação de feridas crónicas e 60.9% não permitiram a identificação da ferida/úlceras ou por necessidade de mais dados clínicos ou por estar associada à ausência de pontos anatómicos de referência. Não tendo dado para constatar a variabilidade nas condições de aquisição de imagem por múltiplos enfermeiros, questiona-se se o ideal será mesmo ter pouca variabilidade neste processo e surgir um conjunto de dados muito próximo do encontrado na revisão do estado da arte.

As úlceras por pressão (UPP) são um dos tipos de feridas crónicas com diretrizes internacionais, seguidas frequentemente pela Direção-Geral de Saúde (DGS), no que respeita às escalas de avaliação do risco e atuação preventiva. Contudo, no que respeita à classificação, diagnóstico e avaliação das UPP, não existem linhas orientadoras para estes procedimentos. Mas os Serviços Partilhados do Ministério da Saúde (SPMS) associaram a categorização das UPP (segundo a classificação do *National Pressure Ulcer Advisory Panel* – NPUAP) à escala RESVECH 2.0 (*“Resultados esperados de la valoración y evolución de la cicatrización de las heridas crónicas”*), como forma de registo eletrónico, no SClínico, de todo o tipo de feridas, em ambiente hospitalar e de cuidados na comunidade. A seleção desta escala de avaliação das características das feridas/úlceras crónicas, direccionada para a avaliação destas feridas e, mais próxima da utilização habitual dos enfermeiros foi a correta opção para avaliar a concordância interobservadores *in loco* ou à posteriori através de imagem. Contudo, por ser uma escala muito abrangente e com itens e subitens com aspetos da caracterização de uma ferida crónica impossíveis de serem avaliados através de imagem, dificultou a análise dos resultados de concordância e fiabilidade interobservadores.

No que respeita à categorização das UPP, nas duas categorias introduzidas na classificação do NPUAP em 2016 (Suspeita de Lesão Profunda e Inclassificável) houve dificuldade por parte do investigador nas situações de presença de uma placa de necrose, flictena ou alterações da coloração da pele que não deixam observar os tecidos lesados. O facto de supor e atribuir uma categoria de UPP suposta levou a que a concordância entre o investigador e os observadores não se verificasse nestas duas categorias, mas o que não resultou em muita discrepância na concordância interobservadores deste item.

Os contextos de cuidados e de trabalho diferem bastante, assim sendo, o fluxo de trabalho dos enfermeiros em cuidados domiciliários, sem recurso a sistemas de registo portáteis e automatizados faz com que a observação das características das feridas crónicas se distancie do momento de registo, ocasionando perda de informação. Nas unidades de saúde, o momento de observação e registo coincidem, contudo, a avaliação de feridas crónicas prevê o registo das suas características mensalmente ou a cada alteração do tratamento, traduzida por momentos de deterioração da evolução da cicatrização e o mesmo não se verifica. Tais factos foram também a

razão de o investigador ter decidido recolher exclusivamente as imagens, apesar de a disponibilidade de comparecer a todos os agendamentos dos tratamentos de feridas crónicas também poder ter sido uma tarefa de difícil cumprimento.

A decisão de primeiramente recolher imagens nas Unidades de Cuidados na Comunidade/Equipas Integradas de Cuidados na Comunidade (UCC/ECCI) deveu-se à quantidade de utentes em seguimento nestas unidades, à tipologia e magnitude das feridas crónicas e à natureza dos cuidados em contexto domiciliário. Contudo, o maior número de visitas domiciliárias decorrentes das características das feridas crónicas e a existência de mais que uma ferida por utente fez com que perante um menor número de utentes (22 utentes) em proporção, resultasse num maior número de imagens recolhidas (147 imagens). As restantes unidades de saúde foram sendo incluídas à medida que as 4 semanas de seguimento das feridas crónicas nas unidades anteriores iam sendo completadas. Um maior número de utentes (52 utentes) e feridas crónicas (73 FC), resultou em proporção num menor número de imagens (154 imagens), consequência da falha de seguimento dos utentes por dificuldades de agendamento ou por alta dos cuidados de enfermagem.

O tipo de ferida crónica encontrado em cada unidade de saúde diferiu, sendo as imagens de UPP mais frequentes nas UCC/ECCI com 87.0%, pois estas úlceras encontravam-se em utentes totalmente dependentes com múltiplas lesões e, por conseguinte, com um nível de cuidados e tempo de tratamento necessário superiores. Nas Unidades de Saúde Familiar (USF) e Unidades de Cuidados de Saúde Personalizados (UCSP), as imagens de úlceras venosas foram as mais frequentes com 79.5%, pois estes utentes podem deslocar-se às unidades de saúde e permanecem por longos períodos de tratamento, devido à cronicidade da insuficiência venosa e da recorrência destas lesões. No global, as imagens de úlceras venosas foram as mais frequentes com 45.7% e, de seguida as imagens de UPP (39.7%), que corrobora a prevalência nacional de cada tipo de ferida crónica em contexto de CSP, com as úlceras de perna (22.6%) a apresentarem uma prevalência maior que as UPP (14.9%). No conjunto de imagens, as feridas malignas (4.4%) são mais frequentes que as úlceras de pé diabético 3.5%, o que não corresponde à prevalência nacional destas feridas em que as úlceras de pé diabético têm uma prevalência mais elevada que as feridas malignas. Este facto verifica-se porque algumas imagens são da mesma ferida, não se tendo calculado a prevalência ajustada ao número de feridas.

O conjunto de imagens em termos de tamanho da ferida respeita quase o *cut-off* de 10 cm², que se encontra descrito na literatura como área, a partir da qual, o método de medição tradicional com régua aumenta o erro (Chang, Dearman, & Greenwood, 2011); (Khoo & Jansen, 2016; Little et al., 2009) e, a área a partir da qual, os softwares de análise de imagem melhoram a sua performance (Eberhardt et al., 2016). O *cut-off* da área da ferida, no conjunto de dados, situa-se nos 10.6 cm² e existem 8.9% de imagens com área inferior ou igual a 1 cm², em que a sua avaliação a partir de imagem está dificultada.

As características das feridas crónicas podem ajudar a conhecer o *dataset* e a seleccionar as imagens e os respetivos desafios em visão computacional. Assim, constatou-se que:

- ✓ A presença de exsudado, como sinal ou sintoma de infeção/biofilme não quer dizer que esteja relacionado com alterações das características da pele circundante;
- ✓ A categorização das UPP é um item de classificação deste tipo de ferida crónica, que se relaciona com o atingimento dos tecidos em profundidade e com a presença de tunelização nas UPP de categoria mais grave (categoria 3 e 4);

- ✓ As características dos bordos da ferida diferem em cada tipo de ferida crônica e são um aspecto da caracterização das feridas crônicas importante na tarefa de delimitação manual, semiautomática ou automática dos bordos da ferida. Esta é uma tarefa difícil e segundo a literatura também item de discordância entre vários observadores e até mesmo entre o mesmo avaliador, em momentos diferentes.

As características de localização, de topografia, dos bordos e pele circundante poderão ser aspectos a estudar e validar futuramente como importantes na identificação e diagnóstico diferencial do tipo de ferida crônica e poderão ser dados de aprendizagem de sistemas automáticos de identificação de feridas crônicas.

O processo de cicatrização em termos macroscópico é avaliado pela quantidade de tecido presente (segundo o modelo de classificação de ferida RYB (*Red-Yellow-Black*)) e pelas características dos bordos, da pele circundante e da presença de sinais e sintomas de infecção/biofilme, pois todas estas características concorrem para a conjugação de um ambiente propício ao processo de cicatrização. A ausência de tecido necrosado em 90.8% das imagens, uma média de 29.8% de tecido desvitalizado e de 44.0% de tecido de granulação refletem que as feridas crônicas se encontram num estadio favorável de cicatrização. Contudo, a média de 23.3% de tecido de epiteliação e 58.7% das feridas crônicas não apresentarem tecido cicatrizado demonstram o atraso e prolongamento no processo de cicatrização característico das feridas crônicas. A quase ausência de tecido necrosado e a presença de cicatrizado em quase metade das imagens de feridas crônicas do conjunto de dados das imagens influenciaram a avaliação da concordância e fiabilidade interobservadores, pois obteve-se maior concordância na presença de tecido necrosado que na identificação da presença de tecido cicatrizado, que foi menos concordante.

Os objetivos propostos para a primeira fase do estudo foram atingidos e conseguiu-se construir um conjunto de imagens de feridas crônicas composto por 301 imagens, com mais imagens de úlceras venosas e recolhidas nas USF e UCSP. O recurso a imagens de vídeo foi utilizado nas feridas crônicas de maiores dimensões e situadas nos membros inferiores, mas não se chegou a concretizar nenhuma tarefa de reconstrução tridimensional, a partir da imagem de vídeo. Pode utilizar-se essas imagens de vídeo para aumentar a quantidade de imagens no *dataset* que for constituído para partilhar com a comunidade científica em visão computacional.

É conhecida a caracterização das imagens de feridas crônicas e foram estabelecidas e testadas algumas das relações entre variáveis, sendo que se confirma a concordância entre a categorização das UPP e o tecido atingido em profundidade e a ocorrência de tunelização nas UPP de categoria mais grave e não se verifica nas úlceras neuropáticas onde também podem ocorrer (Swezey, 2014).

O agrupar das imagens por diferentes características e associar os desafios clínicos repetitivos é uma etapa que está preparada, mas só será divulgada, à comunidade científica na forma de *Challenge*, posteriormente à publicação e defesa desta dissertação.

Os fatores facilitadores e inibidores do processo de avaliação de feridas crônicas através de imagem foi avaliado no conjunto de imagem observado concomitantemente pelos 3 observadores (507 observações), de forma a obter o maior número de observações, no que respeita aos aspetos da qualidade de imagem que afetaram o processo de avaliação de feridas crônicas. Os aspetos que qualificam positivamente a qualidade da imagem (85.9%) estiveram mais presentes na observação dos 3 observadores, que o único aspeto negativo, a “má” qualidade da imagem (14%). Apesar da

qualidade de imagem ser excelente a razoável, os observadores não conseguiram identificar o tipo de ferida através da imagem na maior parte das situações (60.9%), as feridas mais identificáveis através de imagem foram as UPP (40.4%) e a localização anatômica mais identificada foi a perna (28.0%), justificado pelo facto de as imagens de úlceras venosas serem mais frequentes na amostra, mas não ter sido possível a identificação do tipo de lesão, e sim, a localização anatômica deste tipo de lesões, nos membros inferiores.

Relativamente aos aspetos que afetam a qualidade da imagem e condicionam a avaliação da ferida crónica, em quase ¼ das situações (23.8%) não havia nenhum aspetos que tivesse prejudicado a avaliação da ferida através de imagem, o que se pode concluir que a necessidade de mais dados e o enquadramento na imagem dos pontos anatômicos de referência (54.8%) serão fundamentais para o estabelecimento do diagnóstico diferencial nas várias lesões, que ocorrem nos membros inferiores. Já as situações que mais prejudicam a avaliação da ferida/úlceras através de imagem são imensas (76,2%) e relacionadas com vários aspetos da qualidade da imagem, desde a desfocagem da paleta de cores e falta de nitidez das estruturas, à falta de luminosidade, passando pela ocorrência de sombras, entre outros aspetos. Tal como os sistemas de análise de imagens também os observadores querem imagens ideais para poderem proceder à avaliação de feridas crónicas, mas tal não é possível devido à dificuldade de reprodutibilidade de cada cena captada a cada momento por dispositivos de captação de imagem digital.

O conjunto de 301 imagens, que corresponde a 315 observações foi subdividido em 3 subconjuntos e distribuídos por par de observadores peritos. O objetivo primeiro desta subdivisão foi redistribuir o tipo de feridas crónicas do conjunto de imagens, que até à imagem 143 tinha maior número de imagens de UPP, entre um observador com experiência a nível de cuidados hospitalares e outro com experiência em cuidados na comunidade. Contudo, com a ausência de participação de um enfermeiro avaliador perito dos cuidados primários e depois com a ausência de avaliação de um subconjunto de imagens (211-263), por parte de um observador, também com experiência nos cuidados primários dificultou a resposta a este objetivo. Esta limitação provocada pela decisão de redistribuir o conjunto de imagens levou a que a distribuição das imagens em relação ao par de observadores peritos não tivesse ficado equilibrada, pois no subconjunto1 os observadores peritos estavam equilibrados, mas as imagens eram mais de UPP; no subconjunto2 de imagens, as imagens foram adquiridas no contexto de cuidados domiciliários e de unidade de saúde, mas os observadores eram do mesmo contexto de trabalho e no subconjunto3 havia mais imagens de úlceras venosas e os peritos eram dos 2 contextos de trabalho. O subconjunto3 (159 à 211) teve perda de 17 imagens que não foram observadas pelo observador3, assim este subconjunto ficou constituído por 35 observações completadas pelos 3 avaliadores.

O investigador tinha também conhecimento, que a tarefa de avaliação de feridas crónicas era uma tarefa morosa e, que poderia não ser finalizada pelos observadores, pelo que decidiu à priori não sobrecarregar cada avaliador e, assim, dividindo o conjunto de imagens e fazendo o cruzamento das avaliações interobservadores também se poderiam tirar algumas conclusões diferentes dependendo da experiência de cada observador.

O tamanho da amostra de cada subconjunto de cerca de 100 observações para os primeiros 2 subconjuntos e de 35 no terceiro e a escolha dos observadores para cada subconjunto foi tido em conta nos pressupostos para calcular o coeficiente de correlação interclasses (ICC – ICC – *Intraclass Correlation Coefficient*) e no número de observadores para cada imagem/observação superior a 2, também necessário para calcular o coeficiente de Kappa de Cohen. Relativamente às feridas que

possuíam mais do que uma imagem para a sua avaliação, esse conjunto de imagens foi disponibilizado ao avaliador e explicado que poderia usá-lo para a caracterização mais global da ferida crónica.

As variáveis nominais com mais características descritoras da ferida crónica não reúnem consenso na avaliação interobservadores entre a observação direta e a observação através de imagem, pelo que rejeitamos a hipótese nula quanto à capacidade de identificar o tipo de ferida/úlceras, a presença de tecido cicatrizado, a identificação dos tecidos presentes no leito da ferida e os tecidos atingidos em profundidade, a presença de tunelização, as características da pele circundante e dos bordos da ferida e os sinais de infeção e presença de biofilme. Mais se acrescenta que a variável de presença de tunelização, poderia ser uma variável dicotómica, mas com o acrescentar da opção de resposta – “impossibilidade de avaliar”, no instrumento de avaliação por peritos através de imagem ficou a apresentar 3 opções de resposta. Assim, esta opção de resposta só foi válida para os observadores peritos e verificou-se uma concordância moderada entre eles no subconjunto1, uma concordância substancial no subconjunto2 e discordante no subconjunto3.

A variável “outra topologia”, que acrescenta outra descrição ao local do corpo identificado (como: superior/inferior, anterior/posterior, entre outras), anteriormente na variável topologia, também não reúne consenso entre os pares de avaliadores, à exceção de uma moderada concordância entre o observador1 e o observador2, no subconjunto2.

A variável dicotómica de avaliação da presença ou ausência de tecido cicatrizado apresenta uma fiabilidade moderada para todos os observadores e fiabilidade fraca para o par de observadores peritos, que poderá estar relacionado com a identificação dividida (58.7% não apresentam tecido cicatrizado e 41.3% apresentam tecido cicatrizado) da presença de tecido cicatrizado pelo investigador no terreno. Com estes dados rejeitamos a hipótese nula formulada para a avaliação de cada um destes itens de caracterização de uma ferida crónica (identificação dos tecidos presentes no leito da ferida, presença de tecido cicatrizado, presença de tunelização, características da pele circundante e dos bordos e sinais de infeção e presença de biofilme).

A determinação da percentagem do tecido de epitelização não reúne acordo em nenhum dos pares de observadores, nem em nenhum dos subconjuntos de imagens de feridas crónicas, de forma a aceitar a hipótese nula.

As características de avaliação de feridas crónicas que se mantêm com um nível alto de fiabilidade ou concordância interobservadores pode concluir-se que são a categorização das UPP, a percentagem de tecido de granulação e a presença de tecido necrosado e poderão ser utilizados na avaliação de feridas crónicas interobservadores, utilizando uma imagem da ferida crónica para avaliação posterior. Relacionando estes resultados com os resultados do estudo de Thompson et al. (2013), que avaliou a concordância entre os itens da escala de avaliação *revised-Photographic Wound Assessment Tool* (Rev-PWAT) de várias feridas e úlceras crónicas, incluindo ferida traumática, coto de amputação e feridas cirúrgicas com recurso a fotografia e a avaliação no local de observação, que obteve uma boa concordância na maior parte dos itens e menor concordância na avaliação dos bordos e da viabilidade de pele circundante, ICC de 0.67 (IC95% 0.53-0.78) e de 0.60 (IC95% 0.44-0.72), respetivamente para cada item. A comparabilidade com os itens que se utilizou no nosso estudo só pode ocorrer ao nível da quantidade de tecido de granulação e a identificação/presença de tecido necrosado, que também foram aspetos da caracterização de feridas crónicas que demonstraram consistência na avaliação de vários tipos de imagens de feridas

crónicas, no local de observação e através de imagem. Outros autores sugerem que é difícil a determinação do tecido de granulação através da observação direta, utilizando escalas com recurso a imagem ou à descrição desta característica (Iizaka et al., 2011). Contudo, no nosso estudo foi a característica que obteve melhor resultado de fiabilidade e comparando com o estudo de Thompson et al. (2013) em que obteve um ICC de 0.85 (IC95% 0.77-0.90), os dados são próximos ou quase similares, tendo apresentado um valor de ICC de 0.856 (IC95% 0.80-0.898) para o subconjunto1, de 0.850 (IC95% 0.778-0.898) para o subconjunto2 e de 0.781 (IC95% 0.616-0.882) para o subconjunto3 de imagens. A identificação/presença de tecido necrosado no subconjunto1 obteve um ICC de 0.785 (IC95% 0.703-0.847), no subconjunto2 um ICC de 0.808 (IC95% 0.733-0.865) e no subconjunto3 um ICC de 0.898 (IC95% 0.822-0.945), que em comparação com o ICC do estudo (ICC=0.85; IC95% 0.78-0.90) demonstram uma similitude nos resultados (Thompson et al., 2013). No que respeita à avaliação do tecido necrosado, outro estudo de 2014, apresenta uma concordância de 79%, sendo a mais baixa de um conjunto de outros aspetos de uma ferida crónica, como a presença de gangrena (92%), de eritema (83%) e de celulite (85%) (Sood, et al., 2016).

Apesar de a profundidade dos tecidos atingidos não ter sido um item consistente na avaliação interavaliadores do nosso estudo, mas o parâmetro pode ser comparado, porque reporta à mesma característica de ferida avaliada, no estudo de Thompson et al. (2013) (ICC=0.83; IC95% 0.74-0.89). No nosso estudo este item apresentou ICC a variar de 0.460 (IC95% 0.259-0.614) no subconjunto1 de imagens, de 0.492 (IC95% 0.301-0.639) no subconjunto2 e de 0.286 (IC95% -0.227-0.611), em que os valores não se aproximam nada dos dados do estudo de Thompson et al. (2013).

Relativamente às restantes características de avaliação de uma ferida crónica que não apresentam concordância suficiente para que se possam utilizar na avaliação de feridas crónicas por imagem não existem dados de comparação, mas um estudo de 2004, mencionado por Sood et al. (2016) afirma que há concordância em 68 a 90% dos diagnósticos de feridas estabelecidos por imagem. Assim, como estes autores demonstram concordância na tomada de decisão relativamente a procedimentos e tratamentos a instaurar como a utilização de antibiótico, realização de desbridamento e indicações de tipo de terapia local (penso) (Sood, et al., 2016), que não foram objeto de estudo durante este trabalho.

Os objetivos desta parte do estudo foram atingidos, contudo devido a algumas limitações na estratégia metodológica adoptada poder-se-á ter comprometido a obtenção dos resultados. Em relação ao estabelecimento dos fatores facilitadores e inibidores do processo de avaliação de feridas crónicas através de imagem pode concluir-se que a qualidade da imagem afeta a avaliação discriminatória do tipo de tecidos presentes e na identificação de alguns tipos de feridas crónicas é preciso mais do que a imagem para se poder estabelecer um diagnóstico correto. Podemos ainda concluir, que há parâmetros de avaliação de feridas crónicas que não reúnem consenso suficiente devido à multiplicidade de opções para a avaliação de feridas crónicas e, portanto, sugerir que os mesmos não sejam incluídos como itens de avaliação de feridas crónicas através de imagem. Contudo, como neste estudo a seleção dos avaliadores não foi aleatória é necessário ter precaução na generalização dos resultados. Apesar disto, pode elaborar-se um procedimento para aquisição de imagens de feridas crónicas e, posterior formulário de avaliação baseado nos dados deste estudo para estes contextos de trabalho, pretencentes ao ACEs de Matosinhos.

7.2. Desafios Clínicos e em Processamento de Imagem

A investigação na área de avaliação de feridas crónicas através de processamento de imagem encontra-se em desenvolvimento, mas carece de conjuntos de dados robustos, vastos e, em número suficiente, para poderem treinar os diversos algoritmos de deteção de objetos, determinação de bordos e medição das dimensões da ferida e da percentagem de tecidos presentes no leito da ferida. Os métodos de aquisição de imagem podem distinguir-se: em imagem digital capaz de captar todas as características da ferida visíveis e imagem ótica capaz de captar características “não visíveis”, como a temperatura e medidas mais complexas como a profundidade, tunelização e o descolamento dos bordos da ferida. Outros parâmetros, como por exemplo, o exsudado poderão ser medidos através de dispositivos ou métodos baseados em reações químicas com biomarcadores e corantes, em diferenças de impedância ou sensores de pH.

O ideal seria um sistema automático de avaliação de feridas que integrasse todas estas fontes de imagem e informação e que aliasse a portabilidade, facilidade de uso, boa reprodutividade e precisão do método e que se integrasse com o PEC. Outro aspeto que o sistema deve integrar é um orientador espacial (cefalo-caudal) da imagem e um marcador do tamanho e da cor junto à ferida, que irão permitir definir a orientação da imagem/ferida em relação à posição do corpo do indivíduo, dimensionar o tamanho da ferida, tendo em conta a distância de focagem e calibrar a imagem, no que respeita ao justo no brilho e na nitidez das cores. O desenho e desenvolvimento centrado no utilizador, de um sistema móvel inteligente de gestão dos cuidados a feridas crónicas foi abordado, de forma sistemática e pormenorizada, no trabalho de Wang e seus colaboradores (2018), definindo os requisitos gerais, problemas no fluxo de trabalho dos diferentes contextos do cuidado à pessoa com ferida e no complexo processo de avaliação das feridas crónicas e do processo de cicatrização, participação no processo de criação do sistema de profissionais, doente e cuidadores, e avaliação da satisfação dos utilizadores (Wang, et al., 2018).

Atualmente, as equipas de investigadores e investigação nesta área são maioritariamente constituídas por elementos das áreas das Ciências da Computação e Engenharia, o que leva a que os conjuntos de dados sejam adquiridos em determinadas condições quase perfeitas e orientados para a investigação específica do estudo. Pelo que, a visão e cunho dos profissionais da saúde que orientem a investigação para necessidades prementes, melhoria dos cuidados prestados e para as expectativas dos utilizadores fará com que o desenvolvimento de algoritmos e dispositivos possam auxiliá-los no cuidado às feridas crónicas. As duas áreas mais estudadas são a medição do tamanho da ferida e a deteção e determinação do tipo de tecidos presentes no leito da ferida e são importantes na avaliação de feridas crónicas. Contudo será necessário definir estratégias que respondam às expectativas dos utilizadores e lançar dispositivos ou métodos de análise de imagem fiáveis para calcular estas características da ferida crónica.

Outro facto prende-se com a diversidade de feridas crónicas, que apresentam localizações e características de manifestação diferentes apesar de os parâmetros de avaliação das feridas serem transversais (dimensões da ferida, tipo de tecidos diferenciados pelo aspeto e cor) e serem deveras importante para a classificação do status de cicatrização e para a definição do plano de tratamento.

Perante estas realidades propomos um conjunto de desafios assentes no conhecimento do estado da arte na avaliação de feridas crónicas, através da utilização do processamento de imagem, disponibilizando um conjunto de imagens para teste ([Apêndice S](#)):

- **Identificação e classificação da ferida/úlceras:** O diagnóstico de ferida crônica é uma tarefa difícil, porque baseia-se na história da ferida, etiologia, ferramentas e escalas de avaliação, histórico de doenças e medicamentos do doente. Existem muitas ferramentas e algoritmos para auxiliar na identificação, classificação e documentação da ferida, mas não existe um sistema para apoiar a tomada de decisão na avaliação e tratamento de feridas crônicas. O sistema de IA deveria basear-se em toda a informação já reunida nas escalas e ferramentas de avaliação e determinar o tipo de ferida mediante as características mais comuns (como, extensão, profundidade, características dos bordos, etc.) e da localização anatômica, detecção e identificação da mesma ferida ao longo do seguimento através de imagem, para poder calcular a taxa de cicatrização. Outra funcionalidade importante seria a detecção e aquisição automática da imagem da ferida/úlceras, ou seja, o reconhecimento da ferida/úlceras aquando da aquisição da imagem.
- **Predição da ocorrência de ferida/úlceras crônicas:** Ferida/úlceras crônicas são um problema de saúde pública que aumenta com as doenças crônicas. É importante desenvolver ferramentas precisas e sistemas de IA para identificar feridas ou úlceras e suas complicações (contaminação ou infeção, tunelização e descolamento dos bordos da ferida) e para auxiliar os profissionais no diagnóstico diferencial de cada tipo de ferida crônica, através da monitorização da temperatura da pele (imagens térmicas), da humidade subepidérmica (novas tecnologias), e de tecnologias de imagem ótica que possibilitam perceber a fase de cicatrização da ferida/úlceras e algumas complicações.
- **Identificação da fase de cicatrização:** O processo de cicatrização engloba 4 fases, de duração variável e que implicam fenómenos celulares e bioquímicos distintos conforme as condições do meio da ferida/úlceras. A causa do atraso no processo de cicatrização é multifatorial e leva ao desencadear de mecanismos que prolongam as diferentes fases, mais comumente a fase inflamatória e a de proliferação, levando por vezes a complicações da ferida/úlceras. O *Gold standard* na identificação da fase de cicatrização é a biópsia de tecido da ferida/úlceras, que origina mais agressão, desconforto e dor. Seria de extrema importância o desenvolvimento de sistemas para a identificação da fase de cicatrização e da causa do atraso no processo de cicatrização, utilizando tecnologia de imagem ótica (microscopia confocal ou multifotão, tomografia de coerência ótica (OCT), imagem hiperespectral) (Zhou A. H., 2012), que possibilitam o estudo das primeiras camadas da pele e os fenómenos que nelas ocorrem.
- **Taxa de cicatrização:** A diminuição da área de superfície da ferida/úlceras é o parâmetro mais utilizado para se avaliar a evolução da cicatrização de uma ferida/úlceras. O índice ou a taxa de cicatrização pode ser determinado através da diminuição da área de superfície da ferida atual e inicial ou da percentagem de tecido de granulação e epitelial ou através do cálculo do índice de cicatrização e remodelação com 5 parâmetros (comprimento da zona de re-epitelização, distância entre bordos da ferida, profundidade da ferida, espessura do tecido conjuntivo, espessura da derme natural em ambos os locais da ferida), nas diferentes fases (Gupta & Kumar, 2015) ou através do sistema de score histológico de Abramov (nível de colagénio, epitelização, angiogénese, macrófagos) (Gupta & Kumar, 2015). A utilização destes parâmetros conhecidos com a tecnologia de imagem digital poderia proporcionar o cálculo mais fiável da taxa de cicatrização de uma ferida/úlceras.
- **Dimensões da ferida/úlceras:** A identificação e a medição precisas de feridas crônicas influenciam o diagnóstico e o tratamento, porque se o tamanho da ferida crônica não diminuir em 40% em 4 semanas, o tratamento deve ser alterado (Papazoglou et al., 2010); (Jorgensen, Sorensen, Jemec, & Ydestraede, 2016); (Khoo & Jansen, 2016). Atualmente, a

avaliação da ferida ainda é baseada na observação visual subjetiva e na medição manual imprecisa. O tamanho da ferida e a taxa de cicatrização de feridas foram o desafio mais investigado na comunidade científica de visão computacional, e uma ferramenta ou técnica mais precisa, fiável e fácil de usar deve ser identificada. Os desafios neste parâmetro devem ser no desenvolvimento de ferramentas ou algoritmos para determinar o perímetro e área de superfície da ferida/úlceras, utilizando dimensionador ou técnicas de triangulação a laser para manutenção da distância do dispositivo à ferida, testar algoritmos existentes de delimitação de bordos e cálculo automático de área e perímetro.

- **Profundidade/volume:** A profundidade e o volume são dimensões de difícil medição ou cálculo através da medição direta (estilete estéril e Kundin) ou cálculo indireto através de fórmulas matemáticas, mas são dados importantes na avaliação de uma ferida/úlceras crónica. É importante extrapolar estas medidas através de técnicas óticas tridimensionais (3D) ou reconstrução de imagem bidimensional em 3D, comparar profundidade anotada em termos de estrutura anatómica envolvida com a profundidade atingida pelo modelo 3D e existirem sistemas que possam computar essas medidas.
- **Porcentagem de tecidos presentes no leito da ferida:** A identificação dos tecidos do leito da ferida é essencial para a identificação do estadió de cicatrização da ferida e para a tomada de decisão do tratamento. Esta temática também é uma das mais investigada em visão computacional e é premente selecionarem o método de segmentação de imagem mais preciso e testá-lo com vários algoritmos de classificação de imagens de feridas crónicas. Outras tarefas de identificação do tipo de tecidos também são importantes como: determinar a quantidade de cada tipo de tecido mediante classificação RYB e determinar o índice de cicatrização através da quantidade de tecido de granulação (vermelho), distinguir tecido de epitelização de descoloração do tecido, distinguir tecido desvitalizado de estruturas de tecido conjuntivo (tendão, osso, etc.), distinguir tecido desvitalizado na rede da matriz extracelular, onde se encontra a emergir tecido de granulação; distinguir tecido desvitalizado saudável de tecido desvitalizado patológico (desde rosa pálido a vermelho forte). A análise das características extraídas da imagem é uma tarefa difícil e que consome capacidades computacionais exigentes para sistemas móveis como os *smartphones*. Pelo que tarefas de redução da dimensionalidade das características extraídas das imagens de feridas crónicas são uma etapa importante no processamento e interpretação destas imagens.
- **Pele circundante e bordos:** A avaliação das características dos bordos e da pele circundante são importantes na avaliação do processo de cicatrização de uma ferida/úlceras crónica e a sua condição pode ser influenciada pelo tipo e quantidade de exsudado e pelo tratamento implementado. Na análise de imagem os bordos são estruturas importantes que permitem a separação na imagem em fundo e em ferida/úlceras, a delimitação da ferida/úlceras e a sua identificação e determinação da área da ferida/úlceras na imagem. A condição da pele circundante muitas vezes revela algumas condições presentes no leito da ferida e seria importante testar algoritmos que permitissem separar a pele saudável e não saudável para identificação da ferida/úlceras.
- **Tunelização e descolamento dos bordos:** A tunelização e descolamento dos bordos são duas complicações crónicas das feridas que atrasam a cicatrização e prolongam o tratamento. Como a pele subjacente é difícil de detetar sem alguns instrumentos, como uma sonda ou cotonete que causa desconforto e risco de infeção, os investigadores precisariam de encontrar modalidades e testes de imagem para detetar facilmente tunelizações e danos nos tecidos. As tecnologias de imagem fora da gama do visível

(ecografia, luz ultravioleta, etc.) podem auxiliar na determinação e delimitação da área da ferida/úlceras que está envolvida nestes 2 fenómenos e limites esses que se encontram debaixo da superfície da pele.

- **Sinais de infeção/biofilme:** Os sinais de infeção e a presença de biofilme são situações comuns nas feridas/úlceras crónicas. A colonização e infeção das feridas/úlceras crónicas origina prolongamento no processo de cicatrização. Estes parâmetros são constituídos por numerosos sinais e sintomas físicos e características específicas dos tecidos, mas são preferencialmente avaliados através da avaliação física. Seria importante implementar sistemas que auxiliem a distinguir os vários tipos de tecidos que são suspeitos de presença de biofilme (hipergranulação, tecido friável) do tecido de granulação, identificar e determinar as lesões satélites, realizar pesquisa de tecido ou exsudado mediante técnica de PNA-FISH e visualização em microscopia eletrónica para orientar as recolhas de espécimen, relacionar a presença de sinais de infeção com as características da pele circundante e presença de exsudado (brilho na imagem ou sinais de fluorescência provocado por corantes).
- **Quantidade de exsudado:** A análise quantitativa e qualitativa do exsudato é muito importante na avaliação de feridas crónicas e está relacionada com a infeção da ferida, nível de pH e atividade enzimática. A determinação do pH pode ajudar a determinar qual a fase de cicatrização em que a ferida se encontra (Mehmood, Hariz, Fitridge, & Voelcker, 2014). A avaliação das várias características do exsudado (cor, cheiro, espessura e quantidade) permitem o diagnóstico de infeção, auxiliar na monitorização da cicatrização e na decisão do tratamento a aplicar na ferida. Os profissionais de saúde não têm um método preciso de avaliação da quantidade e tipo de exsudado. Esta análise ocorre observando o leito da ferida após a remoção do penso e uma análise mais precisa da quantidade de exsudado poderia ajudar na decisão da troca de penso. Das investigações em curso e, tendo em conta, a imagem digital para determinar a presença de exsudado, através de presença de brilho na imagem, ou da presença de luminescência, usando corantes ou biomarcadores. Pode determinar-se a quantidade e qualidade do exsudado, usando medição do pH, transístores que medem a impedância e calculam o grau de humidade na ferida, e que também podem determinar a presença de edema.
- **Pensos inteligentes:** O ambiente da ferida crónica influencia os mecanismos envolvidos no processo de cicatrização e um dos aspetos que necessita de ser controlado para o ambiente ser propício à cicatrização é a humidade do leito da ferida. O estudo emergente dos pensos inteligentes pode contribuir para a manutenção de um ambiente húmido favorável à formação do tecido de granulação e, conseqüente diminuição da produção de exsudado (Mehmood, Hariz, Fitridge, & Voelcker, 2014) e cicatrização da ferida crónica. Os pensos inteligentes incluem outros sensores ou biomarcadores importantes na monitorização da ferida crónica, como a pressão da ligadura, temperatura e pH no local da ferida (Mehmood, Hariz, Fitridge, & Voelcker, 2014), nível de oxigénio, atividade mecânica e elétrica da pele e atividade enzimática (Derakhshandeh, Kashaf, Aghabaglou, Ghanavati, & Tamayol, 2018). Estes dois últimos são importantes na deteção da infeção da ferida crónica.
- **Condições de brilho e luminosidade da imagem da ferida:** As condições de iluminação da ferida/úlceras crónicas influenciam a qualidade da imagem e a performance dos vários algoritmos aplicados. Por isso, são quase sempre implementadas tarefas de pré-processamento de imagem que melhoram a condição da imagem, facilitando as etapas posteriores de processamento de imagem. Assim, seria importante detetar alterações no brilho ou luminosidade da imagem dependentes de condições da lesão (presença de

exsudado, tecido friável ou facilmente sangrante, utilização de luz acessória, sombras, etc.) e corrigir estas condições para melhorar performance dos algoritmos de segmentação. A utilização de marcadores de cores que proporcionem a utilização de algoritmos de normalização da iluminação e calibração da câmera são uma das estratégias de pré-processamento de imagem que possibilitam a melhoria das etapas seguintes de processamento.

- **Captura de vídeo e reconstrução bidimensional (2D) /tridimensional (3D):** A aquisição de imagem de feridas crónicas nos membros e nas extremidades são uma tarefa difícil de concretizar. Esta situação ocorre não só pela localização, mas pela topografia tubular dessa parte do corpo, que configuram, por vezes, feridas extensas e circunferenciais difíceis de adquirir num só plano e numa só imagem. Uma das estratégias é a aquisição de várias imagens e a sua reconstrução num plano 2D ou a aquisição de vídeo e, posterior decomposição em vários *frames* ou reconstrução 3D. A reconstrução 3D necessita de melhorias nos algoritmos e no hardware existente para soluções móveis, que ainda evidenciam câmeras com tamanhos inapropriados e com necessidade de acoplarem aos *smartphones*, tornando-os não-portáteis.
- **Fusão e processamento de dados multimodais:** O sistema ideal de avaliação de feridas crónicas deveria obter dados de várias modalidades de imagem e sensores de forma a proporcionar ao utilizador uma avaliação mais completa. Os *smartphones* já permitem esta multiplicidade de captura de dados (através de imagem, vídeo, localização e movimento) e partilha de dados entre sistemas e utilizadores. Será necessário investigar uma abordagem de integração desta multiplicidade de diferentes dados, com baixo consumo de capacidade e energia, componentes de hardware compatíveis com sistemas portáteis e com boa performance na avaliação de feridas crónicas.
- **Aplicação dos algoritmos de Deep Learning (DL):** As técnicas de DL já não carecem de tarefas de melhoramento da imagem, pois implementam arquiteturas de vários níveis de abstração e representação da imagem, que permitem várias camadas de processamento compostas por transformações lineares e não lineares. O desenvolvimento e aplicação destes novos algoritmos de *Machine Learning* (ML) e que auxiliassem os profissionais de saúde nas tarefas difíceis de deteção de ferida/úlceras, da delimitação dos seus bordos e nas tarefas de classificação dos tipos de tecidos presentes e de identificação do tipo de ferida/úlceras.
- **Problemas de privacidade e segurança:** O recurso a imagem e a interoperabilidade entre sistemas de avaliação portáteis e o Processo Clínico Eletrónico (PCE) trazem desafios enormes na manutenção da privacidade dos dados de saúde sensíveis. A aquisição de imagens de feridas crónicas em locais próximos das zonas genitais ou da face e contemplando o fundo (plano do leito, domicílio, etc.) são o desafio para reduzir os problemas de partilha dessa informação entre os vários intervenientes do cuidado. Necessidade de criação de sistemas seguros e interoperacionais assentes em plataformas Web, com partilha a partir de redes com protocolos seguros ou através da *cloud*, que possam interligar os vários intervenientes e locais de prestação de cuidados ao indivíduo com feridas crónicas sem perda ou roubo da informação.

A disponibilização dos conjuntos de imagens e dos respetivos desafios clínicos à comunidade científica carece de anotação das imagens, seleção da plataforma para os lançar que deverá responder a questões de segurança e privacidade dos dados e a questões ético legais essenciais em espaço Europeu e com as quais o investigador se comprometeu cumprir.

Capítulo 8

Conclusão e Trabalhos Futuros

As feridas crónicas são um problema de Saúde Pública a nível mundial que acarretam problemas sócioeconómicos, perda de qualidade e anos de vida e o seu seguimento e tratamento acarretam um grande peso para os Sistemas de Saúde. A gestão e o tratamento de uma ferida crónica estão implicados numa equipa multidisciplinar, mas no contexto português a avaliação, o seguimento e o tratamento de feridas crónicas encontra-se na confluência dos Cuidados de Saúde Primários (CSP) e dos cuidados prestados por Enfermeiros.

A avaliação de feridas crónicas é um processo assente na observação direta das características necessárias a observar, pelos profissionais de saúde, para a tomada de decisão no diagnóstico e tratamento destas lesões. Os vários métodos indiretos de avaliação de feridas crónicas assentam na tecnologia de imagem digital, ótica tridimensional e de imagem ótica para avaliação específica de determinadas características de uma ferida crónica. A ferramenta ideal para avaliação de feridas crónicas deveria assentar nestas 3 tecnologias de imagem e aliar-se da portabilidade, interoperabilidade com outros sistemas, facilidade de uso e estar próxima do fluxo de trabalho dos profissionais do cuidado à ferida. A evolução neste sentido, carece de conjuntos de imagens de feridas crónicas, que suportem os desafios clínicos que são necessários desenvolver (deteção da tunelização e sinais de infeção/presença de biofilme, determinação da pele saudável e não saudável, determinação dos bordos da ferida, etc.) para a criação do dispositivo ideal de avaliação de feridas crónicas.

Neste sentido, a etapa de campo desenvolveu-se na tentativa de colmatar estas descobertas e lacunas no recurso de imagens anotadas para desafios de visão computacional. A recolha de imagens de feridas crónicas, no contexto de cuidados onde são mais frequentes perspetivava-se uma tarefa facilitada se a ajuda de outros profissionais tivesse sido possível, pelos critérios de inclusão e exclusão no estudo dos utentes do Agrupamento de Centros de Saúde (ACeS) de Matosinhos e pela construção de um guião de recolha que defeniu as configurações do dispositivo (sem flash e sem zoom) e as condições de aquisição de imagens das feridas crónicas (distância e perpendicularidade do *smartphone*, em relação à ferida e enquadramento de pontos anatómicos de referência). Contudo, a redefinição da estratégia de desenvolvimento da recolha nas várias unidades em adaptação às circunstâncias de falta de participação dos enfermeiros e à não colisão com o seu normal fluxo de trabalho, o resultado do conjunto de imagens, em termos de número e características recolhidas poderia ter sido diferente. Por um lado, se a participação dos enfermeiros na recolha de imagens e, se no seu normal fluxo de trabalho avaliassem as feridas mensalmente ou a cada alteração do tratamento instituído, o número de imagens poderia ter sido mais reduzido. Assim, como as condições de recolha pela variabilidade de dispositivos e utilizadores poderia ter resultado em imagens com condições diversas.

O conjunto de imagens de feridas crónicas foi então constituído por 301 imagens diferentes, correspondendo a 315 observações de feridas crónicas, através da escala RESVECH 2.0 (*“Resultados esperados de la valoración y evolución de la cicatrización de las heridas crónicas”*), realizadas pelo investigador, no local de aquisição das imagens. Foram recolhidas várias imagens por ferida crónica e depois foi seleccionada uma, considerada com melhor qualidade, tendo em conta as definições prévias em relação às condições de aquisição. É constituído mais por imagens de úlceras venosas, com área média de 27.3 cm², com presença de pouco tecido necrosado e quase metade das feridas não apresentam tecido cicatrizado. Em relação ao status de cicatrização das feridas crónicas das imagens capturadas pode considerar-se que se encontram numa fase favorável de cicatrização, porque a percentagem mediana de tecido de granulação e epiteliação é de 50%, enquanto que a

percentagem mediana de tecido desvitalizado é de 20%, o que poderá ter influenciado positivamente o resultado da avaliação interobservadores da percentagem de tecido de granulação e do tecido de epitelização.

Na identificação do estado da arte destas duas temáticas de atuação na avaliação de feridas crónicas, as características a avaliar e os métodos/dispositivos assentes em imagem que possibilitem essa avaliação precisa e fiável constatou-se que a concordância intra e interobservadores no cálculo da área e determinação/identificação dos tipos de tecidos presentes no leito da ferida era boa. Contudo, o investigador tinha a percepção que o que observava no local e o que era recolhido através da imagem poderia diferir. Existe explicação básica para essa diferença assente na capacidade de observação da cor e das características de uma ferida a “olho nu” e na capacidade de representação da cena real, em modelo de cor standard *Red-Green-Blue* (s-RGB), a partir da captação de imagem por um *smartphone* e visualização posterior pelo olho humano, através de um monitor. Mesmo tendo esta justificação partiu-se para uma segunda etapa, com a finalidade de validar quais as características de avaliação de uma ferida crónica capazes de serem avaliadas de uma forma reprodutível e fiável através de imagem, à exceção da avaliação da área de superfície da ferida, porque a régua só foi colocada num dos eixos bidimensionais da imagem e não haveria possibilidade de aprendizagem dos peritos, na utilização de um software de análise de imagens. Também se pretendeu compreender quais os aspetos da qualidade da imagem que poderiam ter comprometido a avaliação de feridas crónicas e concluiu-se que na maior parte das imagens, os observadores conseguiram identificar o tipo de ferida e a localização, podendo não estar corretos em relação à observação no local por parte do investigador, pois nestas variáveis a concordância interobservadores variou de fraca a considerável nos 3 subconjuntos de imagens. No que respeita às imagens recolhidas na segunda fase, nos contextos de Unidades de Saúde (Unidades de Saúde Familiar e Unidades de Cuidados de Saúde Personalizados), por serem mais lesões nos membros inferiores, os avaliadores consideraram não ter os dados todos necessários para a identificação e/ou diagnósticos corretos. Este facto condicionou a avaliação da concordância interobservadores, no subconjunto 2 e 3. Mas contudo, as feridas crónicas mais identificadas através de imagem foram as úlceras por pressão (UPP), não foi possível identificar a localização da ferida/úlceras em 9.3% das situações e em 20.7% das vezes não foi possível identificar a topologia. A identificação do tipo de ferida/úlceras, a sua localização e a sua topologia podem ser consideradas válidas na avaliação através de imagem em alguns subconjuntos de imagens e pares de observadores, por isso podem ser considerados pontos chave na análise dos dados de avaliação da concordância interobservadores, em estudos posteriores ou em conjuntos de imagens semelhantes a estes.

Os aspetos da qualidade da imagem que mais afetam a avaliação das características de uma ferida crónica são a desfocagem da paleta de cores, que auxilia na identificação do tipo de tecidos presentes no leito da ferida, a falta de luminosidade e esta ocorrência associada à falta de nitidez das estruturas, só a falta de nitidez das estruturas e a presença de sombras, podem estar também associadas à falta de luminosidade e desfocagem do painel de cores e que podem prejudicar a avaliação de uma ferida crónica através de imagem digital.

Avaliou-se a fiabilidade e concordância de todas as características de uma ferida crónica capazes de serem avaliadas através de imagem, entre a avaliação no local realizada pelo investigador e a posteriori, realizada por um par de enfermeiros peritos pré-seleccionados. O conjunto de dados foi subdividido para permitir mais diversidade de imagens na observação interobservador. Pode

concluir-se que há fiabilidade na avaliação da determinação da quantidade de tecido de granulação e de tecido desvitalizado, e na avaliação da presença de tecido necrosado nos vários subconjuntos de imagens e entre os 3 observadores.

A avaliação dos tecidos atingidos em profundidade numa ferida/úlceras não é fiável nos 3 subconjuntos e entre os 3 observadores para poder ser considerada uma característica válida para avaliação de feridas crónicas interobservadores através de imagem. As restantes características de uma ferida crónica constituídas por diferentes descritores ou associação de descritores não devem ser consideradas como itens de avaliação de uma ferida crónica fiáveis para serem avaliados através de imagem.

A avaliação interobservador das várias características das feridas crónicas foi avaliada entre os enfermeiros peritos e em alguns aspetos apresentavam uma concordância superior à avaliação entre o investigador e um dos observadores peritos. Contudo, o objetivo deste estudo seria avaliar a concordância/fiabilidade entre a avaliação de feridas crónicas no local ou através de imagem. Pode-se perspetivar, o mesmo desenho de estudo e aplicá-lo também num momento posterior aos mesmos avaliadores ou treinar um conjunto de avaliadores neste processo e a seleção dos avaliadores e imagens nos vários momentos poderem ser aleatórios, para se poder generalizar os resultados a todos os avaliadores nos cuidados à ferida crónica.

Estes dados permitem conhecer a realidade de avaliação de feridas crónicas neste contexto de cuidados, em que muitas das vezes estes enfermeiros peritos fazem consultadoria de gestão e tratamento de casos de feridas crónicas à distância através de imagem. Não se podendo generalizar os resultados a outros contextos de cuidados de feridas crónicas, mas consegue-se sugerir um formulário de avaliação de feridas crónicas através de imagem, baseado na escala RESVECH 2.0 e que possa ser utilizado na referência e gestão de casos de feridas crónicas à distância. Com base nos dados sobre as características das imagens recolhidas e dos aspetos facilitadores e inibidores do processo de avaliação através de imagem pode equacionar-se a elaboração e implementação de melhorias na aquisição de imagens por *smartphone* e na partilha e visualização das imagens entre as Unidades de Saúde do ACeS de Matosinhos.

Em relação aos algoritmos de *Deep Learning* ainda é uma realidade pouco aplicada aos conjuntos de imagens de feridas crónicas, mas perspetiva-se uma orientação dos desafios de avaliação de feridas crónicas em visão computacional nesta linha de desenvolvimento. Pelo que a construção de um conjunto de imagens representativo e suficientemente vasto, com as mais de 1500 imagens recolhidas e acrescentando mais imagens adquiridos noutros contextos, ou com recurso a *data augmentation* (a partir das imagens de vídeo), ou com recurso a imagens provenientes de bibliotecas públicas (por causa de imagens de feridas crónicas em indivíduos de raça negra, que não ocorrem tão frequentemente na nossa população) é uma perspetiva de trabalho futuro que se pretende realizar, pois pediu-se prorrogação do prazo de utilização das imagens até 10 anos. Prevê-se que tragar benefícios para a investigação científica e clínica, porque a publicação do *dataset* anotado para um *Challenge* em visão computacional, agregado a metadados das avaliações realizadas por enfermeiros e aos desafios e necessidades da prática diária em avaliação de feridas crónicas que estes profissionais sentem e é necessário atacar, tendo como miragem o desenvolvimento e/ou aperfeiçoamento de algoritmos de processamento e de sistemas de análise de imagem. No âmbito da Inteligência Artificial, outros desenvolvimentos se podem perspetivar, utilizando dados de registos de avaliação de feridas crónicas, mais especificamente UPP, em que a sua identificação e a categorização, através de imagem digital demonstrou resultados promissores.

Capítulo 9

Bibliografía

- ACSS. (2018). *BI-CSP Bilhete de Identidade dos Cuidados de saúde Primários*. (E. Serviços Partilhados do Ministério da Saúde, Editor) Obtido em 24 de Março de 2019, de SNS Serviço Nacional de Saúde: <https://bicsp.min-saude.pt/pt/contratualizacao/idgaces/Paginas/default.aspx>
- Ahn, C., & Salcido, R. (Fevereiro de 2008). *Advances in Wound Photography and Assessment Methods*. 21. Springhouse, Pennsylvania, EUA: *Advances in Skin & Wound Care*. doi:10.1097/01.ASW.0000305411.58350.7d
- Albouy, B., Lucas, Y., & Treuillet, S. (23-26 de Agosto de 2007). 3D Modeling from Uncalibrated Color Images for a Complete Wound Assessment Tool. (Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS). (IEEE, Ed.) Lyon, França. doi:10.1109/IEMBS.2007.4353041
- Álvarez-Del-Río, R. F. (Setembro-Dezembro de 2018). Factors Associated to the Cicatrization Success of LowerLimb Ulcer of Venous Etiology. 36. (M. A. Antioquia, Ed.) Colombia: *Investigación y Educación en Enfermaria - Nursing Research and Education*. doi:10.17533/udea.iee.v36n3e08
- Alves, D. F., Almeida, A. O., Silva, J. L., Morais, F. I., Dantas, S. R., & Alexandre, N. M. (Julho-Setembro de 2015). Tradução e Adaptação do Bates-Jensen Wound Assessment Tool para Cultura Brasileira. 24. Florianópolis: *Texto & Contexto - Enfermagem*. doi:10.1590/0104-07072015001990014
- Alves, P. J. (Dezembro de 2014). *Feridas: Prevalência e Custos*. Porto, Porto, Portugal. Obtido em 9 de Outubro de 2018, de https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/20105/1/Repositorio_UCP_Tese_doutoramento.pdf
- Armi, L., & Fekri-Ershad, S. (13 de Abril de 2019). Texture Image Analysis and Texture Classification Methods - A Review. 2. (C. University, Ed.) Ithaca, New York, EUA: *International Online Journal of Image Processing and Pattern Recognition*. Obtido em 24 de Abril de 2020, de <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1904/1904.06554.pdf>
- Armstrong, D. G., Lavery, L. A., & Harkless, L. B. (Maio de 1998). Validation of a Diabetic Wound Classification System: The contribution of depth, infection, and ischemia to risk of amputation. 21. (A. D. Association, Ed.) New York, New York, EUA: *Diabetes Care*. doi:10.2337/diacare.21.5.855
- Arnold, M. G., Chu, E. A., & Odland, R. M. (2015). Skin Flap Physiology and Wound Healing. Em P. W. Flint, B. H. Haughey, V. Lund, J. K. Niparko, T. Robbins, R. Thomas, & M. M. Lesperance, *CUMMINGS OTOLARYNGOLOGY-HEAD AND NECK SURGERY* (6ª ed.). Philadelphia: Elsevier. Obtido em 9 de Outubro de 2018, de https://www.clinicalkey.com/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B9781455746965000786.pdf?locale=pt_BR
- Ashtikar, M., & Wacker, M. G. (Abril de 2018). Nanopharmoceuticals for wound healing - Lost in translation? 129. (B. Elsevier Science Publishers, Ed.) Amsterdam, Amsterdam, Holanda: *Advanced Drug Delivery Reviews*. doi:10.16/j.addr.2018.03.005

- Ayache, N., & Duncan, J. (2016). 20th anniversary of the Medical Image Analysis journal (MedIA). 33. (Elsevier, Ed.) França: Medical Image Analysis. doi:10.1016/j.media.2016.07.004
- Ázera, J. V. (2014). Feridas Malignas: Caraterísticas e Qualidade De Vida. (U. C.-I. Saúde, Ed.) Lisboa, Lisboa, Portugal. Obtido em 17 de Outubro de 2018, de <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/18285/1/Dissertação.pdf>
- Baranoski, S., & Ayello, E. A. (Março de 2005). Using a wound assessment form. 35. Philadelphia, Pennsylvania, EUA: Nursing 2005. Obtido em 23 de Outubro de 2018
- Barber, S. (2008). A Clinically Relevant Wound Assessment Method to Monitor Healing Progression. 54. Ostomy Wound Manage. Obtido em 18 de Setembro de 2018, de <https://www.o-wm.com/content/a-clinically-relevant-wound-assessment-method-monitor-healing-progression>
- Barone, S., Paoli, A., & Razionale, A. V. (25 de Junho de 2010). Assesment of chronic wounds by three-dimensional optical imaging based on integrating geometrical, chromatic, and thermal data. *Procceding of the Institution of Mechanical Engineers*, 225(Parte H: J. Engineering in Medicine). doi:10.1243/09544119JEIM705
- Behnke, S. (13 de Junho de 2003). Hierarchical Neural Networks for Image Interpretation. 2766. (Spinger, Ed.) Berlin, Heidelberg, Alemanha: Lecture Notes in Computer Science. doi:10.1007/b11963
- Benbow, M. (2 de Março de 2016). Best practice in wound assessment. 30. Harrow, London, Reino Unido: Nursing Standard. doi:10.7748/ns.30.27.40.s45
- Bento, T. F. (Junho de 2015). Tratamento de Imagem Aplicado à Imagiologia Médica usando Derivadas Fracionárias. (I. S. Lisboa, Ed.) Lisboa, Lisboa, Portugal. Obtido em 30 de Janeiro de 2019, de <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/844820067124632/Dissertacao.pdf>
- Bharathi, T., & Subashini, P. (Agosto de 2011). Optimization of image processing techniques using Neural Networks - A Review. 8. (W. S. Society, Ed.) WSEAS Transactions on Information Science and Applications. Obtido em 2 de Fevereiro de 2020
- Bloemen, M. C., Boekema, B. K., Vlig, M., van Zuijlen, P. P., & Middelkoop, E. (Junho de 2012). Digital image analysis versus clinical assessment of wound epithelialization: A validation study. 38. (Elsevier, Ed.) Guildford, Surrey, Reino Unido: Burns. doi:10.1016/j.burns.2012.02.003
- Bonham, P. A. (Novembro de 2003). Assessment and Management of Patients With Venous, Arterial, and Diabetic/Neuropathic Lower Extremity Wounds. 14. Philadelphia, Philadelphia, EUA: AACN Clinical Issues Advanced Practice in Acute and Critical Care. doi:10.1097/00044067-200311000-00005
- Bovik, A. (2009). *The Essential Guide to Image Processing*. (A. Bovik, Ed.) EUA: Elsevier Inc. doi:10.1016/B978-0-12-374457-9.X0001-7
- Briers, D., Duncan, D. D., Hirst, E., Kirkpatrick, S. J., Larsson, M., Steenbergen, W., . . . Thompson, O. B. (27 de Junho de 2013). Laser speckle contrast imaging: theoretical and practical limitations. 18. Bellingham, Washington DC, EUA: Journal of Biomedical Optics. doi:10.1117/1.JBO.18.6.066018

- Butcher, M., & White, R. (30 de Abril de 2014). Factors affecting cost-effectiveness in wound care decision making. 28(Nursing Standard). Harrow, London, Reino Unido. Obtido em 15 de Outubro de 2018, de https://rcni.com/sites/rcni_nspace/files/ns2014.04.28.35.51.e7671.pdf
- Campbell, N. A., Campbell, D. L., & Turner, A. (Dezembro de 2016). The Wound Trend Scale: A Retrospective Review of Utility and Predictive Value in the Assessment and Documentation of Lower Leg Ulcers. 62. (H. M. Publications, Ed.) King of Prussia, Pennsylvania, EUA: Ostomy Wound Management. Obtido em 26 de Janeiro de 2019, de https://www.o-wm.com/sites/o-wm.com/files/pdfs/OWM_1216_Campbell.pdf
- Campos, A. C., Borges-Branco, A., & Groth, A. K. (Janeiro - Março de 2007). Cicatrização das feridas. 20. São Paulo, São Paulo Brasil: Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva. Obtido em 19 de Outubro de 2018, de <http://www.scielo.br/pdf/abcd/v20n1/10.pdf>
- Cao, L. (Agosto de 2017). Data Science: Challenges and Directions. 60. New York, New York, EUA: Communications of the ACM. doi:10.1145/3015456
- Carvalho, V. F., & Kamamoto, F. (Janeiro de 2007). Complex wound. 6. Clinics. doi:10.1590/S1807-59322006000600014
- Casas, L., Castaneda, B., & Treuillet, S. (26-29 de Outubro de 2011). Imaging technologies applied to chronic wounds: A survey. (A. I. Series, Ed.) Barcelona, Catalunha, Espanha: ISABEL 2011 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies. doi:10.1145/2093698.2093865
- Chakraborty, C. (22 de Fevereiro de 2019). Computational approach for chronic wound tissue characterization. 17. (Elsevier, Ed.) London, London, Reino Unido: Informatics in Medicine Unlocked. doi:10.1016/j.imu.2019.100162
- Chang, A. C., Dearman, B., & Greenwood, J. E. (18 de Abril de 2011). A Comparison of Wound Area Measurement Techniques: Visitrak Versus Photography. Springfield, Illinois, EUA: Journal of Plastic Surgery. Obtido em 23 de Outubro de 2018, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3080766/pdf/eplasty11e18.pdf>
- Chen, M. J., Olerud, R. A., & Li, X. (Novembro/dezembro de 2006). Noninvasive assessment of cutaneous wound healing using ultrahigh-resolution optical coherence tomography. *Journal of Biomedical Optics*, 11(6), 064002-1 - 064002-11. doi:10.1117/1.2388152
- Coleman, S., Nelson, A. E., Vowden, P., Vowden, K., Adderley, U., & Sunderland, L. (Novembro de 2017). Development of a generic wound care assessment minimum data set. 26. Salisbury, Wiltshire, Reino Unido: Journal of Tissue Viability. doi:10.1016/j.jtv.2017.09.007
- Comissão Nacional de Proteção de Dados. (22 de Outubro de 2015). Deliberação n.º 1704/2015 Aplicável aos tratamentos de dados pessoais efetuados no âmbito de Investigação Clínica. (CNPd, Ed.) Lisboa, Lisboa, Portugal. Obtido em 5 de Abril de 2020, de https://www.cnpd.pt/home/orientacoes/DEL_2015_InvestClinica.pdf
- Conselho Internacional de Enfermeiras. (2000). *Classificação Internacional para a Prática de Enfermagem (CIE/ICNP) - versão beta*. (Conselho Internacional de Enfermeiras, Ed.) Geneva, Suíça: Instituto de Gestão Informática e Financeira da Saúde; Associação Portuguesa de Enfermeiros. Obtido em 14 de Janeiro de 2020

- Conselho Internacional de Enfermeiras. (2005). *Classificação Internacional para a Prática de Enfermagem - Versão 1.0*. (C. I. Enfermeiras, Ed.) Geneva, Suíça: Ordem dos Enfermeiros. Obtido em 14 de Janeiro de 2020
- Cook, L. (2012). The missing link - The key to improved wound assessment. (J. Smith, Ed.) Newport, Wales, Reino Unido: MA Healthcare Ltd. Obtido em 9 de Agosto de 2019, de https://lohmann-rauscher.co.uk/downloads/clinical-evidence/The_Missing_Link_-_t.pdf
- Crane, N. J., & Elster, E. A. (25 de Janeiro de 2012). Vibrational spectroscopy: a tool being developed for the noninvasive monitoring of wound healing. 17. Bellingham, Washington DC, EUA: Journal of Biomedical Optics. doi:10.1117/1.JBO.17.010902
- Cukjati, D., Reberšek, S., & Miklavčič, D. (Março de 2001). A reliable method of determining wound healing rate. 39. Stevenage, Hertfordshire, Reino Unido: Medical & Biological Engineering & Computing. doi:10.1007/BF02344811
- Deka, G., Chu, S.-W., & Kao, F.-J. (21 de Setembro de 2016). Skin Wound Healing Revealed by Multimodal Optical Microscopies. Em S. G. Stanciu, *Microscopy and Analysis*. IntechOpen. doi:10.5772/64088
- Derakhshandeh, H., Kashaf, S. S., Aghabaglou, F., Ghanavati, I., & Tamayol, A. (1 de Dezembro de 2018). Smart bandages: The future of wound care. 36. (Elsevier Science Publishers B.V., Ed.) Amsterdam, Amsterdam, Holanda. doi:10.1016/j.tibtech.2018.07.007
- Diabetesincontrol. (2 de Maio de 2014). *MOWA – Mobile Wound Analyzer – Wound Care Solutions (Ulcer Management)*. Obtido em 12 de Novembro de 2018, de Diabetes in Control - News and information for Medical Professionals: <http://www.diabetesincontrol.com/mowa-mobile-wound-analyzer-wound-care-solutions-ulcer-management/>
- Digi. (2020). *Digi*. (D. I. Inc., Editor) Obtido em 18 de Fevereiro de 2020, de Digi Module Enables 3D Imaging Technology for Wound Assessment: <https://www.digi.com/customer-stories/digi-module-enables-3d-imaging-wound-assessment>
- Ding, S., Lin, F., & Gillespie, B. M. (12 de Maio de 2016). Surgical wound assessment and documentation of nurses: an integrative review. 25. Ruislip, London, Reino Unido: Journal of wound care. doi:10.12968/jowc.2016.25.5.232
- Domingues, E. A., Carvalho, M. R., & Kaizer, U. A. (04 de Abril de 2018). Adaptação Transcultural de um Instrumento de Avaliação de Feridas. 23. (U. F. Paraná, Ed.) Curitiba, Paraná, Brasil: Revista Cogitare Enfermagem. doi:10.5380/ce.v23i3.54927
- Dowsett, C., Swanson, T., & Karlsmark, T. (23 de Setembro de 2019). A focus on the Triangle of Wound Assessment — addressing the gap challenge and identifying suspected biofilm in clinical practice. 10. London, London, Reino Unido: Wounds International. Obtido em 14 de Fevereiro de 2020, de <https://www.woundsinternational.com/journals/issue/589/article-details/focus-triangle-wound-assessment-addressing-gap-challenge-and-identifying-suspected-biofilm-clinical-practice>
- Doyle, G. R., & McCutcheon, J. A. (2015). *Wound Healing and assessment*. Victoria: British Columbia Institute of Technology. Obtido em 11 de Outubro de 2018, de <https://opentextbc.ca/clinicalskills/>

- Dutton, M., Curtis, K., & Chiarella, M. (Março de 2014). The role of the wound care nurse: An integrative review. 19. London, London, Reino Unido: British journal of community nursing. doi:10.12968/bjcn.2014.19.Sup3.S39
- Easyfairs. (7 de Janeiro de 2016). *QunatifiCare wins aesthetic device award*. (A. M. Ltd., Editor) Obtido em 18 de Fevereiro de 2020, de Aesthetics: <https://aestheticsjournal.com/news/quantificare-wins-aesthetic-device-award>
- ECE, E. (2015). Digital Image Processing. (M. E. College, Ed.) Tiruchirappalli, India. Obtido em 13 de Abril de 2020, de <http://www.mahalakshmiengineeringcollege.com/pdf/ece/VIIsem/EC2029/UNIT%20I.pdf>
- Edmonds, M. E., & Foster, A. V. (18 de Fevereiro de 2006). ABC of wound healing - Diabetic foot ulcers. 332. (B. M. Association, Ed.) London, London, Reino Unido: British Medical Journal. doi:10.1136/bmj.332.7538.407
- ELCOS-Sociedade Portuguesa de Feridas. (Março de 2017). O impacto do tratamento das feridas em Portugal. Porto, Porto, Portugal: Perspectivas. Obtido em 17 de Outubro de 2018, de <http://perspetivas.pt/wp-content/uploads/2017/03/16-17-ELCOS.pdf>
- Ellis, S., Patel, M., Koschak, E., & Lantis II, J. (28 de Setembro de 2020). Location of lower-extremity diabetic foot ulcers with concomitant arterial or venous disease. 11. London, London, Reino Unido: Wounds International. Obtido em 26 de Dezembro de 2020, de <https://www.woundsinternational.com/journals/issue/624/article-details/location-lower-extremity-diabetic-foot-ulcers-concomitant-arterial-venous-disease>
- Elouardi, A., Bouaziz, S., Dupret, A., Lacassagne, L., Klein, J.-O., & Reynaud, R. (Outubro de 2007). Image Processing Vision Systems: Standard Image Sensors Versus Retinas. 56. (I. o. Engineers, Ed.) New York, New York, EUA: IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. doi:10.1109/TIM.2007.895671
- Eming, S. A., Martin, P., & Tomic-Canic, M. (3 de Dezembro de 2014). Wound repair and regeneration: Mechanisms, signaling, and translation. 6. (A. A. Science, Ed.) Washington DC, Washington DC, United States: Science Translational Medicine. doi:10.1126/scitranslmed.3009337
- Enfermeiras, C. I. (14 de Janeiro de 2020). *ICNP Browser*. Obtido de International Council of Nurses/ Consejo Internacional de Enfermeras/Consil International des Infirmières: <https://www.icn.ch/what-we-do/projects/ehealth/icnp-browser>
- Estocado, N., & Black, J. (23 de Setembro de 2019). Ten top tips: wound photo documentation. 10. (W. I. 2019, Ed.) Londres, Londres, Reino Unido: Wounds International 2019. Obtido em 28 de Fevereiro de 2020, de <https://www.woundsinternational.com/journals/issue/589/article-details/ten-top-tips-wound-photo-documentation>
- European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel, & Pan Pacific Pressure Injury Alliance. (15 de Novembro de 2019). Prevention and Treatment of Pressure Ulcers/Injuries: Quick Reference Guide 2019. (E. Haesler, Ed.) Prague, Prague, República Checa: EPUAP/NPIAP/PPPIA. Obtido em 21 de Dezembro de 2019, de https://internationalguideline.com/static/pdfs/Quick_Reference_Guide-29Dec2019.pdf

- Evans, B. J., & Krumholz, H. M. (1 de Fevereiro de 2019). People-powered data collaboratives: fueling data science with the health-related experiences of individuals. 26. Philadelphia, Pennsylvania, EUA: Journal of the American Medical Informatics Association. doi:10.1093/jamia/ocy159
- Faria, D. (Julho de 2010). Análise e Proessamento de Imagem. (F. d. Porto, Ed.) Porto, Porto, Portugal. Obtido em 20 de Julho de 2020, de https://web.fe.up.pt/~tavares/downloads/publications/relatorios/MEB_Diogo_Faria_TrabPraticos.pdf
- Filko, D., AntoniĆ, D., & Huljev, D. (1-3 de Julho de 2010). WITA - Application for wound analysis and management. (IEEE, Ed.) Lyon, Lyon, França: The 12th IEEE International Conference on e-Health Networking, Applications and Services. doi:10.1109/HEALTH.2010.5556533
- Gallagher, B. A. (2012). Wound Bed Assessment Using Calibrated Images and Representation in OpenEHR. Dublin, Dublin, Irlanda: University of Dublin. Obtido em 29 de Janeiro de 2018, de <https://www.scss.tcd.ie/publications/theses/diss/2012/TCD-SCSS-DISSERTATION-2012-004.pdf>
- Ghomali, P., Ahmadi-pajouh, M., Abolfthahi, N., Hamarneh, G., & Kayvanrad, M. (Julho de 2018). Segmentation and Measurement of Chronic Wounds for Bioprinting. 22. (I. o. Engineers, Ed.) New York, New York, EUA: IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics. doi:10.1109/JBHI.2017.2743526
- Goldman, R. J., & Salcido, R. (Setembro/outubro de 2002). More than one way to measure a wound: an overview of tools and techniques. 15. (S. Corporate, Ed.) Philadelphia, Pennsylvania, EUA: Advances in Skin & Wound Care. doi:10.1097/00129334-200209000-00011
- Gomes, C., & de Jesus, C. (19 de Maio de 2013). Feridas Crónicas em Cuidados paliativos/ Chronic Wounds in Palliative Care. 2(2). Portugal: Journal of Aging & Inovation. Obtido em 11 de Outubro de 2018, de <http://www.journalofagingandinnovation.org/wp-content/uploads/FERIDAS-CRÓNICAS-EM-CUIDADOS-PALIATIVOS-REVISÃO-BIBLIOGRÁFICA.pdf>
- Gonzalez, A. C., Andrade, Z. d., Costa, T. F., & Medrado, A. R. (Setembro - Outubro de 2016). Wound healing - a literature review. 91. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil: Anais Brasileiros de Dermatologia. doi:10.1590/abd1806-4841.20164741
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital Image Processing*. New York: Pearson Education Ltd. Obtido em 4 de Julho de 2020
- Gottrup, F., Apelqvist, J., Bjansholt, T., Cooper, R., Moore, Z., Peters, E. J., & Probst, S. (2013). EWMA Document: Antimicrobials and Non-healing Wounds - Evidence, controversies and suggestions. 22. (D. Shanahan, Ed.) London, London, Reino Unido: European Wound Management Association. Obtido em 6 de Setembro de 2019, de <https://gneaupp.info/wp-content/uploads/2014/12/antimicrobials-and-non-healing-wounds-evidence-controversies-and-suggestions.pdf>
- Gray, D., White, R., Cooper, P., & Kingsley, A. (1 de Maio de 2005). Understanding Applied Wound Management. Wounds UK. Obtido em 22 de Outubro de 2018, de

https://www.researchgate.net/publication/265578748_Understanding_Applied_Wound_Management

- Gray, D., White, R., Cooper, P., & Kingsley, A. (10 de Julho de 2010). Applied wound management and using the wound healing continuum in practice. 5. London, London, Reino Unido: Wound Essentials. Obtido em 28 de Janeiro de 2019, de <https://www.wounds-uk.com/resources/details/wound-essentials-5-applied-wound-management-and-using-the-wound-healing-continuum-in-practice>
- Greatrex-White, S., & Moxey, H. (Junho de 2015). Wound assessment tools and nurses' needs: an evaluation study. 12. Oxford, Oxford, Reino Unido: International Wound Journal. doi:10.1111/iwj.12100
- Greaves, N. S., Benatar, B., Whiteside, S., Alonso-Rasgado, T. A., Baguneid, M. S., & Bayat, A. (Abril de 2014). Optical coherence tomography: a reliable alternative to invasive histological assessment of acute wound healing in human skin? 170. Oxford, Oxford, Reino Unido: British Journal of Dermatology. doi:10.1111/bjd.12786
- Grey, J. E., Enoch, S., & Harding, K. G. (4 de Fevereiro de 2006). ABC of wound healing Wound assessment. 332. London, London, Reino Unido: British Medical Journal. Obtido em 18 de Dezembro de 2018, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1360405/pdf/bmj33200285.pdf>
- Grey, J. E., Harding, K. G., & Enoch, S. (11 de Fevereiro de 2006). ABC of wound healing - Venous and arterial leg ulcers. 332. (B. M. Association, Ed.) London, London, Reino Unido: British Medical Journal. doi:10.1136/bmj.332.7537.347
- Gul, A., Basit, A., Ahmadani, M. Y., & Miyan, Z. (Outubro de 2006). Role of wound classification in predicting the outcome of diabetic foot ulcer. 56. (P. M. Association, Ed.) Karachi, Paquistão: Journal of Pakistan Medical Association. Obtido em 11 de Outubro de 2018, de <http://jpma.org.pk/PdfDownload/878.pdf>
- Günes, Ü. Y. (1 de Maio de 2009). A Prospective Study Evaluating the Pressure Ulcer Scale for Healing (PUSH Tool) to Assess Stage II, Stage III, and Stage IV Pressure Ulcers. 55. King of Prussia, Pensilvânia, EUA: Ostomy Wound Management. Obtido em 12 de Setembro de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/26242488_A_prospective_study_evaluating_the_Pressure_Ulcer_Scale_for_Healing_PUSH_Tool_to_assess_stage_II_stage_III_and_stage_IV_pressure_ulcers
- Gupta, A., & Kumar, P. (15 de Setembro de 2015). Assessment of the histological state of the healing wound. 2. (O. P. Inc., Ed.) California, Los Angeles, EUA: Plastic and Aesthetic Research. doi:10.4103/2347-9264.158862
- Heimann, T., & Delingette, H. (2011). Model-based segmentation. (HAL-Inria, Ed.) França: Biomedical Image Processing. doi:10.1007/978-3-642-15816-2_11
- Hon, J., Lagden, K., McLaren, A.-M., O'Sullivan, D., Orr, L., Houghton, P. E., & Woodbury, G. (1 de Fevereiro de 2010). A Prospective, Multicenter Study to Validate Use of the Pressure Ulcer Scale for Healing (PUSH©) in Patients with Diabetic, Venous, and Pressure Ulcers. 56. King of Prussia, Pennsylvania, EUA: Ostomy Wound Management. Obtido em 5 de Janeiro de

- 2019, de
https://www.researchgate.net/publication/228669452_A_Prospective_Multicenter_Study_to_Validate_Use_of_the_Pressure_Ulcer_Scale_for_Healing_PUSHC_in_Patients_with_Diabetic_Venous_and_Pressure_Ulcers
- Houghton, P. E., Kincaid, C. B., Campbell, K. E., & Woodbury, M. G. (2000). Photographic Assessment of the Appearance of Chronic Pressure and Leg Ulcers. 46. *Ostomy/Wound Management*. Obtido de https://www.southwesthealthline.ca/healthlibrary_docs/B.9.3c.PWATResources.pdf
- Iizaka, S., Sanada, H., Matsui, Y., Furue, M., Tachibana, T., Nakayama, T., . . . Miyachi, Y. (2 de Julho de 2012). Predictive validity of weekly monitoring of wound status using DESIGN-R score change for pressure ulcer healing: A multicenter prospective cohort study. 20. *St. Louis, Missouri, EUA: Wound Repair and Regeneration - The International Journal of Tissue Repair and Regeneration*. doi:10.1111/j.1524-475X.2012.00778.x
- Jais, S., Gusmiyah, T., Syafei, S., Kardiatur, T., Maktal, H., & Fauzan, S. (2016). A reliability study of wound assessment tools for diabetic patients in Indonesia. 19. *The Diabetic Foot Journal*. Obtido em 7 de Janeiro de 2019, de https://www.diabetesonthenet.com/uploads/resources/dotn/_master/4634/files/pdf/dfj19-2-95-9.pdf
- Jarbrink, K., Sonnergren, H., Schmidtchen, A., Pang, C., Bajpai, R., & Car, J. (24 de Janeiro de 2017). The humanistic and economic burden of chronic wounds: a protocol for a systematic review. 15. (B. Central, Ed.) London, London, Reino Unido: Systematic Review. doi:10.1186/s13643-016-0400-8
- Jeyakumari, D., & Somasundareswari, D. (2014). Analysis on Current Trends in Color Image Segmentation. 1. Tamilnadu, India: International Journal of Modern Sciences and Engineering Technology. Obtido em 4 de Dezembro de 2019, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44380268/color_image_seg.pdf?1459759084=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DANALYSIS_ON_CURRENT_TRENDS_IN_COLOR_IMAG.pdf&Expires=1596450758&Signature=TXN6IKI6efcm6Z4Ci1OBt6kgHmgNbw3YN~jD5MO1Em8~mPuY~7j5
- Jorgensen, L. B., Sorensen, J. A., Jemec, G. B., & Ydestraede, K. B. (Agosto de 2016). Methods to assess area and volume of wounds - a systematic review. 13. (B. Pub., Ed.) Oxford, Oxford, Reino Unido: International wound journal. doi:10.1111/iwj.12472
- Kaitani, T., Nakagami, G., Sugama, J., Tachi, M., Matsuyama, Y., Miyachi, Y., . . . Sanada, H. (24 de Fevereiro de 2015). Evaluation of an advanced pressure ulcer management protocol followed by trained wound, ostomy, and continence nurses: a non-randomized controlled trial. 2015. (Dovepress, Ed.) Nova Zelândia: Chronic Wound Care Management and Research. doi:10.2147/CWCMR.S73093
- Kaur, A., & Kaur, N. (24 de Agosto de 2019). Image Segmentation Techniques. 2. Tamilnadu, India: International Research Journal of Engineering and Technology. Obtido em 11 de Abril de 2020, de <https://www.irjet.net/archives/V2/i2/Irjet-v2i2171.pdf>

- Kaur, D., & Kaur, Y. (Maio de 2014). Various Image Segmentation Techniques: A Review. 3. India: International Journal of Computer Science and Mobile Computing. Obtido em 14 de Outubro de 2019, de <https://ijcsmc.com/docs/papers/May2014/V3I5201499a84.pdf>
- Kaur, J., & Joshi, K. (Julho-Agosto de 2015). Review on Image Segmentation Techniques. 3. Chennai, Tamil Nadu, India: International Journal of Computer Science Trends and Technology. Obtido em 9 de Setembro de 2019, de <http://www.ijcstjournal.org/volume-3/issue-4/IJCST-V3I4P29.pdf>
- Keast, D. H., Bowering, C. K., Evans, A. W., Mackean, G. L., Burrows, C., & D'Souza, L. (Maio-Junho de 2004). MEASURE: A Proposed Assessment Framework for Developing Best Practice Recommendations for Wound Assessment. 12. St. Louis, Missouri, EUA: Wound Repair and Regeneration. doi:10.1111/j.1067-1927.2004.012351.x.
- King, B. (Junho de 2014). Influencing dressing choice and supporting wound management using remote 'tele-wound care'. (M. A. Pub., Ed.) London, London, Reino Unido: British journal of community nursing. doi:10.12968/bjcn.2014.19.Sup6.S24
- Kirketerp-Møller, K., Zulkowski, K., & Garth, J. (Outubro de 2010). Chronic Wound Colonization, Infection, and Biofilms. Em T. Bjarnsholt, P. Ø. Jesen, C. Moser, & H. Niels, *Biofilm Infections* (pp. 11-24). New York: Spinger New York. doi:10.1007/978-1-4419-6084-9_2
- KOIZUMI Sokki Mfg. Co. Ltd. (2018). *KOIZUMI - Keep on seeking better solutions*. Obtido de N-Series with the most advanced functions and perfect reliability: https://www.koi-s.jp/koizm/p_dp_e.html
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (31 de Março de 2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. 15. (N. U. Sciences, Ed.) Lombard, Illinois, EUA: Journal of Chiropractic Medicine. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012
- Kottner, J., Audigé, L., Brorson, S., Donner, A., Gajewski, B. J., Hróbjartsson, A., . . . Streiner, D. L. (Janeiro de 2011). Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS) were proposed. 64. Oxford, New York: Journal of Clinical Epidemiology. doi:10.1016/j.jclinepi.2010.03.002
- Kottner, J., Raeder, K., Halfens, R., & Dassen, T. (Fevereiro de 2009). A systematic review of interrater reliability of pressure ulcer classification systems. 18. Oxford, Boston, EUA: Journal of Clinical Nursing. doi:10.1111/j.1365-2702.2008.02569.x
- Langemo, D., Spahn, J., Spahn, T., & Pinnamaneni, V. C. (Março de 2015). Comparison of Standardized Clinical Evaluation of Wounds Using Ruler Length by Width and Scout Length by Width Measure and Scout Perimeter Trace. 28. (S. Corp., Ed.) Springhouse, Pennsylvania, EUA: Advanced Skin & Wound Care. doi:10.1097/01.ASW.0000461117.90346.0d
- Lau, K. (21 de Dezembro de 2011). Vibrational Spectroscopy on Stem Cells in Wound Healing. (U. F. Schiller, Ed.) Alemanha. Obtido em 21 de Julho de 2019, de https://www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt_derivate_00025707/Diss/Lau_a.pdf
- Lee, J.-G., Jun, S., Cho, Y.-W., Lee, H., Kim, G. B., Joon, B. S., & Kim, N. (Julho-Agosto de 2017). Deep Learning in Medical Imaging: General Overview. 18. Seoul, Seoul, Coreia do Sul: Korean Journal of Radiology. doi:10.3348/kjr.2017.18.4.570

- Li, D., Mathews, C., & Zhang, F. (2018). The characteristics of pressure injury photographs from the electronic health record in clinical settings. 27. (John Wiley & Sons Ltd., Ed.) Oxford, Boston, EUA: Journal of Clinical Nursing. doi:10.1111/jocn.14124
- Li, Z.-N., Drew, M. S., & Liu, J. (2014). *Fundamentals Of Multimedia* (2ª ed.). (D. Gries, & F. B. Schneider, Eds.) Suíça: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-05290-8
- Lim, K., Free, B., & Sinha, S. (Setembro de 2015). Modified TIME-H: a simplified scoring system for chronic wound management. 24. Ruislip, London, Reino Unido: Journal of Wound Care. doi:10.12968/jowc.2015.24.9.415
- Little, C., McDonald, J., Jenkins, M. G., & McCarron, P. (Junho de 2009). An overview of techniques used to measure wound area and volume. 18. Ruislip, London, Reino Unido: Journal of Wound Care. doi:10.12968/jowc.2009.18.6.42804
- Lockwood, R. (2013). Wound Repair. Em J. G. Adams, *Emergency Medicine - Clinical Essencials* (2ª ed.). Philadelphia: Elsevier. Obtido em 9 de Outubro de 2018, de https://www.clinicalkey.com/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B9781437735482001865.pdf?locale=pt_BR
- Lopes, J. M. (Abril de 2013). COR e LUZ. (I. S.-U. Lisboa, Ed.) Lisboa, Lisboa , Portugal. Obtido em 15 de Novembro de 2019, de <http://disciplinas.ist.utl.pt/leic-cg/textos/livro/Cor.pdf>
- Lourenço, M. C. (26 de Setembro de 2016). Avaliação da ferida crónica. (FEUC, Ed.) Coimbra. Obtido em 4 de Setembro de 2018, de <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/32784?locale=en>
- Maia, R. A. (Setembro de 2012). Úlceras de Pressão: Prevalência e Caraterização em Hospitais na Região Norte de Portugal. (U. C.-I. Saúde, Ed.) Porto. Obtido em 22 de Janeiro de 2019, de <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/16281/1/Tese%20mestrado.pdf>
- Maida, V. (1 de Janeiro de 2011). *Supportive Oncology - Management of malignant wounds and pressure ulcers* (Vol. 31). Philadelphia: Saunders. Obtido em 9 de Outubro de 2018
- Marola, S., Ferrarese, A., Solej, M., Enrico, S., Nano, M., & Martino, V. (Setembro de 2016). Management of venous ulcers: State of the art. 33. (Elsevier, Ed.) London, London, Reino Unido: International Journal of Surgery. doi:10.1016/j.ijssu.2016.06.015
- Marques, J. M. (Setembro de 2015). Adaptação Cultural e Validação para a População Portuguesa de um Instrumento de Monitorização de Feridas Crónicas - Escala Resvech 2.0. (U. C. Portuguesa, Ed.) Porto, Porto, Portugal. Obtido em 4 de Setembro de 2019, de <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/28142/1/REVISAO%20RESVECH%20-%20Jos%C3%A9%20Miguel%20Nunes%20Duarte%20Marques.pdf>
- Martinengo, L., Olsson, M., Bajpai, R., Solijak, M., Upton, Z., Schmidtchen, A., . . . Jarbrink, K. (Janeiro de 2019). Prevalence of chronic wounds in the general population: systematic review and meta-analysis of observational studies. 29. (Elsevier, Ed.) New York, New York, EUA: Annals of Epidemiology. doi:10.1016/j.annepidem.2018.10.005
- Medical, A. (3 de Outubro de 2018). *aranzmedical*. Obtido em 18 de Fevereiro de 2020, de Microsoft partnership opens doors for ARANZ Medical: <https://www.aranzmedical.com/news/microsoft-partnership-opens-doors-for-aranz-medical/>

- Mehmood, N., Hariz, A., Fitridge, R., & Voelcker, N. H. (Maio de 2014). Applications of modern sensors and wireless technology in effective wound management. Hoboken, New Jersey, EUA: Journal of Biomedical Materials Research. doi:10.1002/jbm.b.33063
- Miller, G. (15 de Junho de 2018). *Imagem multiespectral e a Mona Lisa*. (INFAIMON, Editor) Obtido em 15 de Novembro de 2019, de [R]evolução artificial: <https://blog.infaimon.com/pt/imagen-multiespectral-mona-lisa/>
- Ministério da Saúde. (2019). Relatório Anual - Acesso a Cuidados de Saúde nos Estabelecimentos do SNS e Entidades Convencionadas. Lisboa, Lisboa, Portugal. Obtido em 26 de Outubro de 2020, de https://www.sns.gov.pt/wp-content/uploads/2020/09/Relatorio_Anual_Acesso_2019.pdf
- Miot, H. A. (Abril- Junho de 2016). Agreement analysis in clinical and experimental trials. 152. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: Jornal Vascular Brasileiro. doi:10.1590/1677-5449.004216
- Mohafez, H., Ahmad, S. A., Roohi, S. A., & Hadizadeh, M. (Outubro de 2016). Wound Healing Assessment Using Digital Photography: A Review. 3. Stockport, Greater Manchester, Reino Unido: Journal of Biomedical Engineering and Medical Imaging. doi:10.14738/jbemi.35.2203
- Monteiro-Soares, M., & Dinis-Ribeiro, M. (Janeiro de 27 de 2016). A new diabetic foot risk assessment tool: DIAFORA. 32. (P. Pozzilli, Ed.) Oxford, London, Reino Unido: Diabetic Metabolism Research and Reviews. doi:10.1002/dmrr.2785
- Monteiro-Soares, M., Boyko, E. J., Jeffcoate, W., Mills, J. L., Russell, D., Morbach, S., & Game, F. (16 de Março de 2020). Diabetic foot ulcer classifications: A critical review. 36. doi:10.1002/dmrr.3272
- Moon, K. (Julho de 2013). Wound Care. (C. E. Melbourne, Ed.) Obtido em 11 de Outubro de 2018, de https://www.rch.org.au/rchcpg/hospital_clinical_guideline_index/Wound_care/
- Moza, R., DiMaio, J. M., & Melendez, J. (Março- Abril de 2010). Deep-tissue dynamic monitoring of decubitus ulcers: wound care and assessment. 29. (E. i. Engineers, Ed.) New York, New York, EUA: IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine. doi:10.1109/MEMB.2009.935721
- Mukherjee, R., Manohar, D. D., Das, D. K., Achar, A., Mitra, A., & Chandan, C. (Julho de 2014). Automated Tissue Classification Framework for Reproducible Chronic Wound Assessment. 2014. (H. P. Co., Ed.) New York, New York, EUA: BioMed Research International. doi:10.1155/2014/851582
- Naz, S., Majeed, H., & Irshad, H. (18-19 de Outubro de 2010). Image Segmentation using Fuzzy Clustering: A Survey. Islamabad, Paquistão: 6th International Conference on Emerging Technologies, ICRT. doi:10.1109/ICET.2010.5638492
- Nejati, H., Victor, P., Do, T.-T., Zhou, Y., Iravani, S., & Cheung, N.-M. (Julho de 2016). Smartphone and Mobile Image Processing for Assisted Living: Health-monitoring apps powered by advanced mobile imaging algorithms. 33. (I. o. Engineers, Ed.) New York, New York, EUA: IEEE Signal Processing Magazine. doi:10.1109/MSP.2016.2549996

- Nichols, E. (2015). Describing a wound: from presentation to healing. 10. London, London, Reino Unido: Wound Essentials. Obtido em 21 de Outubro de 2018, de <https://www.wounds-uk.com/resources/details/describing-a-wound-from-presentation-to-healing>
- Nouri, D., Lucas, Y., Treuillet, S., Jolivot, R., & Marzani, F. (13 de Março de 2013). Colour and multispectral imaging for wound healing evaluation in the context of a comparative preclinical study. 8669. Orlando Area, Florida, EUA: Preceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering - Medical Imaging 2013: Image Processing. doi:10.1117/12.2003943
- NPUAP. (2019 de Janeiro de 2019). *NPUAP Pressure Injury Stages*. Obtido em 12 de Novembro de 2018, de National Pressure Ulcer Advisory Panel: <http://www.npuap.org/resources/educational-and-clinical-resources/npuap-pressure-injury-stages/>
- NPUAP; EPUAP; PPPIA. (2014). Prevention and Treatment of Pressure Ulcers: Quick Reference Guide. (2ª Edição). (E. Haesler, Ed.) Osborne Park, Perth, Australia: Cambridge Media. Obtido em 22 de Janeiro de 2019, de <http://www.epuap.org/wp-content/uploads/2016/10/quick-reference-guide-digital-npuap-epuap-pppia-jan2016.pdf>
- Nussbaum, S. R., Carter, M. J., Fife, C. E., DaVanzo, J., Haught, R., Nussgart, M., & Cartwright, D. (Janeiro de 2018). An Economic Evaluation of the Impact, Cost, and Medicare Policy Implications of Chronic Nonhealing Wounds. 21. (I. S. Research, Ed.) Malden, Massachusetts, EUA: Value in Health. doi:10.1016/j.jval.2017.07.007
- O'Brien, C. (2012). Malignant wounds: managing odour. Em *Paliative Care Files* (Vol. 58). Canadian Family Physician. Obtido em 16 de Outubro de 2018, de <http://www.cfp.ca/content/cfp/58/3/272.full.pdf>
- Onida, S., & Davies, A. H. (2016). Predicted burden of venous disease. 31. Basingstoke, Hampshire, Reino Unido: Phlebology. doi:10.1177/0268355516628359
- Paiva, O. A., & Prevedello, L. M. (Setembro-Outubro de 2017). O potencial impacto da inteligência artificial na radiologia. 50. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil: Radiologia Brasileira. doi:10.1590/0100-3984.2017.50.5e1
- Parrish, K. R., & Barrett, N. (2020). Wound Classification and Management. Em T. M. Skirven, L. Osterman, J. Ferdorczyk, P. C. Amadio, S. Felder, & E. K. Skin, *Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity, Seventh Edition* (7ª ed., pp. 196-209). Elsevier. Obtido em 12 de Dezembro de 2020, de <https://www.clinicalkey.com/#!/content/book/3-s2.0-B978032350913800016X?scrollTo=%23hI0000131>
- Passadouro, R., Craveiro, I., & Santos, C. (Abril de 2016). Características e Prevalência em Cuidados de Saúde Primários das Feridas Crônicas. 1. (R. SPDV, Ed.) doi:10.29021/spdv.74.1.514
- Peters, M. D., Godfrey, C., McInerney, P., Baldini Soares, C., Khalil, H., & Parker, D. (2017). Chapter 11: Scoping Reviews. *Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual*. (M. Z. Aromataris E, Ed.) Austrália: he Joanna Briggs Institute. Obtido em 21 de Abril de 2019, de <https://wiki.joannabriggs.org/display/MANUAL/Chapter+11%3A+Scoping+reviews>
- Pillen, H., Miller, M., Puckridge, P., Thomas, J., Sandison, S., & Spark, J. I. (2009). Assessment of wound healing: validity, reliability and sensitivity of available instruments. 17. Wound

- Practice and Research. Obtido em 5 de Janeiro de 2019, de <https://dspace.flinders.edu.au/xmlui/bitstream/handle/2328/26498/Pillen%20Assessment1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pina, E., Katia, F., Franks, P. J., & Moffatt, C. J. (Junho de 2005). Leg Ulceration in Portugal: Prevalence and Clinical History. 29. (Elsevier, Ed.) London, London, Reino Unido: European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. doi:10.1016/j.ejvs.2005.01.026
- Pinto, R., Carvalho, C., Farelo, G., Pereira, D., & Botelho, P. (14 de Abril de 2014). Uniformização de registos relativos a úlceras de Pressão (UP) no ACeS Matosinhos. *Manuel da Qualidade*. Matosinhos, Porto, Portugal: Direção de Enfermagem da ULSM. Obtido em 20 de Abril de 2019
- Polhemus. (2018). *Polhemus Innovation in Motion*. Obtido em 18 de Fevereiro de 2020, de FASTSCAN II: <https://polhemus.com/scanning-digitizing/fastscan/>
- Posnett, J., Gottrup, F., Lundgren, H., & Saal, G. (Abril de 2009). The resource impact of wounds on health-care providers in Europe. 18. Ruislip, Hillingdon, Reino Unido: Journal of wound care. doi:10.12968/jowc.2009.18.4.41607
- Postnett, J., & Franks, P. J. (23 de Janeiro de 2008). The burden of chronic wounds in the UK. 104. (S. Ford, Ed.) Reino Unido: Nursing Times. Obtido em 15 de Outubro de 2018, de <https://www.nursingtimes.net/Journals/2015/06/05/q/f/y/The-burden-of-chronic-wounds-in-the-UK.pdf>
- Razzak, M. I., Naz, S., & Zaib, A. (2017). Deep Learning for Medical Image Processing: Overview, Challenges and the Future. Em *Lecture Notes in Computational Vision and Biomechanics*. Obtido em 30 de Janeiro de 2019, de <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1704/1704.06825.pdf>
- Rennert, R., Golinko, M., Kaplan, D., Flattau, A., & Brem, H. (Janeiro de 2009). Standardization of Wound Photography Using the Wound Electronic Medical Record. 22. Advanced in Skin & Wound Care. Obtido em 9 de Novembro de 2018, de <https://pdfs.semanticscholar.org/2498/b4aabe43263d8930bc73b4229d966048e877.pdf>
- República Portuguesa, & Ministério da Saúde. (2020). *Missão, Atribuições e Legislação*. (SPMS, Editor) Obtido em 5 de Abril de 2020, de Unidade Local de Saúde de Matosinhos: <http://www.ulsm.min-saude.pt/category/institucional/missao/>
- Restrepo Medrano, J. C. (2010). Instrumentos de monitorización clínica y medida de la cicatrización en úlceras por presión (UPP) y úlceras de la extremidad inferior (UEI). Desarrollo y validación de un índice de medida. (U. d. Alicante, Ed.) Espanha. Obtido em 4 de Setembro de 2018, de https://gneaupp.info/wp-content/uploads/2014/12/40_pdf.pdf
- Restrepo-Medrano, J. C., & Soriano, J. V. (2011). Desarrollo de un índice de medida de la evolución hacia la cicatrización de las heridas crónicas. 22. (E. Garci, Ed.) Madrid, Madrid, Espanha: GEROKOMOS: revista de la Sociedad Espanola de Enfermaria Geriátrica y Gerontológica. doi:10.4321/S1134-928X2011000400005
- Ribeiro, J. L. (Dezembro de 2014). Revisão de Investigação e Evidência Científica. 15. (S. P. Saúde, Ed.) Lisboa, Lisboa, Portugal: Psicologia, Saúde & Doenças. doi:10.15309/14psd150309

- Rodd-Nielsen, E., & Ketchen, R. (2014). Remote Wound Consultation Series PART 1: Clinica Digital Photography: Tips and Techniques for Community Nurses. 12. (B. C. Care, Ed.) Toronto, Canadá: Wound Care Canada. Obtido em 20 de Fevereiro de 2019, de <https://mydigitalpublication.com/article/Remote+Wound+Consultation+Series+Part+1%3A+A+Clinical+Digital+Photography%3A+Tips+And+Techniques+For+Community+Nurses/1697833/206722/article.html>
- Rodrigues, B. A. (Junho de 2011). Classificação Automática de Lesões Cutâneas. (F. d. Porto, Ed.) Porto, Porto, Portugal. Obtido em 20 de Setembro de 2018, de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/62033/1/000149940.pdf>
- Rogers, A., Scott, E., & Welsh, L. (1 de Março de 2013). Comparing wound classification systems: Impact on diabetic heel ulceration. 9. London, London, Reino Unido: Wounds UK. Obtido em 11 de Outubro de 2018, de <https://www.wounds-uk.com/journals/issue/33/article-details/supplement-comparing-wound-classification-systems-impact-on-diabetic-heel-ulceration>
- Rueckert, D., Glocker, B., & Kainz, B. (Outubro de 2016). Learning clinically useful information from images: Past, present and future. 33. London, London, Reino Unido: Medical Image Analysis. doi:10.1016/j.media.2016.06.009
- Saipollah, H., Lim, K. Y., Chan, M. M., Chan, Y. H., Kanagarani, M., Mohamed, M., . . . Kionga, A. (21 a 23 de Setembro de 2018). Prospective Cohort Study to Validate Accuracy and Repeatability of Non-Contact Pressure Ulcer Wound Measurement. (H. N. Foundation, Ed.) Singapura, Singapura, Singapura. Obtido de <https://www.nucleusdynamics.com/wp-content/uploads/2018/09/NDKare-HNF-Paper.pdf>
- Sanada, H., & Lizaka, S. (1 de Abril de 2014). DESIGN-R scoring manual. (D. o. Management, Ed.) Obtido em 22 de Janeiro de 2019, de http://www.jspu.org/pdf/DESIGN-R_manual_eng.pdf
- Santiago, M. J. (2016). Métodos de Estimação de Fiabilidade e Concordância entre Avaliadores. (U. d. Aveiro, Ed.) Aveiro, Aveiro, Portugal. Obtido em 30 de Agosto de 2020, de http://sweet.ua.pt/p.sa.couto/std2_files/TESEFinalMariaJose.pdf
- Santos, V. L., Azevedo, M. A., Silva, T. S., Carvalho, V. M., & Carvalho, V. F. (Maio-Junho de 2005). Adaptação Transcultural do Pressure Ulcer Scale For Healing (Push) para a Língua Portuguesa. 13. Revista Latino-Americana de Enfermagem. doi:10.1590/S0104-11692005000300004
- Saunders, K., & Rowley, J. (Maio de 2006). Implementing a Wound Assessment and Management System (WAMS). 13. North Fitzroy, Victoria, Australia: Australian Nursing Journal. Obtido em 23 de Outubro de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/7048862_Implementing_a_wound_assessment_and_management_system_WAMS
- Scientific Volume Imaging. (1995-2020). *Scientific Volume Imaging - Deconvolution - Visualization - Analysis*. Obtido em 4 de Julho de 2020, de 3D images: <https://svi.nl/ThreeDeelImage>
- Scuri, A. E. (Setembro de 2002). Fundamentos da Imagem Digital. (P. U. Católica, Ed.) Gávea, Rio de Janeiro, Brasil. Obtido em 20 de Julho de 2020, de <https://webserver2.tecgraf.puc-rio.br/~scuri/download/fid.pdf>

- Secretaria-Geral da PCM. (25 de Maio de 2018). Orientações Práticas para a Administração Pública sobre o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD). (S.-G. d. PCM, Ed.) Lisboa, Lisboa, Portugal. Obtido em 5 de Abril de 2020, de <http://www.sg.pcm.gov.pt/media/33595/05.pdf>
- Selvi, R. S., & Lokanayaki, C. (Março de 2014). Survey Paper on Fuzzy Image Segmentation Techniques. 4. (M. Sharma, Ed.) India: International Journal of Engineering Research and Applications. Obtido em 4 de Dezembro de 2019, de http://www.ijera.com/papers/Vol4_issue3/Version%201/BX4301429434.pdf
- Sequeira, C., Ribeiro, I. L., Carvalho, J. C., Martins, T., & Rodrigues, T. (2009). Saúde e Qualidade de Vida em análise. (N. d. Vida, Ed.) Porto, Porto, Portugal. Obtido em 10 de 10 de 2018, de <http://www.esenf.pt/fotos/editor2/ebooksqv.pdf>
- Shepherd, J., & Nixon, M. (Janeiro de 2013). Standardising wound care documentation in clinical practice: The wound healing assessment and monitoring (WHAM) tool. 9. Wounds UK. Obtido em 23 de Outubro de 2018, de <https://www.wounds-uk.com/download/resource/642>
- Shorliffe, E. H., & Cimino, J. J. (2014). *Biomedical Informatics - Computer Applications in Health Care and Biomedicine*. London: Springer.
- Somprakas, B., & Shukla, V. (31 de Maio de 2012). Complications of Wound Healing. *Measurements in Wound Healing*. London, London, Inglaterra: Springer. doi:10.1007/978-1-4471-2987-5_7
- Sood, A., Granick, M., Trial, C., Lano, J., Palmier, S., Ribal, E., & Téot, L. (Setembro de 2016). The Role of Telemedicine in Wound Care: A Review and Analysis of a Database of 5,795 Patients from a Mobile Wound-Healing Center in Languedoc-Roussillon, France. 138. (W. & Wilkins, Ed.) Baltimore, Maryland, EUA: Plastic and reconstructive surgery. doi:10.1097/PRS.0000000000002702
- Stanojev, C. (Janeiro de 2018). Will Mobile Apss Bring Wound Care Technology to the "Cutting Edge"? *New Technology and Treatments*, 12. Malvern, Pennsylvania, EUA: Today's Wound Clinic. Obtido em 20 de Agosto de 2018, de <https://www.todayswoundclinic.com/articles/will-mobile-apps-bring-wound-care-technology-cutting-edge>
- Stipaničev, D. (1994). Introduction to Digital Image Processing and Analysis. Zug, Zug, Suíça: Chronolab Vision. Obtido em 10 de Abril de 2020, de https://bib.irb.hr/datoteka/525713.Stipanicev_Introduction_to_Digital_Image_Processing_Analysis.pdf
- Swezey, L. (25 de Junho de 2014). *How to Assess Wounds for Tunneling and Undermining*. (I. Kestrel Health Information, Editor) Obtido em 22 de Novembro de 2018, de Wound Source: <https://www.woundsource.com/blog/how-assess-wounds-tunneling-and-undermining>
- Tan, Y. (2016). Applications. Em Y. Tan, & T. Green (Ed.), *Gpu-Based Parallel Implementation of Swarm Intelligence Algorithms* (pp. 167-177). Cambridge, USA: Morgan Kaufmann - Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-809362-7.50011-X

- Tedre, M., & Moisseinen, N. (4 de Fevereiro de 2014). *Experiments in Computing: A Survey*. 2014. (H. P. Corporation, Ed.) Nova York, USA: The Scientific World Journal. doi:10.1155/2014/549398
- Teles, V. C., Andreani, L., & Valadares, L. F. (Dezembro de 2017). *Uso de Microscopia de Luz e Eletrônica como Técnicas de Análise Morfológica*. (E. -E. Agropecuária, Ed.) Brasília, Brasil. Obtido em 25 de Agosto de 2019, de <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1085307/1/CIT15CNPAE.pdf>
- Thatcher, J. E., Squiers, J. J., Kanick, S. C., King, D. R., Lu, Y., Wang, Y., . . . DiMaio, J. M. (1 de Agosto de 2016). *Imaging Techniques for Clinical Burn Assessment with a Focus on Multispectral Imaging*. 5. (I. p. Mary Ann Liebert, Ed.) New Rochelle, New York, EUA: Advanced in Wound Care. doi:10.1089/wound.2015.0684
- Thomason, S. S., Luther, S. L., Powell-Cope, G. M., Harrow, J., & Palacios, P. (Maio de 2014). *Validity and reliability of a pressure ulcer monitoring tool for persons with spinal cord impairment*. 37. Jackson Heights, New York, EUA: The Journal of Spinal Cord Medicine. doi:10.1179/2045772313Y.0000000163
- Torok, L. (17 de Novembro de 2019). *Método de Otsu*. (U. F. Fluminense, Ed.) Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. Obtido de <http://www2.ic.uff.br/~aconci/OtsuTexto.pdf>
- Tyagi, V. (2018). *Understanding Digital Image Processing*. Boca Raton, Florida, EUA: Taylor 6 Francis Group, LLC. Obtido em 24 de Abril de 2020
- Vuolo, J. (Março de 2010). *Hypergranulation: Exploring possible management options*. 19. (B. J. Nursing, Ed.) London, London, Inglaterra: Mark Allen Pub. doi:10.12968/bjon.2010.19.Sup2.47244
- Wang, S. C., Anderson, J. A., Jones, D. V., & Evans, R. (28 de Maio de 2014). *Patient perception of wound photography*. (B. Pub., Ed.) Oxford, Oxford, Reino Unido: International Wound Journal. doi:10.1111/iwj.12293
- Wang, S., Huang, W., Zhang, Q., Tian, H., Hu, J., Cheng, Y., & Peng, Y. (2018). *A New Smart Mobile System for Chronic Wound Care Management*. 6. (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Ed.) Piscataway, New York, EUA: IEEE Access: practical innovations, open solutions. doi:10.1109/ACCESS.2018.2864264
- Wang, Y., Gutierrez-Herrera, E., Ortega-Martinez, A., Anderson, R. R., & Franco, W. (Setembro de 2016). *UV fluorescence excitation imaging of healing of wounds in skin: Evaluation of wound closure in organ culture model*. 48. New York, New York, EUA: Lasers in Surgery and Medicine. doi:10.1002/lsm.22523
- Wannous, H., Treuillet, S., & Lucas, Y. (22-26 de Agosto de 2007). *Supervised Tissue Classification from Color Images for a Complete Wound Assessment Tool*. 2007. (I. S. Center, Ed.) Piscataway, NJ, EUA: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Annual Conference. doi:10.1109/IEMBS.2007.4353723
- Wendelken, M. E. (2011). *Pictzar Tablet Interface Device*. Obtido em 21 de Setembro de 2019, de Pictzar Digital Planimetry Software: http://www.pictzar.com/Pictzar_%20Tablet%20Interface%20Device.htm

- Wittens, C., Davies, A. H., Bækgaard, N., Broholm, R., Cavezzi, A., Chastanet, S., . . . Vuylsteke, M. (1 de Junho de 2015). Editor's Choice e Management of Chronic Venous Disease - Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). 49. (W. S. Ltd., Ed.) London, London, Reino Unido: European Journal Vascular & Endovascular Surgery. doi:10.1016/j.ejvs.2015.02.007
- WondWorks. (2019). Obtido em 18 de Fevereiro de 2020, de Connectivity. Intelligence. Insight. Redefining Wound Care: <https://woundworks.com/technology-3d-wound-imaging/>
- Woo, K. Y., & Sears, K. (Janeiro de 2016). Knowledge, Attitude, and Practice in the Management of Mixed Arteriovenous Leg Ulcers. 15. (S. Publications, Ed.) Thousand Oaks, California, EUA: The International Journal of Lower Extremity Wounds. doi:10.1177/1534734615626626
- Woodbury, M. G., Houghton, P. E., Campbell, K. E., & Keast, D. H. (Maio de 2004). Development, Validity, Reliability, and Responsiveness of a New Leg Ulcer Measurement Tool. 17. Springhouse, Pennsylvania, EUA: ADVANCES IN SKIN & WOUND CARE. doi:10.1097/00129334-200405000-00018
- WoundSource Editors. (15 de Novembro de 2017). *Tunneling Wound Assessment and Treatment*. (I. Kestrel Health Information, Editor) Obtido em 22 de Novembro de 2018, de Wound Source: <https://www.woundsource.com/blog/tunneling-wound-assessment-and-treatment>
- Wueller, D., & Keiser, U. B. (19 de Abril de 2016). Standardization of Image Quality Analysis – ISO 19264. (S. f. Technology, Ed.) Washington DC, Washington DC, EUA. doi:10.2352/issn.2168-3204.2016.1.0.111
- Yates, R. (20 de Fevereiro de 2018). Surgical Wound Dehiscence Improving Prevention and Outcomes. (W. International, Ed.) London, London, Reino Unido. Obtido em 25 de Setembro de 2018, de <https://www.wounds-uk.com/resources/details/surgical-wound-dehiscence-improving-prevention-and-outcomes>
- Young, T. (25 de Junho de 2015). Accurate assessment of different wound tissue types. 10. London, London, Reino Unido: Wound Essentials. Obtido em 10 de Outubro de 2018, de <https://www.wounds-uk.com/resources/details/accurate-assessment-of-different-wound-tissue-types>
- Zenteno, O., González, E., Treuillet, S., Valencia, B. M., Castaneda, B., Llanos-Cuentas, A., & Lucas, Y. (7 de Novembro de 2018). Volumetric monitoring of cutaneous leishmaniasis ulcers: can camera be as accurate as laser scanner? 7. Abingdon, Oxford, Reino Unido: Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering. doi:10.1080/21681163.2018.1546623
- Zhou, A. H. (Setembro de 2012). A Survey of Optical Imaging Techniques for Assessing Wound Healing. 17. INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT CONTROL AND SYSTEMS. Obtido em 24 de Setembro de 2018, de http://www.asmemesa.org/ezconf/IJICS/files/243/AlbertH.Zhou_79-85.pdf
- Zhou, H., Wu, J., & Jianguo, Z. (2010). *Digital Image Processing: Parte II* (Vol. II). Frederiksberg: Ventus Publishing Aps. Obtido em 23 de Abril de 2020, de <https://library.ku.ac.ke/wp->

content/downloads/2011/08/Bookboon/IT,Programming%20and%20Web/digital-image-processing-part-two.pdf

Zhou, H., Wu, J., & Zhang, J. (2010). *Digital Image Processing Parte I* (Vol. I). Frederiksberg: Ventus Publishing ApS. Obtido em 13 de Abril de 2020, de <http://aems.edu.sd/wp-content/uploads/2019/03/digital-image-processing-part-one.pdf>

9.1. Bibliografia Scoping Review

- [S1] Baumgarten, M., Margolis, D. J., Selekof, J. L., Moye, N., Jones, P. S., & Shardell, M. (2009). Validity of pressure ulcer diagnosis using digital photography. *Wound Repair and Regeneration*, 17(2), 287-290. doi:10.1111/j.1524-475X.2009.00462.x
- [S2] Bowling, F. L., King, L., Fadavi, H., Paterson, J. A., Preece, K., Daniel, R. W., . . . Boulton, A. J. (2009). An assessment of the accuracy and usability of a novel optical wound measurement system. *Diabet Med*, 26(1), 93-96. doi:10.1111/j.1464-5491.2008.02611.x
- [S3] Fazli, M., Bjarnsholt, T., Kirketerp-Moller, K., Jorgensen, B., Andersen, A. S., Krogfelt, K. A., . . . Tolker-Nielsen, T. (2009). Nonrandom distribution of *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* in chronic wounds. *J Clin Microbiol*, 47(12), 4084-4089. doi:10.1128/jcm.01395-09
- [S4] Malic, S., Hill, K. E., Hayes, A., Percival, S. L., Thomas, D. W., & Williams, D. W. (2009). Detection and identification of specific bacteria in wound biofilms using peptide nucleic acid fluorescent in situ hybridization (PNA FISH). *Microbiology*, 155(Pt 8), 2603-2611. doi:10.1099/mic.0.028712-0
- [S5] Mayrovitz, H. N., & Soontupe, L. B. (2009). Wound areas by computerized planimetry of digital images: accuracy and reliability. *Adv Skin Wound Care*, 22(5), 222-229. doi:10.1097/01.ASW.0000350839.19477.ce
- [S6] Miot, H. A., Mendacoli, T. J., Costa, S. V., Haddad, G. R., & Abbade, L. P. (2009). [Chronic ulcers of the lower limbs: area evaluation by digital photography]. *Rev Assoc Med Bras* (1992), 55(2), 145-148. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/ramb/v55n2/16.pdf>
- [S7] Treuillet, S., Albouy, B., & Lucas, Y. (2009). Three-dimensional assessment of skin wounds using a standard digital camera. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 28(5), 752-762. doi:10.1109/TMI.2008.2012025
- [S8] Veredas, F. J., Mesa, H., & Morente, L. (2009) Tissue recognition approach to pressure ulcer area estimation with neural networks. In: Vol. 5517 LNCS (pp. 1045-1052).
- [S9] Bharara, M., Schoess, J., Nouvong, A., & Armstrong, D. G. (2010). Wound inflammatory index: a "proof of concept" study to assess wound healing trajectory. *J Diabetes Sci Technol*, 4(4), 773-779. doi:10.1177/193229681000400402
- [S10] Laplaud, A. L., Blaizot, X., Gaillard, C., Morice, A., Lebreuilly, I., Clément, C., . . . Domp Martin, A. (2010). Wound debridement: Comparative reliability of three methods for measuring fibrin percentage in chronic wounds. *Wound Repair and Regeneration*, 18(1), 13-20. doi:10.1111/j.1524-475X.2009.00555.x
- [S11] Nakagami, G., Sanada, H., Iizaka, S., Kadono, T., Higashino, T., Koyanagi, H., & Haga, N. (2010). Predicting delayed pressure ulcer healing using thermography: a prospective cohort study. *J Wound Care*, 19(11), 465-466, 468, 470 passim. doi:10.12968/jowc.2010.19.11.79695

- [S12] Van Poucke, S., Haeghen, Y. V., Vissers, K., Meert, T., & Jorens, P. (2010). Automatic colorimetric calibration of human wounds. *BMC Medical Imaging*, 10. doi:10.1186/1471-2342-10-7
- [S13] Van Poucke, S., Nelissen, R., Jorens, P., & Vander Haeghen, Y. (2010). Comparative analysis of two methods for wound bed area measurement. *International Wound Journal*, 7(5), 366-377. doi:10.1111/j.1742-481X.2010.00701.x
- [S14] Veredas, F., Mesa, H., & Morente, L. (2010). Binary tissue classification on wound images with neural networks and bayesian classifiers. *IEEE Trans Med Imaging*, 29(2), 410-427. doi:10.1109/tmi.2009.2033595
- [S15] Veredas, F. J., Mesa, H., Morilla, J. C., & Morente, L. (2010). Predicting the evolution of pressure ulcers.
- [S16] Wannous, H., Lucas, Y., & Treuillet, S. (2010). Combined machine learning with multi-view modeling for robust wound tissue assessment.
- [S17] Weingarten, M. S., Neidrauer, M., Mateo, A., Mao, X., McDaniel, J. E., Jenkins, L., . . . Papazoglou, E. S. (2010). Prediction of wound healing in human diabetic foot ulcers by diffuse near-infrared spectroscopy: a pilot study. *Wound Repair & Regeneration*, 18(2), 180-185. doi:10.1111/j.1524-475X.2010.00583.x
- [S18] Yudovsky, D., Nouvong, A., & Pilon, L. (2010). Hyperspectral imaging in diabetic foot wound care. *J Diabetes Sci Technol*, 4(5), 1099-1113. doi:10.1177/193229681000400508
- [S19] Barone, S., Paoli, A., Razionale, A. V., Barone, S., Paoli, A., & Razionale, A. V. (2011). Assessment of chronic wounds by three-dimensional optical imaging based on integrating geometrical, chromatic, and thermal data. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers -- Part H -- Journal of Engineering in Medicine (Professional Engineering Publishing)*, 225(2), 181-193. doi:10.1243/09544119JEIM705
- [S20] Bowling, F. L., King, L., Paterson, J. A., Hu, J., Lipsky, B. A., Matthews, D. R., & Boulton, A. J. (2011). Remote assessment of diabetic foot ulcers using a novel wound imaging system. *Wound Repair Regen*, 19(1), 25-30. doi:10.1111/j.1524-475X.2010.00645.x
- [S21] Hammond, C. E., & Nixon, M. A. (2011). The reliability of a handheld wound measurement and documentation device in clinical practice. *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing*, 38(3), 260-264. doi:10.1097/WON.0b013e318215fc60
- [S22] Hani, A. F. M., Arshad, L., Malik, A. S., Jamil, A., & Bin, F. Y. B. (2011). Assessment of chronic ulcers using digital imaging.
- [S23] Hani, A. F. M., Arshad, L., Malik, A. S., Jamil, A., & Bin, F. Y. B. (2011) Detection and classification of granulation tissue in chronic ulcers. In: Vol. 7066 LNCS (pp. 139-150).
- [S24] Iizaka, S., Sugama, J., Nakagami, G., Kaitani, T., Naito, A., Koyanagi, H., . . . Sanada, H. (2011). Concurrent validation and reliability of digital image analysis of granulation tissue color for clinical pressure ulcers. *Wound Repair Regen*, 19(4), 455-463. doi:10.1111/j.1524-475X.2011.00686.x
- [S25] Yudovsky, D., Nouvong, A., Schomacker, K., & Pilon, L. (2011). Monitoring temporal development and healing of diabetic foot ulceration using hyperspectral imaging. *Journal of Biophotonics*, 4(7-8), 565-576. doi:10.1002/jbio.201000117
- [S26] Gardner, S. E., Frantz, R. A., Hillis, S. L., Blodgett, T. J., Femino, L. M., & Lehman, S. M. (2012). Volume Measures Using a Digital Image Analysis System are Reliable in Diabetic Foot Ulcers.

- Wounds: A Compendium of Clinical Research & Practice, 24(6), 146-151. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=108129769&lang=pt-br&site=ehost-live>
- [S27] Hani, A. F. M., Arshad, L., Malik, A. S., Jamil, A., & Bin, F. Y. B. (2012). Haemoglobin distribution in ulcers for healing assessment.
- [S28] O'Meara, S. M., Bland, J. M., Dumville, J. C., & Cullum, N. A. (2012). A systematic review of the performance of instruments designed to measure the dimensions of pressure ulcers. *Wound Repair Regen*, 20(3), 263-276. doi:10.1111/j.1524-475X.2012.00783.x
- [S29] Reis, C. L. D. D., Cavalcante, J. M., Rocha Júnior, E. F. d., Neves, R. S., Santana, L. A., Guadagnin, R. d. V., & Brasil, L. M. (2012). [Evaluation of pressure ulcers area using the softwares Motic and AutoCAD(R)]. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 65(2), 304-308. doi:dx.doi.org/S0034-71672012000200016
- [S30] Santamaria, N., Ogce, F., & Gorelik, A. (2012). Healing rate calculation in the diabetic foot ulcer: comparing different methods. *Wound Repair Regen*, 20(5), 786-789. doi:10.1111/j.1524-475X.2012.00818.x
- [S31] Sprigle, S., Nemeth, M., & Gajjala, A. (2012). Iterative design and testing of a hand-held, non-contact wound measurement device. *Journal of Tissue Viability*, 21(1), 17-26. doi:10.1016/j.jtv.2011.09.001
- [S32] Weingarten, M. S., Samuels, J. A., Neidrauer, M., Mao, X., Diaz, D., McGuire, J., . . . Papazoglou, E. S. (2012). Diffuse near-infrared spectroscopy prediction of healing in diabetic foot ulcers: a human study and cost analysis. *Wound Repair Regen*, 20(6), 911-917. doi:10.1111/j.1524-475X.2012.00843.x
- [S33] Zhang, S., Gnyawali, S., Huang, J., Liu, P., Gordillo, G., Sen, C. K., & Xu, R. (2012). Multimodal imaging of ischemic wounds.
- [S34] Ambrozy, E., Waczulikova, I., Willfort, A., Bohler, K., Cauza, K., Ehringer, H., . . . Gschwandtner, M. E. (2013). Healing process of venous ulcers: the role of microcirculation. *Int Wound J*, 10(1), 57-64. doi:10.1111/j.1742-481X.2012.00943.x
- [S35] Bowling, F. L., Paterson, J., & Ndip, A. (2013). Applying 21st century imaging technology to wound healing: an Avant-Gardist approach. *J Diabetes Sci Technol*, 7(5), 1190-1194. doi:10.1177/193229681300700536
- [S36] Foltynski, P., Ladyzynski, P., Sabalinska, S., & Wojcicki, J. M. (2013). Accuracy and precision of selected wound area measurement methods in diabetic foot ulceration. *Diabetes Technol Ther*, 15(8), 712-721. doi:10.1089/dia.2013.0026
- [S37] Iizaka, S., Kaitani, T., Sugama, J., Nakagami, G., Naito, A., Koyanagi, H., . . . Sanada, H. (2013). Predictive validity of granulation tissue color measured by digital image analysis for deep pressure ulcer healing: a multicenter prospective cohort study. *Wound Repair Regen*, 21(1), 25-34. doi:10.1111/j.1524-475X.2012.00841.x
- [S38] Jelinek, H. F., Michael, P., & Thomas, W. (2013). A Digital Assessment and Documentation Tool Evaluated for Daily Podiatric Wound Practice. *Wounds: A Compendium of Clinical Research & Practice*, 25(1), 1-6. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=108027484&lang=pt-br&site=ehost-live>

- [S39] Sagar, A., & Rani, A. M. A. (2013). Comparative study on data acquisition techniques and solid reconstruction algorithm for quantitative ulcer wound assessment. *Asian Journal of Scientific Research*, 6(3), 423-433. doi:10.3923/ajsr.2013.423.433
- [S40] Thompson, N., Gordey, L., Bowles, H., Parslow, N., & Houghton, P. (2013). Reliability and validity of the revised photographic wound assessment tool on digital images taken of various types of chronic wounds. *Advances in Skin and Wound Care*, 26(8), 360-373. doi:10.1097/01.ASW.0000431329.50869.6f
- [S41] Wang, L., Pedersen, P. C., Strong, D., Tulu, B., & Agu, E. (2013). Wound image analysis system for diabetics.
- [S42] Yadav, M. K., Manohar, D. D., Mukherjee, G., & Chakraborty, C. (2013). Segmentation of chronic wound areas by clustering techniques using selected color space. *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*, 3(1), 22-29. doi:10.1166/jmihi.2013.1124
- [S43] Higashino, T., Nakagami, G., Kadono, T., Ogawa, Y., Iizaka, S., Koyanagi, H., . . . Sanada, H. (2014). Combination of thermographic and ultrasonographic assessments for early detection of deep tissue injury. *Int Wound J*, 11(5), 509-516. doi:10.1111/j.1742-481X.2012.01117.x
- [S44] White, P. J. F., Podaima, B. W., & Friesen, M. R. (2014). Algorithms for smartphone and tablet image analysis for healthcare applications. *IEEE Access*, 2, 831-840. doi:10.1109/ACCESS.2014.2348943
- [S45] Xu, Y., Sun, J., Carter, R. R., & Bogie, K. M. (2014). Personalized prediction of chronic wound healing: an exponential mixed effects model using stereophotogrammetric measurement. *J Tissue Viability*, 23(2), 48-59. doi:10.1016/j.jtv.2014.04.001
- [S46] Ahmad Fauzi, M. F., Khansa, I., Catignani, K., Gordillo, G., Sen, C. K., & Gurcan, M. N. (2015). Computerized segmentation and measurement of chronic wound images. *Computers in Biology and Medicine*, 60, 74-85. doi:10.1016/j.combiomed.2015.02.015
- [S47] Aldaz, G., Shluzas, L. A., Pickham, D., Eris, O., Sadler, J., Joshi, S., & Leifer, L. (2015). Hands-free image capture, data tagging and transfer using Google Glass: a pilot study for improved wound care management. *PLoS One*, 10(4), e0121179. doi:10.1371/journal.pone.0121179
- [S48] Dini, V., Salvo, P., Janowska, A., Di Francesco, F., Barbini, A., & Romanelli, M. (2015). Correlation Between Wound Temperature Obtained With an Infrared Camera and Clinical Wound Bed Score in Venous Leg Ulcers. *Wounds*, 27(10), 274-278.
- [S49] Gabison, S., McGillivray, C., Hitzig, S. L., & Nussbaum, E. (2015). A Study of the Utility and Equivalency of 2 Methods of Wound Measurement: Digitized Tracing Versus Digital Photography. *Advances in Skin & Wound Care*, 28(6), 252-258. doi:10.1097/01.ASW.0000465301.37313.57
- [S50] Jeffcoate, W. J., Clark, D. J., Savic, N., Rodmell, P. I., Hinchliffe, R. J., Musgrove, A., & Game, F. L. (2015). Use of HSI to measure oxygen saturation in the lower limb and its correlation with healing of foot ulcers in diabetes. *Diabetic Medicine*, 32(6), 798-802. doi:10.1111/dme.12778
- [S51] Poon, T. W. K., & Friesen, M. R. (2015). Algorithms for size and color detection of smartphone images of chronic wounds for healthcare applications. *IEEE Access*, 3, 1799-1808. doi:10.1109/ACCESS.2015.2487859
- [S52] Taverna, D., Pollins, A. C., Sindona, G., Caprioli, R. M., & Nanney, L. B. (2015). Imaging mass spectrometry for assessing cutaneous wound healing: analysis of pressure ulcers. *J Proteome Res*, 14(2), 986-996. doi:10.1021/pr5010218

- [S53] Veredas, F. J., Mesa, H., & Morente, L. (2015). Efficient detection of wound-bed and peripheral skin with statistical colour models. *Med Biol Eng Comput*, 53(4), 345-359. doi:10.1007/s11517-014-1240-0
- [S54] Wang, L., Pedersen, P. C., Strong, D. M., Tulu, B., Agu, E., & Ignatz, R. (2015). Smartphone-based wound assessment system for patients with diabetes. *IEEE Trans Biomed Eng*, 62(2), 477-488. doi:10.1109/tbme.2014.2358632
- [S55] Yabunaka, K., Iizaka, S., Nakagami, G., Fujioka, M., & Sanada, H. (2015). Three-dimensional ultrasound imaging of the pressure ulcer. A case report. *Med Ultrason*, 17(3), 404-406. doi:10.11152/mu.2013.2066.173.kya
- [S56] Anghel, E. L., Kumar, A., Bigham, T. E., Maselli, K. M., Steinberg, J. S., Evans, K. K., . . . Attinger, C. E. (2016). The Reliability of a Novel Mobile 3-dimensional Wound Measurement Device. *Wounds*, 28(11), 379-386. Retrieved from <https://www2.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84997447889&partnerID=40&md5=15d52ceb6df5c36aa05199e06adce5ee>
- [S57] Bastos Da Cruz Salmona, K., Santana, L. A., De Souza Neves, R., & Da Veiga Guadagnin, R. (2016). Estudo Comparativo entre as Técnicas Manual e Automática de Demarcação de Borda para Avaliação de Área de Úlceras por Pressão. *Enfermagem em Foco*, 7(2), 42-46. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=119547431&lang=pt-br&site=ehost-live>
- [S58] Bhelonde, A., Didolkar, N., Jangale, S., & Kulkarni, N. L. (2016). Flexible wound assessment system for diabetic patient using android smartphone.
- [S59] Bills, J. D., Berriman, S. J., Noble, D. L., Lavery, L. A., & Davis, K. E. (2016). Pilot study to evaluate a novel three-dimensional wound measurement device. *International Wound Journal*, 13(6), 1372-1377. doi:10.1111/iwj.12534
- [S60] Chakraborty, C., Gupta, B., Ghosh, S., Das, D., & Chakraborty, C. (2016). Telemedicine Supported Chronic Wound Tissue Prediction Using Classification Approaches. *Journal of Medical Systems*, 40(3), 1-12. doi:10.1007/s10916-015-0424-y
- [S61] Constantine, R. S., Bills, J. D., Lavery, L. A., & Davis, K. E. (2016). Validation of a laser-assisted wound measurement device in a wound healing model. *International Wound Journal*, 13(5), 614-618. doi:10.1111/iwj.12328
- [S62] Dhane, D. M., Krishna, V., Achar, A., Bar, C., Sanyal, K., & Chakraborty, C. (2016). Spectral Clustering for Unsupervised Segmentation of Lower Extremity Wound Beds Using Optical Images. *J Med Syst*, 40(9), 207. doi:10.1007/s10916-016-0554-x
- [S63] Eberhardt, T. D., Lima, S. B., Lopes, L. F., Borges, E. L., Weiller, T. H., & Fonseca, G. G. (2016). Measurement of the area of venous ulcers using two software programs. *Rev Lat Am Enfermagem*, 24, e2862. doi:10.1590/1518-8345.1673.2862
- [S64] Kanazawa, T., Kitamura, A., Nakagami, G., Goto, T., Miyagaki, T., Hayashi, A., . . . Sanada, H. (2016). Lower temperature at the wound edge detected by thermography predicts undermining development in pressure ulcers: a pilot study. *Int Wound J*, 13(4), 454-460. doi:10.1111/iwj.12454
- [S65] Kanazawa, T., Nakagami, G., Goto, T., Noguchi, H., Oe, M., Miyagaki, T., . . . Sanada, H. (2016). Use of smartphone attached mobile thermography assessing subclinical inflammation: a pilot study. *J Wound Care*, 25(4), 177-180, 182. doi:10.12968/jowc.2016.25.4.177

- [S66] Khoo, R., & Jansen, S. (2016). The Evolving Field of Wound Measurement Techniques: A Literature Review. *Wounds*, 28(6), 175-181.
- [S67] Mayara Tibes, C., Alvares Cherman, E., Mourão Alves de Souza, V., Martinez Évora, Y. D., & Zem-Mascarenhas, S. H. (2016). Image Processing in Mobile Devices to Classify Pressure Injuries. *Journal of Nursing UFPE / Revista de Enfermagem UFPE*, 10(11), 3840-3847. doi:10.5205/reuol.9881-87554-1-EDSM1011201604
- [S68] Wang, L., Pedersen, P. C., Strong, D. M., Tulu, B., Agu, E., Ignatz, R., & He, Q. (2016). An Automatic Assessment System of Diabetic Foot Ulcers Based on Wound Area Determination, Color Segmentation, and Healing Score Evaluation. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 10(2), 421-428. doi:10.1177/1932296815599004
- [S69] Aragon-Sanchez, J., Quintana-Marrero, Y., Aragon-Hernandez, C., & Hernandez-Herero, M. J. (2017). ImageJ: A Free, Easy, and Reliable Method to Measure Leg Ulcers Using Digital Pictures. *Int J Low Extrem Wounds*, 16(4), 269-273. doi:10.1177/1534734617744951
- [S70] Bala, S., Sirazitdinova, E., & Deserno, T. M. (2017). Colorimetric calibration of wound photography with off-the-shelf devices.
- [S71] Chaby, G., Lok, C., Thirion, J. P., Lucien, A., & Senet, P. (2017). Three-dimensional digital imaging is as accurate and reliable to measure leg ulcer area as transparent tracing with digital planimetry. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*, 5(6), 837-843. doi:10.1016/j.jvsv.2017.05.019
- [S72] Dalya, V., & Shedge, D. K. (2017). Design of smartphone-based wound assessment system.
- [S73] David, O. P., Sierra-Sosa, D., & ZapiRAIN, B. G. (2017). Pressure ulcer image segmentation technique through synthetic frequencies generation and contrast variation using toroidal geometry. *Biomed Eng Online*, 16(1), 4. doi:10.1186/s12938-016-0298-3
- [S74] Garcia-ZapiRAIN, B., Shalaby, A., El-Baz, A., & Elmaghraby, A. (2017). Automated framework for accurate segmentation of pressure ulcer images. *Comput Biol Med*, 90, 137-145. doi:10.1016/j.combiomed.2017.09.015
- [S75] Gupta, A. (2017). Real time wound segmentation/management using image processing on handheld devices. *Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering*, 17(2), 321-329. doi:10.3233/JCM-170706
- [S76] Jeffcoate, W. J., Musgrove, A. J., & Lincoln, N. B. (2017). Using image J to document healing in ulcers of the foot in diabetes. *International Wound Journal*, 14(6), 1137-1139. doi:10.1111/iwj.12769
- [S77] Johani, K., Malone, M., Jensen, S., Gosbell, I., Dickson, H., Hu, H., & Vickery, K. (2017). Microscopy visualisation confirms multi-species biofilms are ubiquitous in diabetic foot ulcers. *International Wound Journal*, 14(6), 1160-1169. doi:10.1111/iwj.12777
- [S78] Keenan, E., Gethin, G., Flynn, L., Watterson, D., & O'Connor, G. M. (2017). Enhanced thermal imaging of wound tissue for better clinical decision making. *Physiol Meas*, 38(6), 1104-1115. doi:10.1088/1361-6579/aa6ea0
- [S79] Khong, P. C. B., Yeo, M. S. W., & Goh, C. C. (2017). Evaluating an iPad app in measuring wound dimension: A pilot study. *Journal of Wound Care*, 26(12), 752-760. doi:10.12968/jowc.2017.26.12.752
- [S80] Langemo, D. K., & Spahn, J. G. (2017). A Reliability Study Using a Long-Wave Infrared Thermography Device to Identify Relative Tissue Temperature Variations of the Body Surface

- and Underlying Tissue. *Advances in Skin & Wound Care*, 30(3), 109-119. doi:10.1097/01.ASW.0000511535.31486.bb
- [S81] Li, D., & Mathews, C. (2017). Automated measurement of pressure injury through image processing. *Journal of Clinical Nursing*, 26(21-22), 3564-3575. doi:10.1111/jocn.13726
- [S82] Manohar Dhane, D., Maity, M., Mungle, T., Bar, C., Achar, A., Kolekar, M., & Chakraborty, C. (2017). Fuzzy spectral clustering for automated delineation of chronic wound region using digital images. *Comput Biol Med*, 89, 551-560. doi:10.1016/j.combiomed.2017.04.004
- [S83] Ottolino-Perry, K., Chamma, E., Blackmore, K. M., Lindvere-Teene, L., Starr, D., Tapang, K., . . . DaCosta, R. S. (2017). Improved detection of clinically relevant wound bacteria using autofluorescence image-guided sampling in diabetic foot ulcers. *Int Wound J*, 14(5), 833-841. doi:10.1111/iwj.12717
- [S84] Pasero, E., & Castagneri, C. (2017). Application of an automatic ulcer segmentation algorithm.
- [S85] Pasero, E., & Castagneri, C. (2017) Leg ulcer long term analysis. In: Vol. 10362 LNCS (pp. 35-44).
- [S86] Rennie, M. Y., Lindvere-Teene, L., Tapang, K., & Linden, R. (2017). Point-of-care fluorescence imaging predicts the presence of pathogenic bacteria in wounds: A clinical study. *Journal of Wound Care*, 26(8), 452-460. doi:10.12968/jowc.2017.26.8.452
- [S87] Sivayamini, L., Venkatesh, C., Fahimuddin, S., Thanusha, N., Shaheer, S., & Sree, P. S. (2017). A Novel Optimization for Detection of Foot Ulcers on Infrared Images.
- [S88] Spinczyk, D., & Wideł, M. (2017). Surface area estimation for application of wound care. *Injury*, 48(3), 653-658. doi:10.1016/j.injury.2017.01.027
- [S89] Stacey, M. C., Phillips, S. A., Farrokhyar, F., & Swaine, J. M. (2017). Reliability and measurement error of digital planimetry for the measurement of chronic venous leg ulcers. *Wound Repair Regen*, 25(5), 901-905. doi:10.1111/wrr.12587
- [S90] Sutcliffe, J. E. S., Thrasivoulou, C., Serena, T. E., Madden, L., Richards, T., Phillips, A. R. J., & Becker, D. L. (2017). Changes in the extracellular matrix surrounding human chronic wounds revealed by 2-photon imaging. *International Wound Journal*, 14(6), 1225-1236. doi:10.1111/iwj.12789
- [S91] van Vuuren, T. M., Van Zandvoort, C., Doganci, S., Zwiers, I., tenCate-Hoek, A. J., Kurstjens, R. L., & Wittens, C. H. (2017). Prediction of venous wound healing with laser speckle imaging. *Phlebology*, 32(10), 658-664. doi:10.1177/0268355517718760
- [S92] Wang, L., Pedersen, P. C., Agu, E., Strong, D. M., & Tulu, B. (2017). Area Determination of Diabetic Foot Ulcer Images Using a Cascaded Two-Stage SVM-Based Classification. *IEEE Trans Biomed Eng*, 64(9), 2098-2109. doi:10.1109/tbme.2016.2632522
- [S93] Wang, S. C., Anderson, J. A. E., Evans, R., Woo, K., Beland, B., Sasseville, D., & Moreau, L. (2017). Point-of-care wound visioning technology: Reproducibility and accuracy of a wound measurement app. *PLoS One*, 12(8). doi:10.1371/journal.pone.0183139
- [S94] Zimmermann, P., Scheibe, A., Marotz, J., & Wollina, U. (2017). Analysis of Tissue Oxygenation in Chronic Leg Ulcers by Combination of a Multi-Spectral Camera and a Hyper-Spectral Probe. *Georgian medical news*(270), 75-81. Retrieved from <https://www2.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85045451801&partnerID=40&md5=510d5981bbcf5f5671c8aa7528cbd74> Ahmad Fauzi, M.

- F., Khansa, I., Catignani, K., Gordillo, G., Sen, C. K., & Gurcan, M. N. (2015). Computerized segmentation and measurement of chronic wound images. *Computers in Biology and Medicine*, 60, 74-85. doi:10.1016/j.compbiomed.2015.02.015
- [S95] Chang, M. C., Yu, T., Luo, J., Duan, K., Tu, P., Zhao, Y., . . . Stachura, M. (2018). Multimodal Sensor System for Pressure Ulcer Wound Assessment and Care. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(3), 1186-1196. doi:10.1109/TII.2017.2782213
- [S96] Garcia-Zapirain, B., Sierra-Sosa, D., Ortiz, D., Isaza-Monsalve, M., & Elmaghraby, A. (2018). Efficient use of mobile devices for quantification of pressure injury images. *Technol Health Care*, 26(S1), 269-280. doi:10.3233/thc-174612
- [S97] Jørgensen, L. B., Skov-Jepesen, S. M., Halekoh, U., Rasmussen, B. S., Sørensen, J. A., Jemec, G. B. E., & Yderstræde, K. B. (2018). Validation of three-dimensional wound measurements using a novel 3D-WAM camera. *Wound Repair and Regeneration*, 26(6), 456-462. doi:10.1111/wrr.12664
- [S98] Kamath, S., Sirazitdinova, E., & Deserno, T. M. (2018). Machine learning for mobile wound assessment.
- [S99] Li, F., Wang, C., Liu, X., Peng, Y., & Jin, S. (2018). A Composite Model of Wound Segmentation Based on Traditional Methods and Deep Neural Networks. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2018. doi:10.1155/2018/4149103
- [S100] Liu, X., Wang, C., Li, F., Zhao, X., Zhu, E., & Peng, Y. (2018). A framework of wound segmentation based on deep convolutional networks.
- [S101] Mohafez, H., Ahmad, S. A., Hadizadeh, M., Moghimi, S., Roohi, S. A., Marhaban, M. H., . . . Rampal, S. (2018). Quantitative assessment of wound healing using high-frequency ultrasound image analysis. *Skin Research and Technology*, 24(1), 45-53. doi:10.1111/srt.12388
- [S102] Nair, H. K. R. (2018). Increasing productivity with smartphone digital imagery wound measurements and analysis. *Journal of Wound Care*, 27(sup9a), S12-S19. doi:10.12968/jowc.2018.27.Sup9a.S12
- [S103] Patel, S., Patel, R., & Desai, D. (2018). Diabetic foot ulcer wound tissue detection and classification.
- [S104] Silva, R. H., & Machado, A. M. C. (2018). A computational method for semi-automatic measurement of pressure ulcers. *Wound Repair and Regeneration*, 26(4), 332-339. doi:10.1111/wrr.12650
- [S105] Yang, S., Park, J., Lee, H., Lee, J. B., Lee, B. U., & Oh, B. H. (2018). Error rate of automated calculation for wound surface area using a digital photography. *Skin Research and Technology*, 24(1), 117-122. doi:10.1111/srt.12398
- [S106] Zahia, S., Sierra-Sosa, D., Garcia-Zapirain, B., & Elmaghraby, A. (2018). Tissue classification and segmentation of pressure injuries using convolutional neural networks. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 159, 51-58. doi:10.1016/j.cmpb.2018.02.018
- [S107] Babu, K. S., Sabut, S., & Ravi Kumar, Y. B. (2019). Decision Trees for Segmentation and Assessment of Wound Healing Process of Diabetic Patients. *Biomedical Engineering - Applications, Basis and Communications*, 31(4). doi:10.4015/S1016237219500297
- [S108] Nizam, K., Ahmad Fauzi, M. F., Ahmad, N. N., & Nair, H. K. R. (2019). Characterization of Tissues in Chronic Wound Images.

- [S109] Shi, R. B., Qiu, J., & Maida, V. (2019). Towards algorithm-enabled home wound monitoring with smartphone photography: A hue-saturation-value colour space thresholding technique for wound content tracking. *International Wound Journal*, 16(1), 211-218. doi:10.1111/iwj.13011

Capítulo 10

Apêndices

Apêndice A – ESCALAS DE AVALIAÇÃO DE FERIDAS CRÔNICAS

Designação	Autor, Ano	Constituição/Classificação	Classificação/Utilização	Resultados
Pressure Score Status Tool (PSST)	NPUAP, 1990/1998?	13 parâmetros: 2 de medida (tamanho e volume) e 11 de condições da ferida observáveis (tecido necrótico, tipo de exsudado, cor da pele circundante, etc.)	Classificação dos parâmetros de 1 a 5, sendo a cicatrização completa da úlcera representada pelo score de 13. (Houghton, Kincaid, Campbell, & Woodbury, 2000). O score varia de 13 a 65 (Barber, 2008).	Validade de conteúdo, em painel de peritos superior a 0,78 ($p=0,05$) (Pillen, et al., 2009); validade concorrente com a BWAT foi de 0,606 ($p=0,001$) (Pillen, et al., 2009)
Bates-Jensen Wound Assessment Tool (BWAT)	Bates-Jensen, 2001	13 itens: tamanho, profundidade, bordos, descolamento, tipo e quantidade de tecido necrótico, tipo e quantidade de exsudado, edema e endurecimento do tecido periférico, cor da pele circundante, tecido de granulação e epitelização	Classificação/item de 1 a 5 (1 indica a melhor condição da ferida e 5 a pior condição); score entre 13 e 65 pontos e quanto maior o score pior a condição da ferida Possui um guia de correspondência com imagens.	Coefficiente de <i>Cronbach</i> de 0,90, sensibilidade de 61%, especificidade de 52% e valor preditivo positivo de 65% (Alves, et al., 2015); validade do instrumento para a língua brasileira obteve taxa de concordância de 80% em 8 itens (Alves, et al., 2015).
Photographic Wound Assessment Tool (PWAT) e Rev-PWAT	Houghton, 2000 Thompson et al., 2013	PWAT: 6 dimensões: bordos, tipo de tecido necrosado, quantidade de tecido necrosado, cor da pele circundante, tecido de granulação, epitelização RevPWAT – adição de 2 domínios à versão anterior (profundidade e tamanho da ferida)... e scores entre 0 e 32; 0 cicatrização completa	Para cada um dos 6 domínios o avaliador atribui um número de 0 a 4. O intervalo do score é entre 0 e 24 com o zero a representar a cicatrização completa da úlcera.	A PWAT apresenta um excelente coeficiente intra-observador (ICC= 0.96) e inter-observador (ICC= 0.73), assim como fiabilidade e boa validade concorrente ($r = 0.70$) comparado com a escala PSST (Houghton, Kincaid, Campbell, & Woodbury, 2000).
Sessing Scale (SS)	Ferrell et al., 1995	Desenvolvida em resposta à necessidade de standardizar o procedimento de avaliação de úlceras por pressão (Barber, 2008).	7 itens avaliados de 0 a 6, onde 0 indica pele normal em risco para ocorrer ferida e 6 indica ruturas na pele com presença de infecção, drenagem, necrose e sépsis (Barber, 2008). Os scores são determinados calculando a alteração no valor numérico das avaliações ao longo do tempo. Scores positivos indicam progressão na cicatrização da ferida e scores negativos indicam deteriorização da ferida (Barber, 2008).	A validade de conteúdo da SS e a validade concorrente com a <i>Shea Scale</i> foram avaliadas e sugerem que é um instrumento válido e confiável para monitorizar a evolução da cicatrização de uma ferida (Pillen, et al., 2009). Quando avaliada em comparação com os critérios para uma escala de avaliação de feridas ótima ficou no último lugar, mas para a monitorização da cicatrização apresenta 50% dos critérios para essa monitorização (Greatrex-White & Moxey, 2015).

Designação	Autor, Ano	Constituição/Classificação	Classificação/Utilização	Resultados
Pressure Ulcer Scale for Healing (PUSH)	NPUAP, 1997	Avaliação de rotina de úlceras por pressão de estadio II a IV (Barber, 2008). 3 parâmetros: tamanho (comprimento x largura), quantidade de exsudado (nenhum, leve, moderado ou forte) e tipo de tecidos (tecido necrótico, desvitalizado, granulação, epitelial e encerrado)	3 parâmetros avaliados por correspondência, que origina um score que varia de 0 a 17 (não cicatrizada). Scores baixo sugerem baixa severidade e scores altos maior gravidade. Demora menos de 1 minuto a ser completada (Günes, 2009).	Validade para a língua portuguesa com valores de coeficiente de kappa entre 0.90 a 1.00 (Santos, Azevedo, Silva, Carvalho, & Carvalho, 2005). Validade concorrente com a PSST e concluiu-se que é mais sensível a alterações na área da ferida do que a alterações nos itens sobre exsudado e tipo de tecidos (Pillen, et al., 2009). No que respeita, à avaliação da sensibilidade a mudanças, o instrumento PUSH é mais sensível a denotar as mudanças em estadios iniciais que tardios e foram encontradas diferenças significativas entre a semana 2 e as semanas 4 e 6 (Pillen, et al., 2009). A confiabilidade inter-observador (>95%) e a concordância entre observador (90%) foram avaliadas, mas não foi explicada a metodologia de avaliação (Pillen, et al., 2009). A PUSH é confiável e pode ser um instrumento prático para monitorizar o processo de cicatrização nas úlceras de perna venosas e úlceras de pé diabético (Hon, et al., 2010) (Pillen, et al., 2009).
Sussman Wound Healing Tool (SWHIT)	Sussman e Swanson, 1997	Desenvolvido como um instrumento de diagnóstico para predizer e seguir o impato da terapia física na cicatrização das úlceras por pressão ao longo do tempo (Barber, 2008).	Baseada no modelo de cicatrização da ferida aguda é constituída por 10 categorias descrevendo a presença ou ausência dos atributos dos tecidos (necrose, maceração, hemorragia) e 11 características de medida da ferida (profundidade, localização, fase de cicatrização) (Barber, 2008).	Esta escala não deve ser utilizada para medição da cicatrização da ferida, porque o único estudo realizado tentou estabelecer validade preditiva da ferramenta. Mas só foram analisados os 10 primeiros itens (tipo de tecido e atributos da ferida) do SWHT, provavelmente devido à ausência de um sistema de pontuação para os demais itens (Pillen, et al., 2009).
Wound Healing Scale (WHS)	Krasner, 1997	Método fácil de avaliação de todo o tipo de feridas (Barber, 2008) e no caso das úlceras por pressão é baseado no estadiamento reverso (Pillen, et al., 2009).	A escala é baseada no sistema de estadiamento NPUAP existente, mas com 8 modificadores alfabéticos descritivos para estádios específicos da ferida, que podem ser atribuídos subjetivamente por um avaliador ou como uma pontuação alfabética múltipla (Barber, 2008).	Nenhum estudo tentou validar esta escala.

Designação	Autor, Ano	Constituição/Classificação	Classificação/Utilização	Resultados
Wound Trend Scale (WTS)		Esta escala orienta sistematicamente a avaliação dos achados relevantes para a gestão da úlcera da perna, o status atual da ferida, o significado das descobertas, a tendência da ferida, as necessidades da ferida e as alterações na ferida usando 14 itens: a área, profundidade, bordos da ferida, descolamento da ferida classificado de 1: <25%; 2: 25-50%; 3: 51-75%; e 4: >75%, desbridamento e tecido necrótico, exsudado (1- húmido, 2- pequeno, 3- moderado, 4- grande, ou 5- incontrolado), pele circundante, edema, avaliação da dor, risco de infeção.	Valores elevados de score total evidenciam deteriorização do estado da ferida ou atraso na cicatrização. A calendarização é dependente do status da ferida e para feridas de alto risco 1 a 2 vezes por semana, semanalmente nas feridas de risco moderado ou 1 a 2 meses nas feridas estáveis.	Os resultados da WTS para a cicatrização ou deteriorização da úlcera de perna apresentam valores alto de sensibilidade (99%), especificidade (87%), valor preditivo positivo (96%) e valor preditivo negativo (96%) e eficiência do teste de 96% (Campbell, Campbell, & Turner, 2016).
DESIGN (Depth, Exudate, Size, Inflammation/Infection, Granulation Tissue, and Necrotic Tissue); DESIGN-P (Pocket/Undermining); ou Design-R (Rating)	<i>Scientific Education Committee of Japanese Society of Pressure Ulcers (JSPU), 2002</i>	6 componentes: profundidade, exsudado, tamanho, inflamação/infeção, tecido de granulação e tecido necrótico	DESIGN: cada item pode ser classificado de 3 a 7 graus com um limite de score total de 0 a 28, com o score mais alto a indicar maior gravidade; DESIGN-P: DESIGN-R: Os componentes, com exceção da profundidade são avaliados tendo em conta o seu peso na taxa de cicatrização, podendo obter scores entre 0 (cicatrizado) e 66 (maior severidade) (Sanada & Lizaka, 2014).	Validade concorrente da DESIGN com a PSST e obteve-se uma correlação de <i>Spearman</i> superior ou igual a 0.9 (Pillen, et al., 2009). A confiabilidade inter-observador também foi avaliada com recurso a fotografias e imagens reais e a concordância entre observadores foi de 0,98 nas fotografias de feridas e de 0.91 na avaliação em condições reais (Pillen, et al., 2009).
Leg Ulcer Measurement Tool (LUMT)	Woodbury et al., 2004	14 itens classificados pelo clínico e 3 itens relatados pelo doente	Cada item tem 5 categorias de resposta codificadas de 0 a 4, sendo que 0 corresponde a ferida cicatrizada e 4 a um status pior desse item, podendo na classificação profissional obter um score máximo de 56 e nos itens do doente mais 12 pontos	A confiabilidade intra-observador (0.96) e inter-observador (0.77) foram avaliadas com um grupo de observadores experientes e outros menos experientes e mostrou-se boa (Pillen, et al., 2009). A sensibilidade do instrumento para observar mudanças evidenciou capacidade de resposta em períodos de avaliação mensais (Pillen, et al., 2009).

Designação	Autor, Ano	Constituição/Classificação	Classificação/Utilização	Resultados
“Resultados Esperados de la Valoración y Evolución de la Cicatrización De las Heridas Crónicas” (RESVECH 1.0 e RESVECH 2.0)	(Restrepo Medrano, 2010)	12 itens validados que resultaram em 9 na versão inicial: dimensões da lesão, profundidade/tecidos envolvidos, bordos, maceração perilesional, tunelização, tipo de tecidos no leito da ferida, exsudado, infecção/inflamação (sinais de biofilme) e frequência de dor 6 itens na versão revista: dimensão, profundidade, bordos, tipos de tecidos, exsudado e infecção/inflamação.	Cada item possui descrições sobre a apresentação da ferida no momento da avaliação obtendo um score para cada item. Apenas o item infecção/inflamação possui subitens que são graduados individualmente. Os pontos atribuídos a cada domínio devem ser somados e o valor total, que varia de 0 (ferida cicatrizada) a 35 (pior estado de cicatrização de feridas).	RESVECH 1.0 – índice de validade de conteúdo total de 0.98 e índice validade individual dos peritos também acima de 0.80 (Restrepo-Medrano & Soriano, 2011). RESVECH 2.0 – obteve uma consistência interna com 0.63 de alfa Cronbach e um ICC de 0.90, confirmando a boa fiabilidade das 6 dimensões (Lourenço, 2016). Na validação e concordância do instrumento para a língua portuguesa obteve-se um coeficiente de alfa Cronbach de 0.735 para o primeiro observador e 0.741 para o segundo observador; ICC de 0.979 e coeficiente de concordância de Kappa que variou entre 0.78 e 0.96 (Lourenço, 2016).
SCI-PUMT (Spinal Cord Impairment Pressure Ulcer Monitoring Tool)	Thomason et al., 2014	Escala para avaliar as úlceras por pressão em indivíduos com lesões medulares. Combinou inicialmente para construção os itens da escala PUSH e da BWAT e é constituída por 30 itens (Thomason, Luther, Powell-Cope, Harrow, & Palacios, 2014).	7 itens (fatores geométricos, fatores substanciais) avaliados com pesos diferentes e em que o zero existe nos itens com ausência de atributo Thomason, Luther, Powell-Cope, Harrow, & Palacios, 2014). O score máximo de 26 que indica maior severidade da UP Thomason, Luther, Powell-Cope, Harrow, & Palacios, 2014).	Esta escala demonstra maior variabilidade no volume das UP (59%), que na área com a PUSH (57%), explicado pela ponderação atribuída ao tamanho em cada uma das escalas Thomason, Luther, Powell-Cope, Harrow, & Palacios, 2014). Em relação à BWAT representa uma variação de 24% do volume das UP efetada por um peso inferior atribuído ao tamanho das UP na BWAT (8%) Thomason, Luther, Powell-Cope, Harrow, & Palacios, 2014). Ao longo do tempo apresentou uma variabilidade de 71% em relação aos scores da BWAT e sugere que tem uma medição similar à BWAT com metade dos itens Thomason, Luther, Powell-Cope, Harrow, & Palacios, 2014).
Sistema de Classificação de Úlceras de Meggitt-Wagner	Meggitt 1976 e Wagner 1979 (Monteiro-Soares, et al., 2020)	Descrição basicamente anatômica com graus de severidade baseados na profundidade, extensão do tecido necrótico; presença ou ausência de osteomielite ou gangrena; sistema hidrido: A- isquemia e B-infetado.	Composta por 6 graus, não inclui variáveis que avaliem a perda de sensação protetora e a infecção e/ou isquemia não se encontra bem diferenciada nesta classificação (Monteiro-Soares, et al., 2020).	Foi reportada uma concordância interobservador moderada, com coeficiente de K de 0.55, no estudo de Bravo-Molina et al. (2016) (Monteiro-Soares, et al., 2020).

Designação	Autor, Ano	Constituição/Classificação	Classificação/Utilização	Resultados
Sistema de Classificação de Úlceras de Pé Diabético da Universidade do Texas	Universidade do Texas, San Antonio (1996); validada em 1998 (Monteiro-Soares, et al., 2020)	Classificação descritiva e com poder preditivo da classificação baseada na profundidade e presença ou ausência de infecção e/ou isquemia	Utiliza uma matriz bidimensional para avaliar a profundidade (de 0 a 3 graus) e a presença de infecção (estadio B), isquemia (estadio C) ou ambas (Estadio D) (Monteiro-Soares, et al., 2020).	Foi reportada uma concordância interobservador moderada, com coeficiente de K de 0.513, no estudo de Bravo-Molina et al. (2016) (Monteiro-Soares, et al., 2020). A Classificação de Wagner é mais frequentemente utilizada e a sua descrição é basicamente anatômica, enquanto a Classificação da Universidade do Texas é mais descritiva e melhora o poder preditivo da classificação quando comparada com a classificação anterior (Gul, Basit, Ahmadani, & Miyan, 2006).
Diabetic Foot Assesment (DIAFORA)	Monteiro-Soares & Dinis-Ribeiro (2016)	Composta por 8 variáveis, as primeiras 4 para predição de úlcera e as variáveis todas predizem a ocorrência de amputação do membro inferior (Monteiro-Soares, et al., 2020).	Pode-se utilizar a ferramenta utilizando a divisão das variáveis e as classificações inferior a 15 pontos apresentam baixo risco de amputação do membro inferior; entre 15 e 25 pontos médio risco de amputação do membro inferior e mais de 25 pontos alto risco de amputação do membro inferior (Monteiro-Soares & Dinis-Ribeiro, 2016).	Não apresenta validação externa nem fiabilidade (Monteiro-Soares, et al., 2020). Mas os resultados do modelo de derivação apresentaram uma área debaixo da curva (AUC) de 0.91 (IC95% 0.87-0.95) para a avaliação contínua e de 0.89 (IC95% 0.84-0.93) na classificação de grupos de risco. Na predição da ocorrência de amputação do membro inferior apresentou 0.86 (IC95% 0.79-0.92) (Monteiro-Soares & Dinis-Ribeiro, 2016).
MUNGS (Maceration, Undermining/Tunneling, Necrotic Tissue, Granulation, Sign or Syntoms)	2016	Específico para avaliar a aparência das feridas de pé diabético (Jais, et al., 2016). Não avalia nem o tamanho nem a profundidade (Jais, et al., 2016). Utiliza sinais ou sintomas como parâmetros para a taxa de cicatrização em vez do tamanho (Jais, et al., 2016). Os autores acreditam que os parâmetros identificados na ferramenta incluem componentes que podem reconhecer a infecção e isquemia (Jais, et al., 2016).	O score total da ferramenta é obtido através do somatório dos 5 domínios para cada ferida e pode variar entre 0 e 15, onde 0 representa que a ferida está cicatrizada e scores altos indicam um fraco progresso na cicatrização da ferida	Os mesmos autores que desenvolveram a MUNGS testaram a confiabilidade dessa ferramenta em comparação com a PWAT com um grupo de estudantes de enfermagem e enfermeiros e concluíram que a confiabilidade global inter-observadores era maior na MUNGS (0.81) em relação à PWAT (0.60) para o grupo dos enfermeiros e foi superior à concordância no grupo dos estudantes de enfermagem, 0.69 e 0.43 respetivamente (Jais, et al., 2016).

Designação	Autor, Ano	Constituição/Classificação	Classificação/Utilização	Resultados
CEAP Baseada na Classe Clínica (C), Etiologia (E), Localização Anatômica (A) e Fisiopatologia Subjacente (P)	Origem – 1994; revista em 2004	Classificação descritiva para úlceras venosas, baseada na Classe Clínica (C), Etiologia (E), Localização anatômica (A) e Fisiopatologia subjacente (P).	-----	Esta classificação foi revista em 2004, para ser amplamente utilizada nos registos clínicos e para a tomada de decisão do tratamento, neste último aspeto apresenta uma reprodutibilidade inter-observador moderada (Wittens, et al., 2015)
<i>Venous Clinical Severity Score (VCSS)</i> ou <i>VCSS-S</i> (Eliminação do Item da Terapia Compressiva)	-----	Para complementar a CEAP, no atributo C, descrevendo a severidade e grau de atingimento do doente constituído por 10 características clínicas (Woodbury, Houghton, Campbell, & Keast, 2004).	score de severidade para complementar a CEAP quanto ao atributo C; score 0 (ausente) ao score 3 (severo) com um total de 30 pontos (Woodbury, Houghton, Campbell, & Keast, 2004).	-----
<i>Venous Segmental Disease Score (VSDS)</i>	-----	tem em conta os mecanismos anatómicos e fisiopatológicos envolvidos na doença venosa crónica e através da avaliação dos sistemas venosos superficial e profundo explica a localização anatômica e a natureza da doença venosa (refluxo ou obstrução), fornecendo uma avaliação global da gravidade da doença (Wittens, et al., 2015)	Atribui a pontuação por segmento	A vantagem da utilização da VSDS em relação à CEAP, é que atribui pontuação diferentes por segmento podendo avaliar o nível de impacto global na função venosa (Wittens, et al., 2015).
<i>Venous Disability Score (VDS)</i>	-----	avaliar o impacto funcional da doença venosa crónica nas atividades de vida diária	4 graus (de 0 a 3) desenvolvida para complementar a classificação CEAP (Wittens, et al., 2015)	O VDS já foi validado com o sistema de classificação CEAP como uma medida de gravidade da doença e pode ser usado como medida de mudança após a cirurgia venosa (Wittens, et al., 2015).

Apêndice B – RESVECH 2.0 VERSÃO ORIGINAL E VERSÃO PORTUGUESA

Items	Medida 0 Fecha: _____	Medida 1 Fecha: _____	Medida 2 Fecha: _____	Medida 3 Fecha: _____	Medida 4 Fecha: _____
1. Dimensiones de la lesión: 0. superficie = 0 cm ² 1. superficie < 4 cm ² 2. superficie = 4 - < 16 cm ² 3. superficie = 16 - < 36 cm ² 4. superficie = 36 - < 64 cm ² 5. superficie = 64 - < 100 cm ² 6. superficie ≥ 100 cm ²					
2. Profundidad / Tejidos afectados 0. Piel intacta cicatrizada 1. Afectación de la dermis-epidermis 2. Afectación del tejido subcutáneo (tejido adiposo sin llegar a la fascia del músculo) 3. Afectación del músculo 4. Afectación de hueso y/o tejidos anexos (tendones, ligamentos, cápsula articular o escara negra que no permite ver los tejidos debajo de ella)					
3. Bordes 0. No distinguibles (no hay bordes de herida) 1. Difusos 2. Delimitados 3. Dañados 4. Engrosados ("envejecidos", "evertidos")					
4. Tipo de tejido en el lecho de la herida 4. Necrótico (escara negra seca o húmeda) 3. Tejido necrótico y/o esfacelos en el lecho 2. Tejido de Granulación 1. Tejido epitelial 0. Cerrada/cicatrización					
5. Exudado 3. Seco 0. Húmedo 1. Mojado 2. Saturado 3. Con fuga de Exudado					
6. Infección/inflamación (signos-biofilm) 6.1. Dolor que va en aumento Si =1 No = 0 6.2. Eritema en la perilesión Si =1 No = 0 6.3. Edema en la perilesión Si =1 No = 0 6.4. Aumento de la temperatura Si =1 No = 0 6.5. Exudado que va en aumento Si =1 No = 0 6.6. Exudado purulento Si =1 No = 0 6.7. Tejido friable o que sangra con facilidad Si =1 No = 0 6.8. Herida estancada, que no progresa Si =1 No = 0 6.9. Tejido compatible con Biofilm Si =1 No = 0 6.10. Olor Si =1 No = 0 6.11. Hipergranulación Si =1 No = 0 6.12. Aumento del tamaño de la herida Si =1 No = 0 6.13. Lesiones satélite Si =1 No = 0 6.14. Palidez del tejido Si =1 No = 0 ¡SUME LA PUNTUACIÓN DE CADA SUB-ITEM!					
PUNTUACIÓN TOTAL (Máx. = 35, Mín. = 0)					

(Restrepo Medrano, 2010)

ESCALA RESVECH 2.0				
Items	Avaliações e Datas			
1. Dimensões da lesão 0. Área = 0 cm ² 1. Área < 4 cm ² 2. Área = 4 - < 16 cm ² 3. Área = 16 - < 36 cm ² 4. Área = 36 - < 64 cm ² 5. Área = 64 - < 100 cm ² 6. Área ≥ 100 cm ²				
2. Profundidade/Tecidos afetados 0. Pele intacta /cicatrizada 1. Derme-epiderme afetada 2. Hipoderme afetada (tecido adiposo, sem atingir a fáscia muscular) 3. Músculo afetado 4. Osso e/ou tecidos anexos afetados (tendões, ligamentos, cápsula articular, ou necrose negra que não permite visualizar os tecidos subjacentes)				
3. Bordos 0. Não distintos (ausência de bordos de ferida) 1. Difusos 2. Delimitados 3. Danificados 4. Espessados ("envelhecidos", "evertidos")				
4. Tipo de tecido no leito da ferida 4. Tecido necrosado (necrose negra seca ou húmida) 3. Tecido desvitalizado/fibrina e/ou esfacelo 2. Tecido de granulação 1. Tecido de epiteliação 0. Tecido regenerado/cicatrizado				
5. Exsudado 3. Seco 0. Húmido 1. Molhado 2. Saturado 3. Com fuga de exsudado				
6. Infecção/inflamação (sinais de biofilme) 6.1 Dor tem aumentado Sim=1 Não=0 6.2 Eritema perilesional Sim=1 Não=0 6.3 Edema perilesional Sim=1 Não=0 6.4 Aumento da temperatura Sim=1 Não=0 6.5 Exsudado tem aumentado Sim=1 Não=0 6.6 Exsudado purulento Sim=1 Não=0 6.7 Tecido friável ou facilmente sangrante Sim=1 Não=0 6.8 Ferida estagnada, sem evolução Sim=1 Não=0 6.9 Tecido compatível com biofilme Sim=1 Não=0 6.10 Mau odor Sim=1 Não=0 6.11 Hipergranulação Sim=1 Não=0 6.12 Ferida progressivamente maior Sim=1 Não=0 6.13 Lesões satélite Sim=1 Não=0 6.14 Descoloração do tecido Sim=1 Não=0 SOMAR A PONTUAÇÃO DE TODOS OS SUBITEMS!				
PONTUAÇÃO TOTAL (Máx.= 35, Mín.= 0)				

(Marques, 2015)

Apêndice C – ESCALAS DE AVALIAÇÃO OU DOCUMENTAÇÃO DA FERIDA

Designação	Autor, Ano	Constituição/Classificação	Classificação/Utilização	Resultados
Assessment (Anatomic Location and Age of Wound, Size, Shape and Stage, Sinus Tracts and Undermining, Exudate, Sepsis, Surrounding Skin, Maceration, Edges and Epithelialization, Necrotic Tissue, Tissue Bed, Status)	Baranoski, 2004	Documentação da avaliação da ferida para continuidade dos cuidados.	Na localização utilizar os termos correctos com a localização e topologia, assim como a duração da ferida; Medição da ferida utilizando o maior comprimento, largura e profundidade e utilizar a escala de classificação de ferida apropriada a cada tipo de ferida; Fístula ou descolamento dos bordos devem ser documentada a sua localização em relação ao eixo do relógio; Quantidade de exsudado deve ser descrita como nenhum, pequena, moderada e grande, assim como a cor e a consistência; Sepsis pretende a documentação de sinais e sintomas de infeção, odor da ferida e cultura ou biópsia da ferida para determinar o agente microbiano; Pele circundante deve ser inspecionada em relação a reações cutâneas, presença de indurações ou flutuações que indiquem a presença de abscessos; Os bordos devem ser descritos e ajudam a determinar a etiologia da ferida e a prever o processo de cicatrização; Tecido necrótico descrito em percentagem; Descrever o tecido no leito da ferida ajuda a documentar os resultados do tratamento; e o Status agrega a documentação toda e faz um avaliação global da ferida.	Usar esta ferramenta para documentar as observações e intervenções realizadas ajuda a criar uma base sólida para o plano de cuidados (Baranoski & Ayello, 2005)
Measure (Measure, Exudate, Appearance, Suffering, Undermining, Reevaluate and Edge)	Keast, 2004	Proposto inicialmente para encorajar a standardização e consistência na terminologia e definições na abordagem de avaliação clínica de feridas. Também pode ser usada para documentar o status da ferida a cada avaliação e criar uma grelha de avaliação específica (Keast, et al., 2004).	Medidas reflete o tamanho da ferida através do comprimento, largura, área, profundidade e volume; Quantidade e qualidade de exsudado; Aparência do leito da ferida, tipos e quantidade de tecidos; Sofrimento avaliado com uma escala da dor validada; Presença ou ausência de descolamento dos bordos da ferida; Reavaliação regular de todos os parâmetros da ferida entre 1 a 4 semanas; Condição dos bordos da ferida e da pele circundante (Keast, et al., 2004).	A MEASURE é um modelo conceptual simples que pode atuar como base para o desenvolvimento de uma abordagem consistente na avaliação de feridas. Perspetiva-se que estimule a discussão e o debate e que auxilie na formulação de directrizes de melhores práticas para a avaliação de feridas (Keast, et al., 2004).

Designação	Autor, Ano	Constituição/Classificação	Classificação/Utilização	Resultados
<i>Time (Tissue, Inflammation/Infection, Moisture, Edge/Epithelialisation) E Time-H (Healing Score)</i>	Schulz et al, 2003 Ligresti & Bo, 2007	Sistema de gestão da ferida crónica. Baseado no conceito de preparação do leito da ferida para promover a aceleração do processo de cicatrização (Lim, Free, & Sinha, 2015). Itens: tecido, inflamação/infeção, humidade, bordos/epitelização. O H baseia-se na condição da ferida e na saúde geral e comorbilidades do doente (Lim, Free, & Sinha, 2015).	A atribuição de um valor numérico a cada parâmetro permite calcular um score para o tempo esperado de cicatrização da ferida e decidir um tratamento individualizado (Lim, Free, & Sinha, 2015).	É uma ferramenta prática, sensata, sistemática e simples que tem potencial para permitir um guia clínico apropriado no prognóstico das feridas crónicas, na gestão dos melhores resultados e alocação de recursos (Lim, Free, & Sinha, 2015).
<i>Triangle of Wound Assessment</i>	Dowsett et al., 2014	Abordagem sistemática de avaliação da ferida e estabelecimento de objetivos de gestão da ferida como guia para a escolha do tratamento ótimo (Dowsett, Swanson, & Karlsmark, 2019). O conceito foi desenvolvido pelos autores durante um estudo realizado entre 2013 e 2014.	Foca-se na avaliação do leito da ferida (tipo de tecidos, gestão exsudado, prevenção da infeção, redução da inflamação, remoção do tecido desvitalizado e promoção da formação do tecido de granulação), bordos da ferida (reduzir as barreiras da cicatrização através de aplicação de desbridamento, identificação de áreas de descolamento dos bordos da ferida e melhorar a gestão do exsudado) e pele circundante (proteger a pele da maceração, escoriação, pele seca, hiperqueratose, calo e eczema), cada item com importância relevante na cicatrização da ferida (Dowsett, Swanson, & Karlsmark, 2019).	Usado para a gestão do exsudado, biofilme e intervalo entre a ferida e o penso, e que se pensa poder influenciar a gestão do exsudado neste meato (Dowsett, Swanson, & Karlsmark, 2019).
<i>Applied Wound Management Tool (AWM)</i>	Gray et al., 2009	Desenvolvida como parte da teoria de preparação do leito da ferida na gestão de feridas crónicas por segunda intenção (Greatrex-White & Moxey, 2015). Assenta nos princípios de desbridamento, controlo do biofilme e gestão do exsudado, criando as condições corretas na ferida para permitir a cicatrização (Greatrex-White & Moxey, 2015). Permite a compreensão do tipo de tecidos presentes na ferida e o seu progresso (Gray, White, Cooper, & Kingsley, Understanding Applied Wound Management, 2005). Não inclui nenhum guia de tratamento (objetivos e guia da seleção de penso) (Greatrex-White & Moxey, 2015).	É constituída por um guia de bolso, um gráfico de parede (sugere os objetivos de tratamento e as opções de tratamento para cada fase de cicatrização) e uma base de dados no computador (Greatrex-White & Moxey, 2015). Como parte de uma teoria necessita de maior compreensão por parte dos utilizadores (Greatrex-White & Moxey, 2015). A sua utilização inicia-se pela identificação da cor no continuum da cicatrização da ferida para a caracterização da ferida e posterior decisão terapêutica no sentido da melhor cicatrização possível (Gray, White, Cooper, & Kingsley, Understanding Applied Wound Management, 2005). Avalia-se ainda a presença de biofilme e a resposta do hospedeiro e o volume e a consistência do exsudado.	87% dos critérios para a seleção de uma escala de avaliação de feridas ótima, sendo assim fortemente recomendada para uso na prática clínica (Greatrex-White & Moxey, 2015). Facilita as auditorias e a tomada de decisão clínica, e se for suportada por software pode gerar informação clínica relevante (Gray, White, Cooper, & Kingsley, Understanding Applied Wound Management, 2005).

Designação	AUTOR, ANO	CONSTITUIÇÃO/CLASSIFICAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO/UTILIZAÇÃO	RESULTADOS
<i>Wound Healing Assessment And Monitoring (WHAM) Tool</i>	2010 (Shepherd & Nixon, 2013)	Nova documentação do cuidado às feridas que incorpora um gráfico de cicatrização visual adaptado da NPUAP (1998) e a escala PUSH (Shepherd & Nixon, 2013). Adicionalmente ainda inclui a profundidade, localização da ferida usando um mapa do corpo e uma avaliação holística dos fatores de atraso da cicatrização da ferida (Shepherd & Nixon, 2013).	Incorporação de um gráfico de cicatrização visual e a escala PUSH (Shepherd & Nixon, 2013). Adicionalmente ainda inclui a profundidade, localização da ferida usando um mapa do corpo e uma avaliação holística dos fatores de atraso da cicatrização da ferida (Shepherd & Nixon, 2013).	Melhoria na documentação da data de avaliação de 30%, na definição do tipo de ferida em 5%, do plano de tratamento da ferida em 45%, em caso de várias feridas o plano de tratamento individualizado existe em mais 42.5%, a medição e fotografia da ferida entre 14 dias em 35.5% e 57.5%, respetivamente, avaliação do status nutricional melhorou em 35%, a avaliação da dor em 62.5% e a seleção do penso de acordo com o formulário de cuidado à ferida melhorou em 15% (Shepherd & Nixon, 2013).
<i>Wound Assessment And Management System (WAMS)</i>	Saunders and Rowley, 2004	Utilizado para documentar a gestão da ferida e assegurar a continuidade dos cuidados (Saunders & Rowley, 2006).	O quadro de avaliação contém: imagem para indicar a localização, etiologia da ferida, classificação do estadio da ferida, aparência clínica, descritores de exsudado (quantidade, tipo, odor, suspeita de infeção e indicação de colheita), condições da pele circundante, avaliação da dor, medição da ferida (comprimento, largura e profundidade), técnicas para avaliar a circulação nos membros inferiores, descrição do penso (Saunders & Rowley, 2006). No reverso do quadro apresenta informações acerca de como realizar a avaliação (Saunders & Rowley, 2006).	80% de sessões de avaliação preenchidas após 1 mês de seguimento de auditoria (Saunders & Rowley, 2006). A satisfação dos clínicos na utilização do quadro de 75% (Saunders & Rowley, 2006). Os clínicos consideram que a informação é indicadora da cicatrização ou da deterioração do status da ferida (Saunders & Rowley, 2006).
<i>National Wound Assessment Form (NWAf)</i>	Flecher, 2010	Sugere os objetivos do tratamento e lista possibilidades de pensos (Greatrex-White & Moxey, 2015).	É uma escala de fácil utilização e intuitiva, sem necessidade de treino adicional.	80% dos critérios para a seleção de uma escala de avaliação de feridas ótima (Greatrex-White & Moxey, 2015). Apesar desta classificação, o desenvolvimento desta escala foi através de discussão de peritos sem nenhum estudo empírico que apoie o seu conteúdo (Greatrex-White & Moxey, 2015).

Apêndice D – TERMOS DE PESQUISA NAS 3 BASES DE DADOS (PUBMED, CINAHL E SCOPUS), A 16 DE AGOSTO DE 2019

1) PubMed: Mesh Terms (MT)

POPULAÇÃO	CONCEITO	CONTEXTO
Wounds and injuries (MT)	Image Processing, Computer assisted (MT)	Nursing assessment MT
Leg Ulcer (MT)	Diagnostic Imaging (MT)	wound* assess*
Varicose Ulcer (MT)	Medical Informatics Applications (MT)	measure*
Foot Ulcer (MT)	Algorithms (MT)	wound healing (MT)
Diabetic Foot (subheading)	Information Management (MT)	"Tissues/classification"[Mesh]
Pressure Ulcer (MT)	Mobile applications (MT)	
Chronic* wound*	Wearable Electronic Devices (MT)	
Chronic* ulcer*	Lab-On-A-Chip Devices (MT)	
NOT surgical wound; wounds, penetrating; stab wound; contusions, lacerations, burn, wound gunshot, fractures bone, traumatic* wound*, cornea* wound*.		Not therapeutics (MT); therapy (sub-heading) Bandages (MT)
		Not laboratory, animals (MT)

QUERY: (((((((((((wounds and injuries[MeSH Terms])) OR leg ulcer[MeSH Terms]) OR varicose ulcer[MeSH Terms]) OR foot ulcer[MeSH Terms]) OR pressure ulcer[MeSH Terms]) OR chronic* wound*[Title/Abstract]) OR chronic* ulcer*[Title/Abstract])) NOT (((((((((((surgical wound[MeSH Terms]) OR penetrating wound[MeSH Terms]) OR stab wound[MeSH Terms]) OR contusions[MeSH Terms]) OR lacerations[MeSH Terms]) OR burn[MeSH Terms]) OR gunshot wound[MeSH Terms]) OR bone fractures[MeSH Terms]) OR traumatic* wound*) OR cornea* wound*))) AND (((((((((((image processing, computer assisted[MeSH Terms]) OR diagnostic imaging[MeSH Terms]) OR medical informatics applications[MeSH Terms]) OR algorithms[MeSH Terms]) OR information management[MeSH Terms]) OR mobile applications[MeSH Terms])) OR Lab-On-A-Chip Devices[MeSH Terms]) OR wearable electronic devices[MeSH Terms])) AND (((((((nursing assessment[MeSH Terms]) OR wound healing[MeSH Terms]) OR ""Tissues/classification""[Mesh]) OR wound* assess*) OR measure*) NOT (((therapeutics[MeSH Terms]) OR therapy[MeSH Subheading]) OR bandages[MeSH Terms])))) NOT animals, laboratory[MeSH Terms] Filters: published in the last 10 years

2) CINAHL: Títulos CINAHL

POPULAÇÃO	CONCEITO	CONTEXTO
Wounds, chronic	Image Processing, Computer assisted	Nursing assessment
Wounds and injuries	Diagnostic Imaging	wound assessment
Leg Ulcer	Health Informatics	wound healing
Foot Ulcer	Digital imaging	wound measurement
Venous ulcer	Algorithms	Tissue classification
Pressure Ulcer Heel ulcer	Diagnosis, computer assisted	
Diabetic Foot	Information Management	
Chronic* wound*	WEARABLE SENSORS	
Chronic* ulcer*	biochips	
NOT surgical wound; wounds penetrating; wounds, stab; contusions and abrasions; burns; wounds, gunshot; fractures; tears and lacerations; traumatic* wound*, corneal		Not therapeutics; Bandages and dressings
		Not, animals, laboratory (MT)

QUERY: SU (SU (SU wounds, chronic OR SU (wounds and injuries) OR SU leg ulcer OR Su Pressure Ulcer OR SU diabetic foot OR SU chronic* wound* OR SU chronic* ulcer*) NOT SU (SU surgical wound OR SU wounds penetrating OR SU wounds, stab OR SU (contusions and abrasions) OR SU burns OR SU wounds, gunshot OR SU fractures OR SU (tears and lacerations) OR SU traumatic* wound* OR SU corneal)) AND SU (SU image processing, computer assisted OR SU diagnostic imaging OR SU health informatics OR SU digital imaging OR SU algorithms OR SU diagnosis, computer assisted OR SU information management OR SU wearable sensors OR SU biochips) AND SU (SU nursing assessment OR SU wound assessment OR SU wound healing OR SU wound measurement OR SU tissue classification NOT SU therapeutics NOT SU (bandages and dressings)) NOT SU animals, laboratory + limitador data 20090101-20191231

3) Scopus: mesmos termos que para pesquisa PubMed

QUERY: (((TITLE-ABS-KEY ("wound* and injur*") OR TITLE-ABS-KEY ("leg ulcer*") OR TITLE-ABS-KEY ("varicose ulcer*") OR TITLE-ABS-KEY ("foot ulcer*") OR TITLE-ABS-KEY ("diabetic* ulcer*") OR TITLE-ABS-KEY ("pressure ulcer*") OR TITLE-ABS-KEY ("chronic* wound*") OR TITLE-ABS-KEY ("Chronic* ulcer*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("surgical wound*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("stab wound*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("contusion*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("laceration*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("burn*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("gunshot wound*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("fracture*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("traumatic* wound*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("cornea* wound*"))) AND ((TITLE-ABS-KEY ("image processing computer assisted") OR TITLE-ABS-KEY ("diagnostic* imaging") OR TITLE-ABS-KEY ("medical informatic* application*") OR TITLE-ABS-KEY ("algorithm*") OR TITLE-ABS-KEY ("information* management*") OR TITLE-ABS-KEY ("mobile application*") OR TITLE-ABS-KEY ("Lab-On-A-Chip Device*") OR TITLE-ABS-KEY ("wearable electronic* device*"))) AND ((TITLE-ABS-KEY ("wound* healing") OR TITLE-ABS-KEY ("tissue* classification*") OR TITLE-ABS-KEY ("wound* assess*") OR TITLE-ABS-KEY ("measure*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("therapeutic*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("therap*") AND NOT TITLE-ABS-KEY ("bandage*"))) AND NOT (TITLE-ABS-KEY ("animal* laborator*")) AND PUBYEAT AFT2008

Apêndice E – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS ARTIGOS ELEGÍVEIS REJEITADOS

1) Rejeitados por falta de acesso a texto integral

Chakraborty, C. (2019). Performance analysis of compression techniques for chronic wound image transmission under smartphone-enabled tele-wound network. *International Journal of E-Health and Medical Communications*, 10(2), 1-20. doi:10.4018/IJEHMC.2019040101

Chanussot-Deprez, C., & Contreras-Ruiz, J. (2013). Telemedicine in wound care: A review. *Advances in Skin and Wound Care*, 26(2), 78-82. oi:10.1097/01.ASW.0000426717.59326.5f

Chin, J., Zeid, I., & Kamarthi, S. (2013). Tools and components of wound healing assessment.

Frade, R. A., Vardasca, R., Carvalho, R., & Mendes, J. (2018) Automatic classification of ulcers through visualspectrum image. In: Vol. 27. *Lecture Notes in Computational Vision and Biomechanics* (pp. 297-305).

Fonnesbech, J. (2012). DSFS: What can we do? What will we do? *EWMA Journal*, 12 (3), 48-50
Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=108085341&lang=pt-br&site=ehost-live>

Kumar, S., Jaglan, D., Ganapathy, N., & Deserno, T. M. (2019). A comparison of open source libraries ready for 3D reconstruction of wounds.

Robledo, E., Schutzman, R., Fernandez, C., Fang, R., Leiva, K., Kwasinski, R., . . . Godavarty, A. (2018). Coregistered and segmented tissue oxygenation maps onto white light images of diabetic foot ulcers.

Scalise, A., Bottoni, M., Scalise, L., Pierangeli, M., & Di Benedetto, G. (2015). Evaluation of the efficacy of an innovative system for measuring chronic wounds: Mobile Wound Analyzer. *Acta Vulnologica*, 13(1), 15-23. Retrieved from <https://www2.scopus.com/inwardrecord.uri?eid=2-s2.0-84994056005&partnerID=40&md5=ef31254763cf5484c3ed9d38bf754067>

Wang, L., Pedersen, P. C., Agu, E., Strong, D., & Tulu, B. (2019). Boundary determination of foot ulcer images by applying the associative hierarchical random field framework. *Journal of Medical Imaging*, 6(2). doi:10.1117/1.JMI.6.2.024002

2) Rejeitados por língua do texto integral ser ucraniano

Cwajda-BiałAsik, J., MoŚCicka, P., Szewczyk, M. T., JawieŃ, A., KarpiŃSka, A., & Rossa, S. (2018). NOWOCZESNE METODY OCENY DYNAMIKI GOJENIA RAN PRZEWLEKŁYCH - TERMOGRAFIA MEDYCZNA. *Leczenie Ran*, 15(2), 61-70. doi:10.15374/LR2018008

Horobeiko, M. B., & Nastenکو, D. V. (2014). [Determination of the ulcer area in the diabetic foot syndrome using elaborated programe supply]. *Klin Khir*(2), 26-27.

3) Rejeitados após leitura de texto integral

Chanmugam, A., et al. (2017). "Relative Temperature Maximum in Wound Infection and Inflammation as Compared with a Control Subject Using Long-Wave Infrared Thermography." *Advances in Skin & Wound Care* 30(9): 406-414.

Chiang, N., et al. (2018). "Clinical Evaluation of Portable Wound Volumetric Measurement Devices." *Advances in Skin and Wound Care* 31(8): 374-380.

Fletcher, J. (2012). "THE USE OF ELECTRONIC DATA CAPTURE DEVICES IN WOUND CARE SETTINGS." *Wounds UK* 8(4): 119-124.

Foltynski, P., et al. (2012). "Telemonitoring of diabetic foot ulcers being managed in the outpatient setting." *Diabetic Foot Journal* 15(2): 74-82.

Hindley, J. (2012). "Traffic light system for healed venous leg ulcer monitoring." *British Journal of Community Nursing*: S6-S17.

Li, D., et al. (2018). "The characteristics of pressure injury photographs from the electronic health record in clinical settings." *Journal of Clinical Nursing* 27(3-4): 819-828.

Little, C., et al. (2009). "An overview of techniques used to measure wound area and volume." *Journal of Wound Care* 18(6): 250-253.

Mess, C. and V. Huck (2018). Bedside assessment of multiphoton tomography: From skin cell morphology via fluorescence lifetime imaging to clinical pathophysiology. *Multiphoton Microscopy and Fluorescence Lifetime Imaging: Applications in Biology and Medicine*: 425-443.

Mukherjee, R., et al. (2017). "Diagnostic and Prognostic Utility of Non-Invasive Multimodal Imaging in Chronic Wound Monitoring: a Systematic Review." *Journal of Medical Systems* 41(3).

Pak, C., et al. (2018). "A smartphone-based teleconsultation system for the management of chronic pressure injuries." *Wound Repair & Regeneration* 26: S19-S26.

Papazoglou, E. S., et al. (2009). "Noninvasive assessment of diabetic foot ulcers with diffuse photon density wave methodology: pilot human study." *J Biomed Opt* 14(6): 064032.

Paul, D. W., et al. (2015). "Noninvasive imaging technologies for cutaneous wound assessment: A review." *Wound Repair and Regeneration* 23(2): 149-162.

Qi, X., et al. (2017). "An improved automated type-based method for area assessment of wound surface." *Wound Repair & Regeneration* 25(1): 150-158.

Sirazitdinova, E. and T. M. Deserno (2017). 3D documentation of chronic wounds using low-cost mobile devices. 245: 1237.

Sowa, M. G., et al. (2016). "Review of near-infrared methods for wound assessment." *Journal of Biomedical Optics* 21(9).

Urao, N., et al. (2016). "MicroCT angiography detects vascular formation and regression in skin wound healing." *Microvascular Research* 106: 57-66.

van Netten, J. J., et al. (2017). "The validity and reliability of remote diabetic foot ulcer assessment using mobile phone images." *Sci Rep* 7(1): 9480.

Weber, S. A., et al. (2010). "Remote wound monitoring of chronic ulcers." *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 14(2): 371-377.

Yee, A., et al. (2016). "Quantitative Monitoring Wound Healing Status Through Three-dimensional Imaging on Mobile Platforms." *Journal of the American College of Clinical Wound Specialists* 8(1-3): 21-27.

Yee, A., et al. (2018). An Innovative App for the Management of Chronic Wound Treatment. 2018 IEEE/ACM International Conference on Connected Health: Applications, Systems and Engineering Technologies (CHASE).

Apêndice F – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS INCLUÍDA POR RELEVÂNCIA DOS ESTUDOS

Hammond, C. E., & Nixon, M. A. (2011). The reliability of a handheld wound measurement and documentation device in clinical practice. *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing*, 38(3), 260-264. doi:10.1097/WON.0b013e318215fc60

Jørgensen, L. B., Skov-Jepesen, S. M., Halekoh, U., Rasmussen, B. S., Sørensen, J. A., Jemec, G. B. E., & Yderstræde, K. B. (2018). Validation of three-dimensional wound measurements using a novel 3D-WAM camera. *Wound Repair and Regeneration*, 26(6), 456-462. doi:10.1111/wrr.12664

Kamath, S., Sirazitdinova, E., & Deserno, T. M. (2018). *Machine learning for mobile wound assessment*.

Langemo, D. K., & Spahn, J. G. (2017). A Reliability Study Using a Long-Wave Infrared Thermography Device to Identify Relative Tissue Temperature Variations of the Body Surface and Underlying Tissue. *Advances in Skin & Wound Care*, 30(3), 109-119. doi:10.1097/01.ASW.0000511535.31486.bb

Laplaud, A. L., Blaizot, X., Gaillard, C., Morice, A., Lebreuilly, I., Clément, C., . . . Domp Martin, A. (2010). Wound debridement: Comparative reliability of three methods for measuring fibrin percentage in chronic wounds. *Wound Repair and Regeneration*, 18(1), 13-20. doi:10.1111/j.1524-475X.2009.00555.x

Li, F., Wang, C., Liu, X., Peng, Y., & Jin, S. (2018). A Composite Model of Wound Segmentation Based on Traditional Methods and Deep Neural Networks. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2018. doi:10.1155/2018/4149103

Apêndice G – RESUMO DA EXTRAÇÃO DE DADOS DOS ARTIGOS ELEGÍVEIS PARA LEITURA DE TEXTO INTEGRAL

Modalidade de Image/Categoria			Estudo	Conjunto de Imagens		Materiais ou Métodos
		Imagens ou tipo de feridas crônicas (FC)		N.º Imagens		
Imagem Digital (67)	Classificação		S1, S40, S67	Fotografias de UPP, FC	8 – 206	Materiais: Camera digital; App.
	Dispositivos/Outras Categorias		S12, S47, S58, S70	Feridas reais; úlceras de pé diabético, imagens de FC e UPP.	40 - 42	Materiais: Câmera digital; câmera digital em <i>smartphone</i> Android+ implementação de algoritmo; SnapCap iniciado no <i>Google Glass</i> e <i>smartphone</i> Galaxy Nexus + Epic Haiku iniciado em iPhone 4S.
	Sistema de Aquisição de Imagens	Tamanho Ferida/Taxa de Cicatrização	S5, S20, S29, S30, S31, S38, S63, S68, S69, S105	Imagens digitais de úlceras de pé diabético, úlceras venosas, úlceras de perna; imagens digitais de contornos de acetatos de úlceras de pé diabético; imagens de UPP da Medetc; modelos de pele facial – Cosmo.	2 – 228	Materiais: Câmera digital; câmera <i>smartphone</i> , Software AutoCAD e Image Tool, MOTIC Image Plus versão 2.0; Image J; Sistema ótico digital (câmera 3D + cartão ótico descartável); Caixa para captura de imagem com <i>smartphone</i> e computador; câmera digital de lente reflexa (DSLR); AMWIS (<i>Advanced Medical Wound Imaging System V2.2</i>); SilhouetteMobile; WMD (<i>smartphone</i> + 4 feixes laser + software WoundSuite); W.H.A.T software. Métodos: Segmentação – algoritmo <i>mean-shift</i> , detecção de bordos no espaço de cores RGB e L*a*b*; Reconhecimento de Padrões – <i>Bag of word</i> ;
	Planimetria	Tamanho Ferida/Taxa de Cicatrização	S6, S49, S76, S89	Imagens digitais de todas as úlceras crônicas e feridas de diferentes complexidades.	5 – 42	Materiais/Métodos: Fotografia digital; planimetria clássica; planimetria digital (Visitrak); VeV measurement; Image J.
	Estereofotogrametria	Tamanho Ferida/Taxa de Cicatrização	S2, S7, S21, S26, S39, S88, S93	Imagens digitais de úlceras venosas, UPP e deiscência de ferida cirúrgica abdominal; FC e diferentes tipos de feridas; modelos de feridas.	5- 45	Materiais: Câmera digital (Canon IXUS 400); câmera monocular; Scanner Zephyr System; Silhouette Mobile; VeVMD; scanner Konica Minolta 3D a laser + scanner ótico 3D PRIMOS; Swift wound app + camera FLIR + Placom Kp-90N. Métodos: Algoritmo de triangulação; Reconstrução de Sólidos – algoritmos <i>midpoint projection</i> e <i>convex hull</i> .
	Algoritmos/Machine Learning	Tamanho Ferida/Taxa de Cicatrização	S8, S42, S44, S51, S62, S72, S73, S81, S84, S92, S104, S109	Imagens digitais de UPP, úlceras de pé diabético, úlceras venosas, úlceras malignas e feridas de <i>pyoderma gangrenosum</i> ; bibliotecas Medscape e Medetec	32 - 119	Materiais: Câmera digital; câmera <i>smartphone</i> ; <i>smartphone</i> com Câmera de dupla lente integrada; Nexus 5; SmartWoundCare. Métodos: Pré-processamento – <i>combined gray world and retinex</i> , filtro mediano, de difusão anisotrópica; Segmentação – abordagem de <i>clustering</i> (<i>spectral clustering</i> , <i>k-means</i> , <i>fuzzy c-means</i> , <i>simple linear iterative clustering</i>), Grabut e calibração de câmera, algoritmo de Otsu, melhoria do contraste, algoritmos de contornos dinâmicos (Snakes) e <i>active contours without edge</i> (ACWE), segmentação <i>mean-shift</i> e com PCA, <i>simple linear iterative clustering method</i> , SVM e CNN; Pós-processamento – operadores morfológicos; Classificação – SVM, classificação de tecidos em RGB, <i>neural networks</i> (NNs) – <i>multilayer perceptrons</i> (k-NNs e classificadores Bayesianos), classificação em fundo e não fundo com distância Euclideana.
Tipo de Tecidos		S14-S16, S22-S24, S27, S37, S41, S46, S53, S54, S60, S74, S85, S98, S103, S106-S108	Imagens digitais de úlceras de perna e UPP, úlceras de pé diabético; imagens digitais com feridas de diferentes tipos e em diferentes estádios.	15 - 850	Materiais: Refletor de lente simples digital + pequeno adesivo de referência; camera digital; <i>Smartphone</i> ; Photoshop; Caixa de captura de imagem com <i>smartphone</i> (Motorola Droid); Visitrak; calibração de cor (Lumix); Colorímetro Tristimulus (NF-333); Mapa de cor Red-Yellow-BalcK-White e ferramenta de segmentação de imagem Sefexa. Métodos: Pré-processamento – Métodos de <i>Gray world assumption</i> e <i>retinex theory</i> , filtro de Gabor, Sobel, Hessian, Kuwahara, membrane projections, variância, média, mediana, de difusão anisotrópica, técnica de Otsu, <i>Linear Combination of Discrete Gaussians</i> ; Segmentação – FastICA, <i>k-means clustering</i> , árvore de decisão, CNN, <i>Fuzzy c-means</i> , procedimento <i>mean shift</i> , espaço de cores CIELUV, segmentação por <i>Region growing</i> e <i>Optimal Thresholding</i> , <i>Distance Regularized Level set Evolution</i> (DRLSE), algoritmo PCA, <i>Independent Component Analysis algorithm</i> /FastICA; Reconhecimento de Padrões – PULAB (<i>Pressure Ulcer LABoratorv</i>) software; Classificação – <i>Random Forest</i> , SVM, Self-	

Modalidade de Image/Categoria			Estudo	Conjunto de Imagens		Materiais ou Métodos
				Imagens ou tipo de feridas crônicas (FC)	N.º Imagens	
Imagem Ótica (25)						organizing map, Generalized Gauss-Markov Random Field, Nayve Bayes, Adaptive Boosting (AdaBoost), Linear Discriminant Analysis, Redes neurais artificiais, Árvore de decisão (algoritmo C4.5).
		Segmentação/ Bordos	S13, S57, S75, S82, S96, S99, S100	Imagens digital de UPP e úlceras de pé diabético; úlceras crônicas e venosas.	20 - 2285	Materiais: Galaxy S3, câmera digital, Software Image J. Métodos: identificação das margens do leito da ferida; algoritmos de segmentação (Otsu, Suzuki85, DNN, <i>Threshold</i>); detecção da região da úlcera (<i>Fuzzy spectral clustering</i>); desenvolvimento de sistemas: Pré-Processamento – tamanho e resolução, filtro Gaussiano, reconstrução morfológica; decomposição da imagem; Segmentação – imagem binária.
	Termografia/ Termografia Infravermelhos (IV) de	Predição da Úlcera/ Descolamento da Ferida/ Cicatrização	S11, S48, S64	Imagens térmicas de UPP; imagens digitais e térmicas de úlceras de perna.	24 -33	Materiais: Termómetro digital (Thermo Tracer TH7800N e TH5108ME), Silhouette + imagem térmica com FLIR T620.
		Processo de Cicatrização	S78	Imagens digitais e térmicas (11 úlceras de perna não infetadas + 3 úlceras de pé diabético infetadas).	----	Materiais: FLIR A325.
		Infeção/Biofilm	S9, S65	Imagens térmicas de úlceras de pé diabético.	16	Materiais: Spectrasole Pro 1000 e palmilhas inteligentes (Zephyr Technology); termómetros (FLIR ONE + Thermo Tracer TH700N).
		Dispositivos/ Outras Categorias	S80, S87	Imagens térmicas de 26 feridas e de úlceras de pé.	26 - 102 imagens visuais e de IV	Materiais: WoundVision Scout™, camera de IV. Metodos: algoritmo Cuckoo de otimização das caractrísticas da imagem e deteção da úlcera.
	Imagem Hiperspectral	Predição da Úlcera/ Descolamento da Ferida/ Cicatrização	S18, S25, S50, S94	Úlceras de pé diabético e úlceras de perna.	----	Materiais: OxyVu; HySkinII e DeMuk; imagem hiperespectral.
	Laser Doppler		S34	Imagens de Doppler de perfusão a laser em 10 úlceras venosas.	----	Materiais: Polaroid Sonar One Step SX70 + ecógrafo de laser Doppler.
	Laser Speckle		S91	Imagem de <i>Laser speckle</i> de 17 membros inferiores de indivíduos com úlceras venosas.	----	Materiais: Moor FLPI-2.
	Espetroscopia Próximo deo IV		S17, S32	Imagem digital de úlceras de pé diabético (60 + 24).	----	Materiais: Métodos de espectroscopia próximo de IV.
	Espetroscopia de Massa	Processo de Cicatrização	S52	Imagem de espectroscopia de massa de 15 amostras de UPP de categoria 4.	---	Materiais: Imagem de espectroscopia de massa MALDI.
	Microscopia de Laser confocal e Multi-fotão	Processo de Cicatrização	S90	Imagem de <i>Second harmonic generation</i> (SHG) de 19 úlceras venosas e 11 úlceras de pé diabético.	----	Materiais: Microscópio confocal multi-fotão (Leica SP2 AOBS) e microscopia de varrimento multi-fotão.
		Infeção/Biofilm	S3, S4, S77, S83, S86	Imagens de microscopia confocal de barrimento a laser de 3 regiões diferentes de 9 úlceras venosas; imagens de microscopia confocal de barrimento a laser de úlceras de perna crônicas não infetadas; múltiplas imagens de 40 úlceras infetadas; imagens de autofluorescência de 33 úlceras de pé diabético não cicatrizadas; amostras de biópsias com pinça ou cureta em regiões de fluorescência vermelha (60 FC).	15 imagens/ amostras	Materiais: Dispositivo de imagem K2; Dispositivo de Imagem MolecuLight i:X. Métodos: PNA-FISH + CLSM Leica TCS-SPS+ microscópio de epifluorescência (Olympus); método de PNA-FISH com microscópio confocal (Leica TCS SP2 AOBS); microscopia eletrónica + PNA-FISH com microscopia de massa (Zeiss Axio ou Zeiss LSM 880).

Modalidade de Image/Categoria			Estudo	Conjunto de Imagens		Materiais ou Métodos
				Imagens ou tipo de feridas crônicas (FC)	N.º Imagens	
	Ecografia de Alta Frequência/ Ecografia 3D/ Ecografia	Processo de Cicatrização	S101	30 indivíduos com úlceras de pé diabético.	4 imagens de úlceras de pé diabético	Materiais: DermaScan C USB.
		Tamanho Ferida/Taxa de Cicatrização	S55	Imagens de ecografia 3D de UPP da região sagrada.	---	Materiais: Aplio ultrasound system.
Técnicas Multimodais (17)	Classificação		S43	Imagens térmicas e de ecografia.		Materiais: Termómetro (Thermotracer TH5108ME), ecógrafo LOGIQ Book Xp.
	Tamanho Ferida/Taxa de Cicatrização	Planimetria	S10, S35, S36, S79	Imagens digitais de úlceras de perna, úlceras venosas, UPP, úlceras de pé diabético, feridas cirúrgicas, feridas traumáticas, feridas de Leishmaniose, fotografias de formas de ferida, modelos de ferida em Play-Doh; modelos de Pressure Injury Staging.	15 – 203	Materiais: Câmera de vídeo acoplada a projectador de vídeo standard (VeVMD system); camera de vídeo + detetor de IV (NEC TH-9100); Visitrak; Canvas; Silhouette Mobile e Silhouette Star (LAWN); 3D LifeViz + software DermaPix; Sistema de medição de feridas Eykona; Wound Zoom; Pictzar; Scanner HD a laser Next Engine; FastSCAN; <i>Mobile wound Analyser</i> ; sistema TeleDiaFoS; digitalização ótica 3D com triângulação a laser e luz estruturada; eKare inSight (3DWN); WoundAide; Wound Zoom; câmara 3D-WAM; NDKare; iPhone 5S acoplado ao software Image J; Purilon gel Métodos: Pré-processamento – filtro espacial CIELab; Segmentação – algoritmo de <i>k-means clustering</i> e de <i>iterative Graph Cuts</i> .
		Sistemas de Aquisição de Imagens	S66, S97, S102			
		Métodos Óticos para Sistemas de Aquisição e Análise de Imagens	S19, S28, S45, S56, S59, S61, S71			
	Dispositivos/Outras Categorias		S95	Conjuntos de imagens clínicas de um local de tratamento de UPP.	133 sessões de pesquisa	Materiais: Câmera RGB-D + câmara ótica RGB + câmara térmica (ThermoIMAGER TIM 400) + sensor químico.
	Processo de Cicatrização		S33	Imagem para diferentes modalidades de feridas introduzidas em sujeito saudável.	----	Materiais: PIKA II + PerCam + ThermalVision A40.

Apêndice H – TABELA DE CARACTERÍSTICAS DOS DISPOSITIVOS/SISTEMAS DE AQUISIÇÃO E/OU ANÁLISE DE IMAGEM

ESTUDO	DISPOSITIVO/ SISTEMA	CRIADOR/ EMPRESA/ LOCAL	PARÂMETRO	TECNOLOGIA IMAGEM					SISTEMA COMPUTACIONAL		
				Imagem digital		Imagem ótica/ sistemas óticos tridimensionais		Condições de aquisição	Sistema de análise de imagem		Conetividade/ Interoperabilidade
				Câmera Digital	Smartphone	Laser	Ultrasom	Iluminação	Software	Algoritmo	
S30	AMWIS	Medseed Pty Ltd., Austrália	Área e perímetro	S	-	--	--	--	S	--	---
S6, S10, S36, S79, S89	Visitrak	Smith & Nephew, Reino Unido	Comprimento, largura, área, profundidade e % tecidos	--	Tablet digital	--	--	--	CAD	--	--
S35	Pictzar	BioVisual Technologies, LLC, EUA	Área	S	--	--	--	--	S	--	Exportar relatórios
S93	Placom Kp-90N	Koizumi Sokki Mfg.Co.Ltdl., Japão	área	---	---	---	---	---	--	--	--
S93	Swift Wound app		área	--	iPhone com versões > 8	Câmera IV	--	--	--	--	Documentação da progressão da ferida
S80	WoundVision Scoutt	WoundVision LLC, Indiana, EUA	Área, diâmetro e perímetro	S	---	Termografia de IV de onda-longas	---	---	S	---	Integração com PCE e mensagens HL7.
S79	WoundAide	Konica Minolta Business Solution Asia Pte Ltd., Singapura	Comprimento, largura e área	S + câmera 3D	iPad Mini	--	--	--	S	Otimização, segmentação	--
S35	Wound Zoom	Wound Zoom Inc., EUA	Área	S	--	luz estruturada	--	--	--	Algoritmos de correção da distância e inclinação	Saída de documentos
S68	“Box”	Wang et al., 2016	área	S	Com comando de voz	--	--	LED	--	--	Rede Wi-Fi ligado a um computador
S36	TeleDiaFoS	NIBBEW, Polónia	área	S	--	Scanner ótico	--	--	--	--	Transferir para o PCE
S10	Canvas	ACD Systems, Canadá	Área, % tecidos	S	--	--	--	--	Planimetria computadorizada	--	--

ESTUDO	DISPOSITIVO/ SISTEMA	CRIADOR/ EMPRESA/ LOCAL	PARÂMETRO	TECNOLOGIA IMAGEM					SISTEMA COMPUTACIONAL		
				Imagem digital		Imagem ótica/ sistemas óticos tridimensionais		Condições de aquisição	Sistema de análise de imagem		Conetividade/ Interoperabilidade
				Câmera Digital	Smartphone	Laser	Ultrasom	Iluminação	Software	Algoritmo	
S102	NDKare	Nucleus Dynamics, Singapura	Área e perímetro	S	S	---	--	--	--	--	Permite carregar fotografias para o PCE; necessita de rede 4G
S5	WoundArea Profissional		Área, tipo de tecido	S	---	--	--	--	--	--	Aplicação para <i>smartphone</i>
S31	WMD e WoundSuite software	Healogics, Inc., EUA	área	--	S	S	--	--	WoundSuite	--	Aplicação para <i>smartphone</i>
S38, S81	W.H.A.T. software	Jelinek et al, 2013 e Li & Mathews, 2017	Comprimento, largura, área e área dos tecidos	S	--	--	--	--	--	S	--
S63	Software Image Tool	UTHSC, EUA	área	S	--	--	--	--	S	--	--
S61, S69, S71, S97	ImageJ	NIH, EUA	Área, profundidade	S	--	--	--	--	S	--	--
S29, S63	AutoCAD v2008	Autodesk, Inc., EUA	área	S	--	--	--	--	S	--	?
S29	Motic v2.0	Motic Asia, Hong Kong	área	S					S		?
S35	Mobile Wound Analyzer	Heath Path Srl, Rome, Itália	Dimensões da ferida e tipo de tecidos	--	S	--	--	--	--	--	Aplicação para <i>smartphone</i>
S5	WoundAreas Profissional	Biomedical Consultants Group, Gainesville, EUA	área	S	---	--	--	--	--	--	--
S44	White et al., 2014		Área e profundidade	S	Ou <i>tablet</i>	--	--	--	Fusão de vários sensores (IMUs) e zoom	Algoritmos de análise de imagem	Aplicação móvel; Funcionalidades de PCE
S21, S35, S36	SilhouetteMobile	ARANZ Medical, Nova Zelândia	Área, profundidade, volume	S	--	luz estruturada	--	--	--	--	--
S35, S59, S61	SilhouetteStar		Área, profundidade, volume	S	--	laser	--	--	--	--	--

ESTUDO	DISPOSITIVO/ SISTEMA	CRIADOR/ EMPRESA/ LOCAL	PARÂMETRO	TECNOLOGIA IMAGEM					SISTEMA COMPUTACIONAL		
				Imagem digital		Imagem ótica/ sistemas óticos tridimensionais		Condições de aquisição	Sistema de análise de imagem		Conetividade/ Interoperabilidade
				Câmera Digital	Smartphone	Laser	Ultrassom	Iluminação	Software	Algoritmo	
S56, S59	eKare inSight™	eKare, EUA	Comprimento, largura, área, profundidade, volume	--	iPad com sensor 3D	--	--	--	S	Iterative Graph Cuts	--
S35, S69	Eykona	Fuel 3D, Reino Unido	Volume e estrutura dos tecidos da ferida	S	--	Imagem 3D	--	--	S	--	Ampla variedade de ferramentas de medição
S19	Thermoscanner	Barone et al., 2011	Dimensão, cor e temperatura	--	--	Scanner ótico 3D (luz estruturada + imagem térmica)	--	--	--	Thresholding, filtro espacial de S-CIELab e k-means; re-projeção da imagem 2D em 3D	Mapa dos padrões cromáticos e térmicos
S35, S45, S71	3D LifeViz	QuantifiCare S.A., França	Volume	S + espelhos	--	Ponteiro de feixe duplo	--	flash duplo	DermaPix®	--	--
S45	DermaPix®		Perímetro, área, volume	--	--	--	--	--	S	--	--
S26	VeVMD	Vista Medical, Canadá	Diâmetro, área e estimativa do volume	S	--	fotogrametria	--	--	S	--	Funciona em PC
S97	Câmera 3D-WAM	Jørgensen et al., 2018	Área 2D e 3D, perímetro e volume e características da ferida	3 câmera + projetor	--	--	--	--	--	--	--
S47	Google Glass	Google LLC, EUA	Recolha de imagens	S	--	--	--	--	SnapCap	--	Aplicação Epic Haiku
S7	Zephyr system	3Dflow SRL, Itália	Área, profundidade, volume	--	--	Scanner industrial	--	--	S	--	-
S35	Next Engine laser scanner HD	NextEngine Inc.,	Avaliação de feridas	--	--	Scanner a laser	--	--	--	--	--
S7, S19, S35	DERMA System		Geometria 3D da ferida	--	--	--	--	--	--	--	--

ESTUDO	DISPOSITIVO/ SISTEMA	CRIADOR/ EMPRESA/ LOCAL	PARÂMETRO	TECNOLOGIA IMAGEM					SISTEMA COMPUTACIONAL		
				Imagem digital		Imagem ótica/ sistemas óticos tridimensionais		Condições de aquisição	Sistema de análise de imagem		Conetividade/ Interoperabilidade
				Câmera Digital	Smartphone	Laser	Ultrasom	Iluminação	Software	Algoritmo	
S7, S35	Konica Minolta VI910	Konica Minolta, Japão	Medição de feridas	--	---	Scanner a laser	--	--	--	--	--
S7, S35	Polhemus FastSCAN	ARANZ Medical, Nova Zelândia	Medição de feridas	--	---	Scanner a laser	--	--	--	--	--
S39	PRIMOS	GFM, Alemanha	Medições 3D da área de lesões de pele	--	--	Luz estruturada e triangulação a laser	--	--	--	--	--
S55	Aplio ultrasound	Toshiba Medical System, Japão	Área, profundidade, volume	--	--	--	S	--	--	--	Comunicar o prognóstico a outros prestadores
S95	Sistema de sensores multimodal	Department of Veterans Affairs, Washington D.C., EUA	Moldagem 3D da superfície da ferida, composição do tecido, temperatura da pele, análise espectral de fatores biológicos e análise de vapor	RGB e Profundidade	PC	IV, hiperespectral, radiofrequência e espectroscopia de massa	---	luz	Interface de utilizador gráfico	Segmentação e Classificação dos tecidos – algoritmo ball pivot e convex hull, métodos de reconstrução de superfície Poisson	Organiza e guarda o histórico do doente e suporta aplicações de telemedicina
S51	SmartWoundCare	InfoMagnetix Technology Inc., Canadá	Documentação, monitorização e tratamento de feridas crónicas	---	---	--	--	--	--	Tem software	Aplicação para smartphone; relatórios para os profissionais; SADC e integra com o PEC

S – sim

Apêndice I – RESULTADOS DE PERFORMANCE DE SISTEMA, DISPOSITIVOS, TÉCNICAS E ALGORITMOS POR CATEGORIA

Categoria	Tipo de Medição/Avaliação	Dispositivo/Técnica	Resultado/Performance
Classificação	Classificação de FC	Escala Rev-PWAT	ICC intraobservador=0.52-0.93; interobservador de 0.71 (IC95% 0.67-0.75) e do teste reteste de 0.86-0.90 ICC todos os itens da Rev-PWAT=0.89 (IC95% 0.83-0.93); pele ICC=0.60, IC95% 0.44-0.72; bordos ICC=0.67, IC95% 0.53-0.78; tamanho da ferida ICC=0.75 (IC95% 0.63-0.83) e para a quantidade total de tecido necrosado 0.95 (IC95% 0.92-0.96)
	Presença de UPP	Fotografia	Pele branca: Sensibilidade=97% (IC95% 91-100); Especificidade=97% (IC95% 92-100) Pele negra: Sensibilidade=92% (IC95% 75-100); Especificidade=93% (IC95% 82-100%)
	Classificar UPP	App em sistema Android	Exatidão de 100% (em 8 fotografias de UPP)
Tamanho da Ferida/Taxa de Cicatrização	Área	Medição linear vs dispositivos	Erro=13.3% vs 6.8% Visitrak, 2.3% TeleDiaFoS, 2.1% Silhouette Star; Visitrak ICC (feridas pequenas e regulares)=0.95; ICC (feridas grande e irregulares)=0.70; ICC AutoCAD e Image Tool=0.98; ICC Image J intra e interobservadores=0.99 ICC WoundAid, Wound Zoom e Visitrak>0.99 TeleDiaFoS alta precisão (área) vs Silhouette Mobile
	Área Comprimento Largura	Régua vs Swift Wound Care	ICC comprimento= ICC = 0.92 (IC95% = 0.86-0.96); ICC largura=0.97 (IC95% = 0.95-0.99); ICC Swift Wound Care=1.00 (IC95% = 0.99-1.00)
		Medição automática de UPP através de imagens gravadas Sistema vs planimetria digital	ICC (comprimento, largura e área) intraobservador=0.89; ICC (comprimento, largura área) interobservador=0.89, 0.84, 0.86, respetivamente; Correlação de Pearson r(comprimento, largura e área)=0.85, 0.81, 0.82, respetivamente
		eKare inSight	ICC (área, comprimento, largura) intraobservador=0.988, 0.977, 0.955; ICC (área comprimento, largura) interobservador= 0.999, 0.997, 0.995
	Volume	Estereofotogrametria	Erro máximo (esterofotogrametria)=1.25 cm ³
		VeVM	ICC intraobservador=0.868 e interobservador=0.745
	Profundidade	eKare inSight	ICC (volume) intraobservador=0.888 e interobservador=0.696
			ICC (profundidade) intraobservador=0.360 e interobservador=0.649
	Área e volume	3D-WAM vs Image J vs Purilon gel	ICC (área 2D) intraobservador =0.997 e interobservador 0.996 ICC (volume) intraobservador=0.975 e interobservador=0.973

Categoria	Tipo de Medição/Avaliação	Dispositivo/Técnica	Resultado/Performance
Segmentação/ Bordos	Técnica De Delimitação Bordos	Desenho à mão vs polígono fechado	r=0.99
	Delimitação da ferida	Trabalho de Gupta A.(2017)	Precisão (algoritmo de Ostu e Suzuki85)=70%
	Dispositivos/algoritmos	Deteção de regiões baseado em <i>fuzzy spectral clustering</i>	Sensibilidade=87.3% Especificidade=97.7%
		Dispositivo de Garcia.Zapirain et al. (2018)	Correlação média de 0.89
		Segmentação de imagem baseado em DNN Mobile Net de 13 camadas	Exatidão=94.94%
		DNN arquitetura MobileNet	Exatidão=98.12%
Tipo de Tecidos	Segmentação de imagem	fundo/não fundo	Precisão média=0.82
		Distinção pele/fundo	Precisão=84.36%
		Deteção de todos os tecidos com <i>Random Forest</i> sem fundo	Tecido necrótico – média=89%
		Árvore decisão	Precisão (3 tipos de tecido)=98.32%
		Canal Dr e Db	Exatidão (Dr, Db)=95.53% e 98.8%
		Algoritmo <i>optimal thresholding vs region growing</i>	Segmentação média (tecido granulação): 76.2% vs 75.3%; (tecido desvitalizado) 63.3% vs 63.9% e (tecido necrosado) 75.1% vs 71.5% Melhorias performance global com espaço de cores HSV de 62.9% para 74.0%
	Segmentação automática com CNN e classificação dos tecidos		Precisão global=92.01; coeficiente de Dice=91.38; precisão média(tecido granulação, necrosado e desvitalizado)=97.31, 96.59, 77.90
	Classificar tecidos	<i>Fuzzy c-means</i>	Exatidão (granulação, desvitalizado, necrosado e epitelial)=99.1%, 98.2%, 98.8%, 98.3%

Categoria	Tipo de Medição/Avaliação	Dispositivo/Técnica	Resultado/Performance
Tipo de Tecidos	Identificação dos tecidos	Software W.H.A.T.	Precisão=87%
		Sistema de captura em caixa	Coeficiente de correlação de Matthews (configuração de um parâmetro ideal)=0.403; Coeficiente de correlação de Matthews (configuração de vários parâmetros)=0.736
		Sistema Garcia-Zapirain (2017)	Coeficiente Dice=90.41%
		Algoritmo de detecção de tecido de granulação (Hani et al., 2011a)	Precisão media=97.31%
		Avaliação quantitativa de tecido de Granulação (Iizuka et al., 2011)	ICC (avaliação quantitativa de tecido de Granulação)>0.99
		Classificação de feridas (veredas et al., 2009, 2010 e 2015)	Exatidão (leito da ferida)=92.98, performance do modelo em CIEluc e algoritmo k-means – exatidão=0.8877, AUC=0.9426; Classificadores de ML ((SVM, RNA-MLP, classificadores Bayesianos e árvore de decisão)–Precisão $\cong$ 70%
		Classificador SVM multiclases	Exatidão (MCD-DCD)=84%; exatidão(GLCM)=88%

Apêndice J – PEDIDO DE PORROGAÇÃO DO PERÍODO DE RECOLHA E DE UTILIZAÇÃO DOS DADOS DE INVESTIGAÇÃO

UNIDADE LOCAL DE SAÚDE DE MATOSINHOS HOSPITAL PEDRO HISPANO	INFORMAÇÃO	Nº 78/CE/JAS Data: 20-09-2019
---	-------------------	---

Para: Serviço de Gestão do Conhecimento
De: Comissão de Ética

Assunto: Pedido de autorização para adenda ao estudo intitulado "Instrumentos de avaliação de feridas apoiadas em sistemas de imagem médica-revisão sistemática da literatura"

INFORMAÇÃO

Exmo. Senhor,

A Comissão de Ética analisou o pedido de autorização para adenda ao estudo intitulado "Instrumentos de avaliação de feridas apoiadas em sistemas de imagem médica-revisão sistemática da literatura", cuja autora é Paula Alexandra Gonçalves Teixeira, enfermeira no Bloco Operatório da ULSM. Este estudo foi aprovado pela CES (50/CE/JAS em 10/05/2019). A investigadora pretende prorrogar o período de colheita de dados e o período até à destruição dos dados.

A Comissão de Ética para a Saúde da ULSM, deliberou, por unanimidade, nada opor às alterações do período solicitadas.

Com os melhores cumprimentos


Dr. José Alberto Silva
Presidente da Comissão de Ética
da ULSM Matosinhos

Dr. José Alberto Silva
(Presidente da Comissão de Ética da ULSM, E.P.E.)

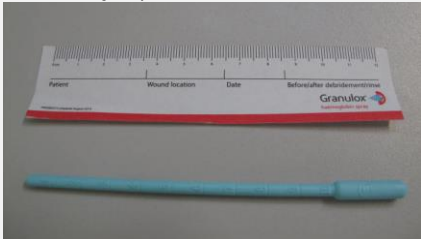
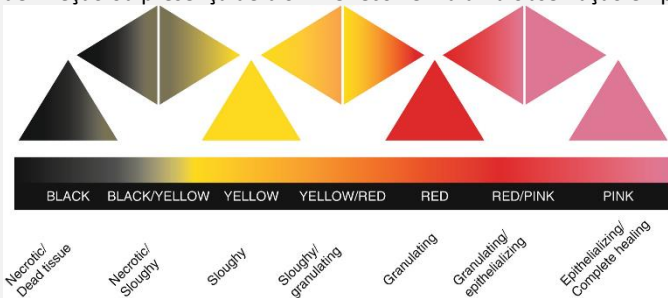
Apêndice K – GUIÃO DE RECOLHA DE DADOS E IMAGENS

A avaliação de feridas crónicas é uma tarefa árdua, mas todos os profissionais têm consciência que uma correta monitorização e seguimento de uma ferida crónica podem contribuir para o sucesso da cicatrização da mesma.

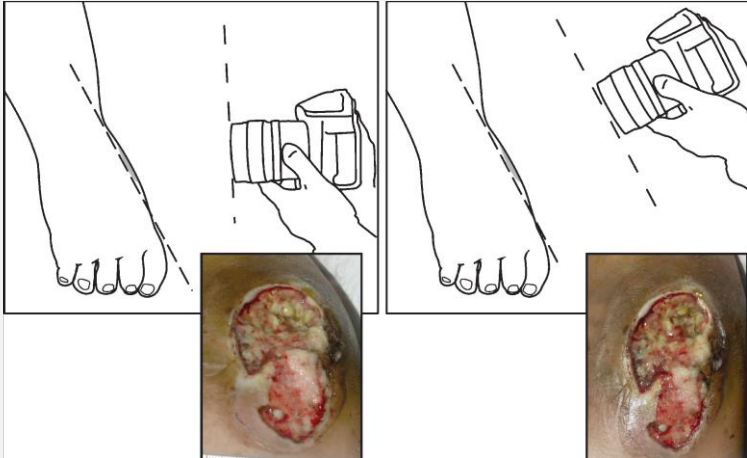
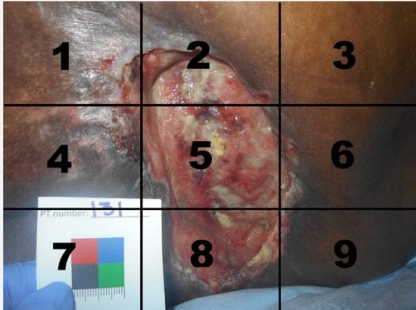
As fotografias podem fornecer informações valiosas para a avaliação, tratamento e gestão de feridas crónicas. Não há substituição para um registo preciso, claro e por escrito de uma ferida, mas uma fotografia bem planeada e executada pode ajudar a fornecer informações adicionais para o tratamento de feridas.

No sentido de perspetivarmos a utilização de um sistema de imagem para o processo de monitorização e avaliação da ferida, o investigador agradece o seu contributo na recolha de dados e imagens, tendo em conta o instrumento de recolha de imagens e seguindo o guião, como forma de diminuir a variabilidade interobservador.

Etapa	Tarefa	Justificação	Observação
Identificação na lista de utentes, dos utentes ilegíveis para o estudo	Ver próximo agendamento	Utentes em tratamento, seguimento de feridas crónicas (em tratamento há mais de 4 semanas) na unidade de saúde ou no domicílio.	Fornecer listagem de agendamento na semana anterior; Critérios de inclusão: idade > a 18 anos; assinatura do consentimento informado, esclarecido e livre; Critérios de exclusão: alterações cognitivas graves que não permitam uma tomada de decisão consciente; oposição explícita à disponibilidade de imagens; feridas de natureza aguda
Dia do primeiro agendamento	Explicar natureza do estudo e assinar em duplicado o consentimento informado, esclarecido e livre	Segundo o n.º 5, da Norma n.º 15/2013 da DGS é necessário obter a autorização do utente para qualquer procedimento e/ou estudo e nunca lhe vedar o melhor tratamento se houver recusa de participação no estudo.	Apêndice N
Dia do primeiro agendamento	Recolher dados sobre tipo, localização e restantes características da ferida	A recolha de dados é a parte primordial de um estudo e deve ser o mais fidedigna possível. O ID da recolha, assim como o nome do ficheiro de armazenamento são da responsabilidade do investigador.	Apêndice L e L1

Etapa	Tarefa	Justificação	Observação
Dia do primeiro agendamento	Recolher dados sobre tipo, localização e restantes caraterísticas da ferida	Será importante a recolha dos dados de identificação da ferida e seu diagnóstico de enfermagem documentado, das condições de recolha de imagem e das características da ferida e a opção de instrumento (dimensão, % de tipo de tecido, profundidade/tecidos envolvidos, presença de tunelização, caraterísticas da pele circundante e bordos, e sinais de infeção ou presença de biofilme).	Método para medição da ferida: RÉGUA – utilizando uma régua encontrar o maior eixo que corresponde ao comprimento e perpendicularmente a este eixo medir a maior largura e registar os eixos através dos ponteiros do relógio; PLANIMETRIA – utilizar uma película quadriculada dos pensos transparentes e demarcar os bordos da ferida e depois contabilizar os cm²; MOLDES DE ALGINATO – elaborar uma pasta de alginato e preencher a ferida. Este método avalia o volume da ferida e é utilizado para avaliar a evolução da cicatrização da mesma. IMAGEM DIGITAL – recolha de fotografia digital através de dispositivo móvel e tendo em conta os princípios de recolha descrito mais à frente. A tunelização pode ser confirmada através da utilização de um cotonete ou instrumento esterilizado.  Figura 1 – Régua e sonda – métodos simples e descartáveis para medir a ferida (Nichols, 2015). A % dos tecidos do leito da ferida, das caraterísticas da pele circundante e bordos e o registo dos sinais de infeção ou presença de biofilme recorrem a uma observação empírica e visual.  Figura 2 – Escala de cicatrização contínua

Etapa	Tarefa	Justificação	Observação
Dia do primeiro agendamento	Recolha de imagem	Tipo de câmara (> 10 megapixels): características da resolução da imagem e gravação (formato JPEG);	O profissional que recolhe a imagem deve registar quais as características da câmara do seu dispositivo móvel e escolher a melhor resolução possível. A recolha da imagem deve ser precedida pela remoção do penso e limpeza da ferida e deve respeitar os princípios de assépsia. Figura 3 – Remoção do penso e limpeza da ferida (Rennert, Golinko, Kaplan, Flattau, & Brem, 2009). Deve recolher-se sempre duas imagens para ser selecionada a de melhor performance. No caso de desbridamento cirúrgico deve tirar-se outra fotografia após o procedimento. As feridas com lesões satélites devem ser incluídas na mesma imagem.
		Posição da câmara: distância e ângulo; sem recurso a zoom preferencialmente; Condições de iluminação: uso flash ou luz natural;	O ambiente de recolha de imagem deve obedecer a alguns critérios: ❖ presença de luz natural; ❖ distância não inferior a 30 cm (30 a 90 cm); Figura 4 – Distância do dispositivo à ferida (Rennert, Golinko, Kaplan, Flattau, & Brem, 2009).

Etapa	Tarefa	Justificação	Observação
Agendamentos subsequentes	Recolha de imagem	Posição da câmara: distância e ângulo; sem recurso a zoom preferencialmente; Condições de iluminação: uso flash ou luz natural. (continuação)	❖ ângulo perpendicular à ferida (para minimizar este erro deve colocar-se uma régua junto à ferida (no bordo inferior da ferida), e esta e a ferida devem estar no mesmo plano da imagem);  Figura 5 – Ângulo de disparo da câmara incorreto e ângulo de disparo da câmera correto (Rennert, Golinko, Kaplan, Flattau, & Brem, 2009). ❖ não recorrer ao uso de zoom; ❖ Colocar o centro da ferida no centro da imagem recorrendo à divisão da ferida em 9 quadrículas, sendo que a quadrícula 5 é o centro.  Figura 6 – Divisão da imagem da ferida em 8 zonas, sendo a zona 5 o centro da imagem e da ferida (Li, Mathews, & Zhang, 2018)

Etapa	Tarefa	Justificação	Observação
Agendamentos subsequentes	Recolha de imagem	Recolha do ponto anatómico de referência	Deve evitar-se ter objetos em segundo plano não uniformes recorrendo à utilização de resguardo ou lençol. A parte do corpo deve encontrar-se em posição neutra. As fotografias de extremidades devem obedecer à incorporação na imagem recolhida dos pontos anatómicos mencionados como forma de ser identificável a localização da ferida através da fotografia. Contudo em zonas consideradas íntimas ou que possam identificar a pessoa (face, rosto, olhos) deve evitar-se recolher essas imagens.
	Gravação da imagem		A imagem deve ser transferida do dispositivo móvel para um ficheiro no computador criado para o caso e atribuído ao nome do ficheiro o ID do instrumento de colheita. 4 Upload wireless or via USB 5 Figura 7 – Técnica de gravação e transferência de imagens para o RES do utente (Rennert, Golinko, Kaplan, Flattau, & Brem, 2009). Se possível as imagens como são informação importante para a documentação das feridas deveriam ser colocadas no Registo Eletrónico de Saúde (RES) do utente.
Agendamentos subsequentes	Recolher dados sobre tipo, localização e restantes características da ferida (em todas as observações)		Como forma de aumentar o n.º de imagens recolhidas para um <i>dataset</i>, propõe-se que se recolham imagens e dados em todos os agendamentos, mesmo que não se considere existir nenhum tipo de evolução da ferida.

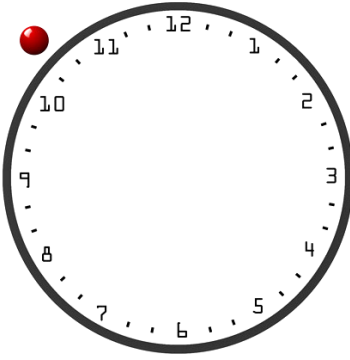
Apêndice L – INSTRUMENTO DE RECOLHA DE DADOS E IMAGENS

ID	_____	TIPOLOGIA/UNIDADE	ECCI/UCC ☐
CONSENTIMENTO	S ☐ / N ☐		USF ☐ USF-domicílio ☐
TIPO DE FERIDA	Úlcera de Perna (etiologia mista) ☐		
	Úlcera Venosa ☐		
	Úlcera de pé diabético ☐		
	Úlcera por Pressão ☐		
	Ferida Maligna ☐		
	Ferida Complexa ☐		
	Úlcera Arterial ☐		
	Outro ☐ Qual? _____		
LOCALIZAÇÃO	Perna ☐		
	Pé ☐		
	Tornozelo ☐		
	Calcâneo ☐		
	Sacro ☐		
	Trocânter ☐		
	Outra localização ☐ Qual? _____		
TOPOLOGIA	Direita ☐		
	Esquerda ☐		
	Bilateral ☐		
	Superior ☐		
	Inferior ☐		
	Central ☐		
	Outra topologia ☐ Qual? _____		
CONDIÇÕES DE RECOLHA	Distância até 30 cm? S ☐ / N ☐		
	Utilização de Zoom? S ☐ / N ☐		
	Utilização de Flash? S ☐ / N ☐		
	Utilização de Luz Natural? S ☐ / N ☐		
	Ângulo de 90º? S ☐ / N ☐		
	Ponto anatómico de referência:	Pé – dedos	
		Tornozelo – calcâneo	
		Calcâneo – dedos e tornozelo	
		Perna – joelho e tornozelo	
		Sacro – nádegas ou crista ilíaca pósterio-superior	
		Trocânter – joelho ou crista ilíaca ipsilateral	
		Outros: _____	
QUEM RECOLHE	Investigador ☐	Enfermeiro ☐	Outro ☐
ARMAZENAMENTO	Tipo ficheiro? JPEG ☐		Outro ☐
	Nome do ficheiro _____		

Apêndice L1 – Avaliação da Ferida/Úlcera²

DIAGNÓSTICO DE ENFERMAGEM: _____

TIPO DE INSTRUMENTO	RÉGUA	☐	PLANIMETRIA	☐	MOLDE DE ALGINATO	☐	IMAGEM DIGITAL	☐

CATEGORIA UP	CATEGORIA 1	☐	CATEGORIA 2	☐	TUNELIZAÇÃO	SIM	☐	NÃO	☐
	Categoria 2	☐	Categoria 3	☐					
	Categoria 4	☐							
	Suspeita de lesão profunda	☐	Inclassificável	☐					
	Não aplicável	☐							
DIMENSÕES (CM)	Eixos				Pele circundante	Edemaciada	☐		
	Comprimento	____/____				Ruborizada	☐		
	Largura	____/____				Seca	☐		
	Área	_____				Macerada	☐		
					Bordos	Não distintos	☐		
						Delimitados	☐		
						Difusos	☐		
						Danificados	☐		
						Espressados	☐		
TIPO DE TECIDOS (%)	☐ Tecido cicatrizado	% _____			Sinais de infecção	Eritema perilesional	☐		
	☐ Epitelização					Edema perilesional	☐		
	☐ Granulação					Exsudado purulento	☐		
	☐ Desvitalizado					Exsudado tem aumentado	☐		
	☐ Necrosado					Tecido friável ou facilmente sangrante	☐		
PROFUNDIDADE/TECIDOS ENVOLVIDOS	Pele intacta/cicatrizada					Hipergranulação	☐		
	Derme-epiderme afetada					Aumento da temperatura	☐		
	Hipoderme afetada					Tecido compatível com biofilme	☐		
	Músculo afetado					Aumento do tamanho da ferida	☐		
	Ossos e/ou tecidos anexos					Ferida estagnada, sem evolução	☐		
						Lesões satélite	☐		
						Descoloração do tecido	☐		

² Adaptado da RESVECH 2.0 (Restrepo-Medrano & Soreano, 2011)

Apêndice M - PEDIDO DE PARECER À CLPSI

**COMISSÃO LOCAL DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO
EMIÇÃO DE PARECER**

Refª 015/CLPSI/2019

1 - ASSUNTO: Pedido de parecer sobre disponibilidade de dados de saúde por um período superior a 5 anos e em bibliotecas on-line de *datasets*.

2 - RESPONSÁVEL PELO PEDIDO: Paula Alexandra Gonçalves Teixeira, enfermeira a exercer funções no serviço de Bloco Operatório desta Instituição e a frequentar o Mestrado de Informática Médica da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto e Faculdade de Ciências da Universidade de Porto.

3 - DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA:

Utentes das 19 unidades funcionais do ACeS de Matosinhos, que se encontrem em seguimento de tratamento de feridas crónicas no domicílio ou na unidade funcional.

4 - PERÍODO DE REALIZAÇÃO: Período entre 31 de Maio e 3 de Setembro nas 4 Unidades de Cuidados Continuados e nas restantes unidades funcionais entre 4 de setembro e 4 de Novembro de 2019.

5 - GARANTIA DA ANONIMIZAÇÃO DOS DADOS PESSOAIS: Os dados recolhidos dizem respeito à caracterização e localização da ferida, assim como às descrições das características da ferida, tendo em conta o instrumento de avaliação da ferida/úlceras em utilização na Instituição. O instrumento de recolha de dados, o procedimento de recolha e armazenamento dos dados e das imagens seguem as normas de segurança e privacidade dos dados.

6 - PERÍODO APÓS O QUAL OS DADOS SÃO DESTRUÍDOS: 10 anos

7 - EQUIPA DE INVESTIGAÇÃO: Prof. Dr. Miguel Coimbra, professor Auxiliar no Departamento de Computadores da Faculdade de ciências da Universidade do Porto; Prof. Dr. Paulino Sousa, professor Coordenador na Escola Superior de Enfermagem do Porto; Lic. Paula Teixeira enfermeira no Serviço de Bloco Operatório da ULSM e aluna do Mestrado de Informática Médica.

Pág. 1 de 1

Unidade Local de Saúde de Matosinhos

2585_00_CLPDP_2312



COMISSÃO LOCAL DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO
EMISSION DE PARECER

PARECER:

Os dados a recolher para a realização do presente estudo observacional são imagens de feridas crónicas recolhidas em contexto de cuidados na comunidade.

Estas imagens são obtidas a partir do contacto direto com os utentes das unidades do ACES Matosinhos, que se encontram em seguimento e tratamento de uma ou mais feridas crónicas em contexto de Centro de saúde e que cumpram os critérios de inclusão no referido estudo (idade superior a 18 anos, diagnóstico de ferida crónica em tratamento no Centro de Saúde há mais de 4 semanas, assinatura de consentimento informado para disponibilização de imagens para a comunidade científica, mesmo com recurso a assinatura a rogo por não saber assinar ou por apresentar incapacidade física).

O cálculo da amostra terá em conta as taxas de prevalência de feridas crónicas, como úlceras de perna, úlceras venosas e úlceras de pé diabético nos utentes inscritos no ACES de Matosinhos e será calculado após disponibilização destes dados por parte do Coordenador da Unidade e do Conselho Clínico e de Saúde. A participação no estudo será obtida através do consentimento esclarecido, informado e livre do utente, em participar no estudo e na aceitação da disponibilidade das imagens das feridas para a constituição de um *dataset*.

A recolha de dados e imagens será constituída por um n.º de identificação (ID) contínuo conforme momento de recolha, data de recolha, tipo de ferida, localização e topologia da ferida e condições de recolha (distância e/ou recurso a Zoom, ângulo, pontos anatómicos de referência, luminosidade, etc.), identificação do investigador e do elemento de recolha de imagem, nome dos ficheiros de armazenamento. Pelo que cumpre o princípio da minimização, o princípio da confidencialidade e o princípio da pseudoanonimização de dados.

Ao nível da segurança informática as imagens serão gravadas em formato JPEG e o seu armazenamento será realizado num servidor privado e seguro, nas instalações da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. A plataforma ou biblioteca de *datasets* selecionada para se disponibilizar o *dataset* e respetivos desafios terá de responder a questões de segurança e privacidade dos dados e a questões ético legais, aplicáveis no espaço Europeu, conforme o preconizado no Regulamento Geral de Proteção de Dados.

Os dados recolhidos, devem estar protegidos por *STRONG PASSWORD* (apenas do conhecimento da investigadora) e não deve existir qualquer referência à identificação da entidade onde os dados foram recolhidos, ou seja, à Unidade Local de Saúde de Matosinhos e/ou unidades do ACES de Matosinhos.

Pelo exposto, a Comissão Local de Proteção e Segurança da Informação é de parecer que a investigadora pode proceder à recolha dos dados, criação da plataforma ou biblioteca de *datasets* e divulgação das imagens.

Matosinhos, 16 de Setembro de 2019

Comissão Local de Proteção de Dados Pessoais

Paula Silva Lúcio (4045)

Pág. 2 de 1

2585_00_CLPDP_2312

Unidade Local de Saúde de Matosinhos

*Apêndice N – CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE***CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE PARA INVESTIGAÇÃO EM PESSOAS
(alínea q) do n.º 5, da norma n.º 015/2013 DA DIREÇÃO-GERAL DA SAÚDE (DGS)**

O presente consentimento está a ser solicitado a pessoas com ferida crónica, em seguimento nos Serviços do Agrupamento de Centros de Saúde de Matosinhos, com a finalidade de recolha de fotografias da ferida através de dispositivo eletrónico ou equipamento de recolha de imagem digital para registar a evolução da ferida, por parte do enfermeiro e constituir um conjunto de imagens para análise por peritos e desenvolvimento e/ou aperfeiçoamento de tecnologia de processamento de imagem. Ao contribuir para a aquisição destas fotografias/imagens estará a permitir o desenvolvimento tecnológico e avanços na avaliação de feridas crónicas de forma a melhorarmos o registos e análise da evolução destas feridas. Contudo, como o desenvolvimento destas ferramentas de análise de imagens ainda se encontra ao nível de estudos tecnológicos será necessário a constituição de uma base de dados de imagens anonimizadas para disponibilizar a peritos ou para serem utilizadas em bases experimentais.

Se não permitir a recolha e disponibilização de imagens da sua ferida, o seguimento e tratamento da sua ferida ocorrerão pelos meios habituais e não serão prejudicados. Como alternativa e contributo para a evolução tecnológica da avaliação de feridas a observação da sua ferida será benéfica.

Confirmo que expliquei à pessoa abaixo indicada, de forma adequada e inteligível, os procedimentos necessários ao ato referido neste documento. Respondi a todas as questões que me foram colocadas que, em caso de recusa, serão assegurados os melhores cuidados possíveis nesse contexto, no respeito pelos seus direitos.

Paula Alexandra Gonçalves Teixeira _____, N.º Cédula: 44775
Data: __/__/2019 Unidade de Saúde _____
Telm. Profissional: 91 930 36 82

À Pessoa/Representante

Por favor, leia com atenção todo o conteúdo deste documento. Não hesite em solicitar mais informações se não estiver completamente esclarecido/a. Verifique se todas as informações estão corretas. Se tudo conforme, então assine este documento.

Declaro ter compreendido os objetivos de quanto me foi proposto e explicado pelo profissional de saúde que assina este documento, ter-me sido dada oportunidade de fazer as perguntas sobre o assunto e para todas elas ter obtido resposta esclarecedora, ter-me sido garantido que não haverá prejuízo para os meus direitos assistenciais se eu recusar esta solitação, e ter-me sido dado tempo suficiente para refletir sobre esta proposta. Autorizo/Não autorizo (riscar o que não interessa) o ato indicado, bem como os procedimentos diretamente que sejam necessários no meu próprio interesse e justificados por razões clínicas fundamentadas.

Nome: _____
Data: __/__/2019 Assinatura: _____

SE NÃO FOR O PRÓPRIO A ASSINAR POR IDADE OU INCAPACIDADE (se o menor tiver discernimento deve também assinar em cima)

NOME: _____
DOC. IDENTIFICAÇÃO N.º _____ DATA OU VALIDADE: __/__/____
GRAU DE PARENTESCO OU TIPO DE REPRESENTAÇÃO: _____
ASSINATURA: _____

Apêndice O – AUTORIZAÇÃO DO CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO DA ULS MATOSINHOS

UNIDADE LOCAL DE SAÚDE DE MATOSINHOS HOSPITAL PEDRO HISPANO	INFORMAÇÃO	Nº 84/ 19 / SGC Data: 2019/05/13
--	------------	---

Para: Conselho de Administração
De: Serviço de Gestão de Conhecimento

Assunto: Autorização de estudo

INFORMAÇÃO

Exmos. Senhores,

Estando reunidas as condições necessárias, vimos solicitar a V. Exas. autorização para a realização do estudo intitulado *"Instrumentos de avaliação de feridas apoiadas em sistemas de imagem médica- revisão sistemática da literatura"*, cuja autora é Paula Alexandra Gonçalves Teixeira, enfermeira no Bloco Operatório da ULS de Matosinhos.

Com os melhores cumprimentos,

Doutor Jorge Oliveira
Diretor do Serviço
de Gestão de Conhecimento

Doutor Jorge Oliveira
Diretor do Serviço de Gestão e Informação Científica

UNIDADE LOCAL DE SAÚDE DE MATOSINHOS	INFORMAÇÃO	Nº 84/ 19 / SGC
HOSPITAL PEDRO HISPANO		Data: 2019/05/13

Para: Conselho de Administração
De: Serviço de Gestão de Conhecimento

Assunto: Autorização de estudo

DESPACHO / DELIBERAÇÃO

DESPACHO / DELIBERAÇÃO

Autógrafa.

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO ULSM, EPE
Prof. Dr. CARLOS TAVEIRA GOMES 25/9/05/16

Dr. ESTREZ DUARTE Presidente Prof. Dr. CARLOS TAVEIRA GOMES

Dr. Dr. MARIANA ALVES Diretor Clínico
Dr. CARLOS DOLIN Dr. TEREZA FERNANDES

Enfermeira CRISTINA Vagabundo Vagabundo

PARECER

71 50a Est-Debra?

A RCA para autorizar

FEAS

E. VASCONCELOS
T. Supervisor
19 Dec 2019

ULSM 14/05/19 1280ENT

Apêndice P – GUIÃO DE PREENCHIMENTO DO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE IMAGENS

ID – número de identificação da ferida/úlceras. Não deve repetir a avaliação de uma ferida/úlceras. Nas imagens com múltiplas feridas deve mencionar o número de identificação da ferida/úlceras (apesar de o ID da imagem for um intervalo de ID), expresso na imagem, na ordem de cima para baixo e da esquerda para a direita, que está a avaliar no início do formulário.

As imagens foram adquiridas com alguns critérios de distância, luminosidade, orientação, pontos de referência anatómicos (mas não assinalados na imagem) e a régua dimensionadora com paleta de cores foi colocada preferencialmente na parte inferior da ferida no sentido céfalo-caudal.

Vai ter conhecimento do **seu número de avaliador** e **password** e do conjunto de imagens que tem que avaliar;

Todas as questões do formulário são de resposta obrigatória, podendo ser de resposta múltipla, caixa de verificação com

uma ou várias opções ou resposta curta. Na opção de resposta “outra opção” deve expressar a resposta de uma forma simples; Uma vez iniciada a resposta ao formulário não consegue parar e gravar. Deve conseguir finalizar a observação/registo e registar a progressão da avaliação no seu conjunto de imagens. No final do preenchimento de cada formulário é possível fazer alterações.

No caso da base de dados em Excel:

Todas as perguntas passíveis de resposta múltipla têm uma caixa de opções já pré-carregada no ficheiro. Sempre que numa variável haja lugar a “**outra opção**” esta deve ser expressa na variável seguinte com recurso a resposta simples.

Se não conseguir responder a alguma questão não deixe em branco e preencha com o valor “999” classificado como “missing” (valor em falta) – aspeto importante para o investigador conhecer

LISTA DE CONCEITOS

Úlceras Venosas – Úlceras: lesão circunscrita semelhante a uma mocha, normalmente situada na perna, acima do maléolo; edema em torno da ferida; pele seca em torno da ferida; descamação acastanhada ou descoloração da pele; lipodermatosclerose; atrofia da pele; exantema; dor e dor na ferida, associada a insuficiência venosa crónica, lesão dos retalhos venosos e diminuição do retorno do sangue venoso dos membros inferiores para o tronco (Enfermeiras, 2020).

Úlceras Venosas de etiologia mista – cerca de 15 a 30% das úlceras de perna são desta etiologia e existe a concomitância de doença arterial periférica nestes indivíduos. As características destas úlceras são uma combinação das características entre úlceras venosas e arteriais.

Úlceras Arteriais – Úlceras: lesão devida a circulação arterial reduzida ou ausente (Enfermeiras, 2020);

Úlceras de Pé Diabético – Úlceras diabéticas (Enfermeiras, 2020);

Úlceras por Pressão – Úlceras: dano, inflamação ou ferida da pele ou estruturas subjacentes como resultado da compressão tecidual e perfusão inadequada (Enfermeiras, 2020);

Feridas Complexas – são feridas agudas ou crónicas de difícil cicatrização, sendo necessário determinados critérios para as classificar: perda extensa de tegumento, infeção como complicação, compromisso da viabilidade tecidual superficial, associação com doenças sistémicas, que influenciam o processo de cicatrização (Carvalho & Kamamoto, 2007).

Ferida Neoplásica – Ferida (Enfermeiras, 2020);

Localização anatômica – orientação anatômica ou espacial de um diagnóstico ou intervenção (Conselho Internacional de Enfermeiras, Classificação Internacional para a Prática de Enfermagem - Versão 1.0, 2005);

Topologia – região anatômica em relação a um ponto mediano ou extensão da área anatômica de um fenómeno de enfermagem (Conselho Internacional de Enfermeiras, Classificação Internacional para a Prática de Enfermagem (CIPE/ICNP) - versão beta, 2000);

Pontos anatômicos de referência – são limites corporais ou proeminências ósseas que nos ajudam a localizar a lesão e devem ser tidos em conta aquando da aquisição de imagem. Há situações que podem ser marcados na pele com esferográfica ou tinta da china.

Classificação da UP (NPUAP, 2009; EPUAP, 2014) – categoria/estadio 1 – eritema não branqueável; categoria/estadio 2 – perda parcial de espessura da pele; categoria 3 – perda total da espessura de pele; Categoria 4 – perda total de espessura da pele; Inclassificável – profundidade não conhecida; Suspeita de lesão profunda de tecido – profundidade não conhecida (European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel, & Pan Pacific Pressure Injury Alliance, 2019).

Qualidade da imagem digital – obtém-se da resolução espacial ou quantificação dos píxeis, ou seja, a quantidade de píxeis por polegada (tamanho da imagem e sua definição); da resolução tonal ou profundidade da cor que depende do modelo de representação da cor, ou seja, valores assumidos de 0 a 255 cores, o mais próximo da representação da luz visível no olho humano (monitores de televisão e imagem digital representam a cor no modelo de RGB, mas já existem modelos mais próximos do olho humano). A imagem digital pode ser entendida como uma fotografia numérica, independentemente do tipo de aquisição de imagem e é representada por código binário e dependente de alguns artefactos e constituintes como:

Sombras – dependem da posição do objeto e da captação da luz ambiente ou artificial pelo dispositivo de aquisição de imagem;

Luminosidade – é um fator dependente do nível de contraste da imagem, ou seja, da capacidade dos sistemas de deteção e registo de imagem conseguirem distinguir a intensidade de luz de 2 pontos vizinhos e assim a distinção da diversidade de cores;

Nitidez – é obtida pelo ruído das imagens digitais produzidas pelo dispositivo de aquisição de imagem, no que respeita à variação aleatória do brilho e da cor;

Plano de focagem – é definido como o plano onde é feita a focagem e onde a imagem fica nítida. A profundidade do campo pode ser definida como o tamanho da área de nitidez de uma determinada imagem, ou seja, a área que se situa entre o fotógrafo e o plano de focagem e depende da abertura diafragma, distância focal da objetiva e distância ao plano de focagem.

Características de avaliação da ferida crónica segundo a RESVECH 2.0 (“Resultados esperados de la valoración y evolución de la cicatrización de las heridas crónicas”): alguns itens foram removidos por não serem passíveis de serem avaliados através de imagem digital, como por exemplo: odor do exsudado, dor ou sensibilidade e dimensões da ferida sem recurso a algum método automático de determinação da área.

Tipo e quantidade de tecidos do leito da ferida – a escala só menciona o tipo de tecidos presentes no leito da ferida (necrótico – negro/cinzentos; desvitalizado – amarelo/esverdeado; granulação – vermelho/ rosa; epiteliação – rosa claro; tecido cicatrizado) e pede-se que se registe a sua presença. Na grelha de avaliação do SClínico no tipo de tecido desvitalizado, de granulação e de epiteliação é pedido um valor aproximado

da percentagem da sua presença no leito da ferida, pelo que se pede no respeitante a estes 3 tipos de tecidos a percentagem aproximada da quantidade de tecido presente no leito da ferida em intervalos 10% num total de 100%, sendo que 0% significa a sua ausência;

Profundidade e tecidos envolvidos – pede que se faça a correspondência da profundidade da ferida com os tecidos envolvidos desde a pele intacta/cicatrizada, derme-epiderme afetada, musculo afetado, osso e/ou tecidos anexos (tendões, ligamentos, cápsula articular ou escara negra que não permita visualizar os tecidos subjacentes). Nos casos em que não é possível observar por condicionantes da imagem digital pede-se que se registre a opção “não é possível distinguir”, e nos casos que não é possível distinguir devido aos tecidos presentes no leito da ferida deve registar a opção “Não aplicável”;

Tunelização – é uma complicação frequente nas feridas crónicas e ocorre por processos de destruição das diferentes estruturas por debaixo da pele. A sua descoberta e determinação faz-se através da introdução de estilete/cotonete esterilizados do centro da ferida para as extremidades. Na imagem digital é difícil a sua determinação sem a existência deste procedimento de determinação da presença de tunelização. Pede-se que sempre que possível seja realizado o registo da sua presença Não/Sim ou “impossível de avaliar”;

Características da pele circundante – é a descrição da pele imediatamente a seguir aos bordos da ferida e pode apresentar-se edemaciada, ruborizada, seca, macerada. Pede-se que se registre a característica mais presente (só uma opção de resposta) e a resposta “sem alterações” deve ser obtida sempre que não haja alterações. A resposta “Não é possível distinguir” deve ser registada sempre que não seja possível avaliar. Este item também não faz parte da RESVECH 2.0;

Características dos bordos – são um importante elemento de avaliação das feridas crónicas, para se poder prever a evolução positiva da contração da ferida e consequente diminuição do tamanho da mesma. Os bordos podem ser classificados como: não distintos, delimitados, difusos, danificados e espessados (envelhecidos, evertidos, etc.);

Sinais de infeção ou presença de biofilme – são vários, mas neste documento só serão mencionados os que são passíveis de serem avaliados através de imagem digital e sem continuidade de avaliação de uma mesma ferida crónica: eritema e edema perilesional, tecido friável ou facilmente sangrante, hipergranulação, lesões satélite e descoloração do tecido. Na escala de avaliação original é pedido o registo da sua presença (Sim=1/Não=0), valores que concorrem para o score total da escala RESVECH 2.0. A resposta “sem sinais de infeção/biofilme” deve ser registada sempre que não haja sinais de infeção ou não seja possível avaliar pela imagem.

Apêndice Q – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE IMAGENS POR PERITOS

ID _____	Avaliador 1	☐ Avaliador 2	☐ Avaliador 3	☐
Diagnóstico de Enfermagem		Localização anatômica		Topologia
Úlcera Venosa (Etiologia Mista)	☐	Perna	☐	Direita ☐
Úlcera Venosa	☐	Pé	☐	Esquerda ☐
Úlcera Arterial	☐	Tornozelo	☐	Bilateral ☐
Úlcera de Pé Diabético	☐	Calcâneo	☐	Superior ☐
Úlcera por Pressão	☐	Sacro	☐	Inferior ☐
Ferida Neoplásica	☐	Trocânter	☐	Central ☐
Ferida Complexa	☐	Orelha	☐	Face interna ☐
Outro: _____	☐	Costas	☐	Face externa ☐
Não é possível diagnosticar (responda ao campo seguinte)	☐	Braço	☐	Circunferencial ☐
Causa:		Nádega	☐	Face dorsal ☐
Ausência de pontos de referência	☐	Dorso	☐	Face plantar ☐
Necessidade de mais dados (palpar pulso, etc.)	☐	Mama	☐	Face anterior ☐
A imagem permitiu a identificação da ferida/úlcera	☐	Outra: _____		Face posterior ☐
Outra causa: _____		Não é possível identificar	☐	Outra: _____
				Não é possível identificar ☐
Qual a qualidade da imagem?	Excelente ☐	Denota algum aspecto na imagem que condicione a avaliação da ferida/úlcera:	Não aplicável ☐	
	Boa ☐		Bordos com resíduos ☐	
	Razoável ☐		Sombras na imagem ☐	
	Má ☐		Falta de Luminosidade ☐	
			Falta de nitidez das estruturas ☐	
			Falta de nitidez das cores ☐	
			Alteração do plano da imagem ☐	
			Painel de cores com régua desfocado ☐	
			Painel de cores sem plano coincidente com o da ferida/ úlcera ☐	
			Outra causa: _____ ☐	
Categoria da úlcera por pressão (UPP)	Categoria 1 ☐	Categoria 2 ☐	Pele circundante (escolher só uma opção)	Edemaciada ☐
	Categoria 3 ☐	Categoria 4 ☐		Ruborizada ☐
	Suspeita de lesão profunda ☐	Inclassificável ☐		Seca ☐
	Não aplicável (quando a imagem não é uma UP) ☐			Macerada ☐
				Sem alterações ☐
Tipo de tecidos (%)	☐ Tecido cicatrizado	%	Bordos (escolher só uma opção)	Não distintos ☐
	☐ Epitelização			Delimitados ☐
	☐ Granulação			Difusos ☐
	☐ Desvitalizado			Danificados ☐
	☐ Necrosado			Espessados ☐
Profundidade tecidos envolvidos (escolher só uma opção)	Pele intacta/cicatrizada ☐	Sinais de infecção (pode selecionar mais do que 1 opção)	Eritema perilesional ☐	
	Derme-epiderme afetada ☐		Edema perilesional ☐	
	Hipoderme afetada ☐		Exsudado purulento ☐	
	Músculo afetado ☐		Tecido friável ou facilmente sangrante ☐	
	Ossos e/ou tecidos anexos ☐		Hipergranulação ☐	
	Não é possível distinguir ☐		Tecido compatível com biofilme ☐	
	Não aplicável ☐		Lesões satélite ☐	
			Descoloração do tecido ☐	
			Sem sinais de infecção/biofilme ☐	
TUNELIZAÇÃO	Não ☐	ADAPTADO DA RESVECH 2.0 (RESTREPO-MEDRANO & SOREANO, 2011)		
	Sim ☐			
	Impossível avaliar ☐			

Apêndice R – DESAFIOS CLÍNICOS EM AVALIAÇÃO DE FC PARA VISÃO COMPUTACIONAL

<i>DATASET</i>	CARACTERÍSTICAS DE AVALIAÇÃO DA FERIDA/ÚLCERA	DESAFIO	OBJETIVO	OBSERVAÇÕES
Todas as imagens (301)	Classificação/ identificação da ferida/úlcera	Reconhecimento de padrões e classificação	Classificar as feridas/úlceras relativamente ao diagnóstico e localização através de aprendizagem supervisionada; Identificar a mesma ferida/úlcera através da comparação entre imagens.	
	Pele Circundante Bordos	Segmentação fundo-ferida/úlcera Segmentação pele saudável e não-saudável	Determinar o que é ferida/úlcera; Delimitar a zona de pele saudável e não-saudável.	As imagens não estão delimitadas manualmente
	Dimensões da ferida/úlcera % tipo de tecidos	Segmentação de textura, cor e bordos	Determinar quantidade de cada tipo de tecido (necrosado, desvitalizado, granulação e epitelial); Determinar índice de cicatrização através da quantidade de tecido de granulação; Testar algoritmos pré-existentes; Determinar índice ou taxa de cicatrização através da diminuição da área da superfície da ferida atual e a inicial	
	Profundidade	Segmentação e reconstrução 3D da imagem	Comparar profundidade descrita em termos de estruturas anatómicas com a da imagem reconstituída (modelo 3D).	Não utilizei moldes de gelatina ou alginato de cálcio, nem instilação de soro fisiológico
Imagens com área $\leq 1 \text{ cm}^2$ (28)/ [Sub-BD-area-inf-1cm]	Dimensões da ferida/úlcera	Segmentação dos bordos	Determinar os bordos ou delimitar o perímetro da ferida/úlcera.	45, 52, 70, 80, 92, 112, 122, 137, 156, 168, 169, 176, 188, 191, 192, 193, 196, 213, 215, 229, 258, 268, 270, 280, 285, 287, 301, 310
Imagens com área $\leq 10 \text{ cm}^2$ (153)/ [Sub-BD-area-inf_igual_10]	Dimensões da ferida/úlcera	Segmentação dos bordos	Delimitar os bordos da ferida, utilizando definição macro; Determinar a área e perímetro.	8,9, 20, 31, 34, 39, 43-45, 50-52, 55, 58-61, 65, 68-70, 75, 78-81, 85, 88-90, 95-96, 101, 104, 106, 107, 112, 114-116, 118, 120-124, 128, 132-135, 137, 138, 141, 144, 145, 147, 151, 155-157, 160, 164-169, 176, 179-182, 186-193, 195-198, 200, 205, 207, 208, 210-215, 217, 220, 227-229, 233, 238, 242, 245-249, 251-254, 256-261, 264, 266-271, 274, 276-281, 284, 285, 287-289, 291, 293, 295, 297, 299-301, 304, 305, 307, 308, 310-312
Imagens complexas De ferida/úlcera (89)/ [Sub-BD-feridascomplexas]	Dimensões da ferida/úlcera Profundidade	Segmentação e reconstrução da imagem de 2D -> 3D	Composição de imagens ou vídeo em imagens ou modelos de ferida/úlcera 3D.	1, 3, 21, 23, 25, 26, 40, 41, 47, 53, 54, 57, 61, 63, 64, 66, 72, 73, 87, 91, 98, 103, 108, 120, 121, 125, 127, 128, 130, 136, 139-142, 148-153, 159, 162, 163, 171-175, 183, 199, 201-206, 219, 220, 223, 224, 231, 232, 237, 240, 241, 244, 254, 255, 262, 263, 271-274, 277, 282, 283, 286-290, 293, 294, 302, 303, 313, 314
Imagens com mais de uma ferida/úlcera (9 imagens e 31 observações)	Pele Circundante Bordos	Segmentação de bordos	Determinar o que é ferida/úlcera.	50-52, 53-54, 68-70, 72-73, 78-80, 80-89, 144-145, 180-181, 235-236
Imagens de tecido cicatricial (3)		Segmentação pele saudável e não-saudável	Determinar o que é ferida/úlcera ou tecido cicatricial.	194, 218, 234

<i>DATASET</i>	CARACTERÍSTICAS DE AVALIAÇÃO DA FERIDA/ÚLCERA	DESAFIO	OBJETIVO	OBSERVAÇÕES
Imagens com determinado tipo de bordos (difuso e não distintos) (119)/ [Sub-BD-feridas_dificeis_delinear]	Pele Circundante Bordos	Segmentação de bordos	Delimitar a área de superfície da ferida/úlcera.	2, 4, 5-9, 13, 15, 18, 24, 27, 29, 34, 37, 40, 41, 44, 50, 54-58, 62, 65, 68, 69, 70, 78, 79, 80, 90, 92, 94, 96, 101, 103, 104, 106, 107, 112, 116, 117, 123, 124, 126, 135-137, 146, 152, 153, 155, 158, 159, 162, 168, 169, 175, 176, 181, 185, 186, 188, 189, 191, 192, 195-198, 211, 212-215, 218-220, 222, 225, 227, 229, 231, 232, 234, 235, 238, 239, 2346, 2348, 252, 253, 258, 259, 261, 266, 268, 270-273, 276, 279, 280, 281, 287, 288, 289, 291, 298-301, 305-307, 310
Imagens de úlceras de pressão (125)/ Sub-BD-tunelizacao-UPP	Tunelização (63)	Segmentação da imagem na camada abaixo da epiderme/derme	Determinar presença de tunelização ou delimitar os bordos da tunelização.	Inexistência de marcação de tunelização com estilete esterilizado 1-6, 13, 14, 18, 19, 21, 23-26, 29, 30, 35, 36, 40, 41, 47, 55-57, 61-64, 76, 77, 84-87, 91-94, 96-98, 100, 103, 105-108, 110, 112, 116, 117, 123-126, 128, 130, 134-136, 139, 141, 142
Imagens com determinadas características de sinais de infecção/presença de biofilme (hipergranulação, tecido friável ou facilmente sangrante, tecido compatível com biofilme, descoloração dos tecidos) (109)/ [Sub-BD-sinais-infecao-biofilme]	Sinais de infecção/biofilme	Segmentação de textura e cor	Distinguir tecido de granulação de tecido de hipergranulação e de tecido friável; Distinguir tecido epiteliação de descoloração dos tecidos; Distinguir tecido desvitalizado de estruturas de tecido conjuntivo (tendões, osso, etc.); Distinguir tecido desvitalizado na rede da matriz extracelular (onde se encontra a “crescer” tecido de granulação).	Necessário recurso a outras tecnologias de imagem (autofluorescência, fluorescência vermelha, imagens térmicas e microscopia confocal); Não existem quase feridas nenhuma com estruturas adjacentes de tecido conjuntivo (fáscia, tendões, osso) 3, 16, 18, 20, 21, 23, 31-34, 38, 40-42, 48, 53, 54, 58, 60, 64, 65, 67, 73, 75, 85, 87-89, 91, 95, 96, 105, 109, 113-115, 119, 120, 135, 139, 143, 145, 147, 154-157, 159, 176, 179-181, 184-186, 190, 192, 195-197, 200, 210-212, 216, 222-227, 231-233, 235, 236, 238, 239, 245, 251, 252, 256, 258-260, 262, 266, 269, 275, 276, 280-283, 286, 287-289, 291, 296, 299, 300, 302, 307, 309-311, 315
Imagens com determinadas características de sinais de infecção/presença de biofilme, que originam alterações na pele circundante (lesões satélite, eritema ou edema perilesional) (57)/ [Sub-BD-infecao-alter-pele-circ]		Segmentação de bordos Reconhecimento de Padrões	Determinação de lesões satélite; Delimitar a zona de pele saudável e não-saudável.	3, 20, 21, 23, 34, 42, 67, 85, 95, 96, 105, 113, 119, 120, 147, 154, 155-157, 176, 180, 181, 185, 192, 195, 197, 200, 210-212, 223-225, 227, 231, 232, 235, 236, 238, 245, 251, 252, 259, 269, 275, 276, 280-283, 296, 299, 300, 302, 309, 311, 315
Imagens com condições que alteram a luminosidade (presença de exsudado, tecido friável ou facilmente sangrante, utilização de luz acessória) (132)/ [sub-BD-luminosidade-controlo]	Condições de brilho e luminosidade	Melhoramento da imagem	Detetar alterações no brilho ou luminosidade da imagem dependentes de condições da lesão; Corrigir estas condições para melhorar a performance dos algoritmos de segmentação.	1, 4-6, 10, 11, 13, 14, 19, 24-26, 29, 30, 35, 36, 43-47, 49, 56, 57, 61-64, 66, 67, 74-77, 83, 84, 86, 94, 97, 98, 100, 101, 103, 106, 107-108, 110, 114-118, 120, 123-130, 134, 136, 140-142, 148-153, 158-163, 167, 170-175, 177-179, 183, 186, 187, 200-207, 209, 2019-221, 230, 237, 240-244, 248, 250, 254, 255, 257, 271-274, 278-290, 292, 297, 298, 303-306, 313, 314

SEDE ADMINISTRATIVA

FACULDADE DE MEDICINA

FACULDADE DE CIÊNCIAS

