



GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL
Secretaria de Estado de Saúde
Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde
Escola Superior em Ciências da Saúde
Mestrado Profissional em Ciências para a Saúde

**APLICATIVO PARA SMARTPHONE DE GERENCIAMENTO DO CUIDADO AOS
INDIVÍDUOS COM LESÃO POR PRESSÃO**

Autora: Huara Paiva Castelo Branco
Orientador: Prof. Dr. Levy Aniceto Santana
Coorientador: Prof. Dr. Rinaldo de Souza Neves

**Brasília – DF
2019**

APLICATIVO PARA SMARTPHONE DE GERENCIAMENTO DO CUIDADO AOS INDIVÍDUOS COM LESÃO POR PRESSÃO

Trabalho de Conclusão apresentado ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências para a Saúde da Escola Superior em Ciências da Saúde, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências para a Saúde.

Linha de Pesquisa: Qualidade na Assistência à Saúde do Idoso

Autora: Huara Paiva Castelo Branco
Orientador: Prof. Dr. Levy Aniceto Santana
Coorientador: Prof. Dr. Rinaldo de Souza Neves

Brasília-DF

2019

PH874a Paiva Castelo Branco, Huara
Aplicativo para Smartphone de Gerenciamento do
Cuidado aos Indivíduos com Lesões por Pressão /
Huara Paiva Castelo Branco; orientador Levy
Aniceto Santana; coorientador Rinaldo de Souza
Neves. -- Brasília, 2019.
109 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em
Ciências para a Saúde) -- Coordenação de Pós-Graduação
e Extensão, Escola Superior de Ciências da Saúde,
2019.

1. Lesão por pressão. 2. Fotografia. 3.
Smartphone. I. Aniceto Santana, Levy, orient. II.
de Souza Neves, Rinaldo, coorient. III. Título.



GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL
ESCOLA SUPERIOR EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
COORDENAÇÃO DE CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO

TERMO DE APROVAÇÃO

Huara Paiva Castelo Branco

“Aplicativo para smartphone de gerenciamento do cuidado aos indivíduos com lesão por pressão.”

Trabalho de conclusão aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências para Saúde, pelo programa de Pós – Graduação *Stricto Sensu* em Ciências para a saúde da Escola Superior em Ciências da Saúde (ESCS), da Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde (FEPECS).

Aprovado em: 01/08/2019.

Prof. Dr. Levy Aniceto Santana

Programa de Pós – Graduação *Stricto Sensu* em Ciências para a saúde da
Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde.

Orientador

Prof. Dr. Rinaldo de Souza Neves

Programa de Pós – Graduação *Stricto Sensu* em Ciências para a saúde da
Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde.

Coorientador

Profa. Dra. Leila Bernarda Donato Gottems

Programa de Pós – Graduação *Stricto Sensu* em Ciências para a saúde da
Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde.

Examinadora Interna

Prof. Dr. Renato da Veiga Gladagnin
Professor adjunto, aposentado da UnB

Examinador Externo

Profa. Dra. Ângela Ferreira Barros

Programa de Pós – Graduação *Stricto Sensu* em Ciências para a saúde da
Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde.

Suplente

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha avó **Maria de Nazaré** (in memoriam), que continua sendo inspiração em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por me dares muito mais do que eu preciso, por me amar com todas as minhas fraquezas, por mais essa chance de aprender e ser feliz.

Aos meus pais, **Herbert** e **Salete**, obrigada por me ensinarem a caminhar e assim poder seguir meus próprios passos.

Ao meu filho, **Filipe Mesquita**, se cheguei até aqui foi porque você esteve ao meu lado me sustentando e sendo minha inspiração diária.

Ao meu companheiro, **Creto Silva**, obrigada por estar sempre presente nesse caminho repleto de lutas e conquistas. Por ser ombro amigo, por ter entrado em minha vida e tornado uma pessoa melhor.

À minha tia querida, **Socorro Paiva**, o seu amor me fortaleceu quando eu mais precisei.

Aos amigos, **Higor** e **Júlia**, vocês são a melhor família que alguém pode ter. Gratidão pelos momentos de distração, pela mão estendida nas dificuldades e pelo apoio incondicional durante essa jornada.

Ao meu Co-orientador, **Dr. Rinaldo Neves**, *“se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes”*. Obrigada pela paciência, pela acolhida, pela disponibilidade mesmo em período de férias e pela parceria de sempre.

Ao meu orientador, **Dr. Levy Aniceto**, pelos ensinamentos, empenho, orientações e confiança que ajudaram tornar possível esse sonho especial.

Aos meus afilhados, **Hugo**, **Amanda** e **Alice**, pelo amor transmitido por abraços, beijos e sorrisos, que meus passos sirvam de exemplo para suas jornadas.

Aos pacientes e familiares dos hospitais, **HRT** e **HRAN**, sem a cooperação de vocês não seria possível chegar ao final dessa caminhada.

Aos enfermeiros, **Matheus**, **Aline** e **Anderson**, pela colaboração e acolhida na etapa de coleta de dados.

Ao estudante do curso de enfermagem da ESCS, **Guilherme**, obrigada por estender a mão e por toda contribuição na aquisição do banco de imagens.

À empresa **Kemi Engineering** pela qualidade dos serviços prestados.

Aos professores **Dr^a Leila Bernarda** e **Dr Renato Guadagnin** pela participação na banca examinadora e pelas contribuições pessoais acerca da pesquisa.

Às instituições, **Escola Superior de Ciências da Saúde (ESCS)**, **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** e **Conselho Federal de Enfermagem (COFEN)**, que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior. Obrigada por apoiarem pesquisa no país fortalecendo o capital intelectual nacional.

RESUMO

Introdução: o enfermeiro desempenha um papel essencial na assistência à pessoa com lesão por pressão (LPP), e uma das etapas do planejamento do cuidado é extrair características da composição tecidual do leito das feridas. Contudo, na prática, o julgamento fundamentado na habilidade individual em apreciar visualmente as lesões tem-se demonstrado subjetivo e impreciso. **Objetivos:** desenvolver aplicativo de smartphone para segmentação e classificação automática dos tecidos presentes no leito das LPP por meio do processamento de imagens digitais. **Métodos:** pesquisa aplicada cujo resultado final é a produção tecnológica da primeira versão do aplicativo Gerenciador de Feridas (GeFe App) para smartphone. Seguiu o modelo do Design Instrucional Sistemático constituído por três etapas: análise, design e desenvolvimento. A aquisição das 20 imagens de LPP sacrais e trocantéricas ocorreu de novembro de 2018 a janeiro 2019, e forneceu as cores das características do leito das lesões. Oito enfermeiros atuantes na avaliação e tratamento de feridas na SES/DF apreciaram as imagens identificando os tecidos de granulação, epitelização, necrose de liquefação e coagulação. Os resultados contribuíram para o julgamento do desempenho da técnica concebida. **Resultados:** A precisão global do GeFe App na identificação de granulação, liquefação e coagulação foi de 75%. Constatou-se independência intraobservador nos desfechos das aferições realizadas pelo aplicativo. **Produtos desenvolvidos:** foi concebido um aplicativo para smartphones, executado em dispositivo Android. O GeFe App apresenta três interfaces principais: paciente, ferida e relatório. Na funcionalidade Paciente está embutido um instrumento de coleta de dados. Para o módulo Ferida desenvolveu-se um algoritmo de reconhecimento de padrões a partir da rede neural artificial *Self Organizing Maps*, na qual automaticamente são delimitados os contornos da lesão e identificados os tecidos presentes no leito. Ao final, são gerados relatórios arquivando as informações qualitativas e semi-quantitativas registradas. **Conclusões:** o GeFe App obteve resultados promissores e, futuramente, a técnica permitirá que os enfermeiros avaliem a composição tecidual precisamente, um passo essencial ao diagnóstico e tratamento de LPP.

Descritores: Lesão por pressão, Fotografia, Smartphone.

Abstract

Introduction: nurses play an essential role in assisting the person with pressure ulcer (PU), and one of the steps in care planning is to extract characteristics of the tissue composition of the wound bed. However, in practice, judgment based on individual ability to visually assess injuries has been shown to be subjective and imprecise. **Objectives:** to develop a smartphone app for segmentation and automatic classification of the tissues present in the PU bed through the processing of digital images. **Methods:** applied research whose final result is the technological production of a first version of Wound Manager (GeFe App) for smartphone. It followed the model of Systematic Instructional Design consisting of three stages: analysis, design and development. The acquisition of 20 sacral and trochanteric LPP images occurred from november 2018 to january 2019, and provided the color characteristics of the wound bed. Eight nurses working in the evaluation and treatment of wounds in SES / DF appreciated the images identifying the granulation tissue, epithelization, eschar and slough. The results contributed to evaluate the performance of the developed technique. **Results:** The overall accuracy of the GeFe App in the identification of granulation, liquefaction and coagulation was 75%. Intraobserver independence was verified in the endpoints of the measurements performed. **Developed products:** an app for smartphones was developed, running on Android device. GeFe App has three main interfaces: patient, wound and report. In Patient functionality there is a built-in data collection instrument. For the wound module, a pattern recognition algorithm was developed using artificial neural network Self Organizing Maps, in which the contours of the lesion are automatically delineated and the tissues present in the wound bed are identified. In the end, reports are generated archiving the qualitative and semi-quantitative information recorded. **Conclusions:** The GeFe App obtained promising results such the technique should support nurses to evaluate tissue composition precisely, an essential step in the diagnosis and treatment of PU.

Descriptores: Pressure Ulcer, Photography, Smartphone.

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Apresentação do mecanismo de detecção automática das bordas das LPP	50
Figura 2 - Combinação dos diferentes tecidos no leito das lesões	51
Figura 3 - - Posição entre o smartphone e o leito da lesão para o registro fotográfico das LPP	69
Figura 4 - Mapa conceitual de navegação do GeFe App	75
Figura 5 - Apresentação do mecanismo de detecção automática das bordas da lesão	78
Figura 6 - Banco de imagens de lesões por pressão	80
Figura 7 - Resultado da segmentação, extração de características, classificação e reconhecimento realizados pelo GeFe App	82
Figura 8 - Tela de Login GeFe App	83
Figura 9 - Interface inicial do Gefe App	84
Figura 10 - Interface gerencial do GeFe App	85
Figura 11 – Interface de avaliação da LPP	86
Figura 12 – Interface de armazenamento do GeFe App	87

Lista de Quadros

Quadro I - Características dos instrumentos utilizados para avaliação do processo de cicatrização de lesões por pressão.	24
Quadro II - Tecidos presentes no leito das lesões segundo o comitê de especialistas	49
Quadro III - Protocolo para aquisição do banco de imagens.	68
Quadro IV - Definição dos requisitos do aplicativo móvel GeFe App por prioridade, risco e custo.	70

Lista de Abreviaturas e Siglas

App - Aplicativo

BWAT - *Bates-Jesen Wound Assessment Tool*

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CNN - Rede Neural Convulocional

DF - Distrito Federal

EPUAP - *European Pressure Ulcer Advisory Panel*

FEPACS - Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde

HIS - *Hue/Saturation/Intensity*

IA - Inteligência Artificial

LPP - Lesão por Pressão

MOWA - *Mobile Wound Analyzer*

MP - Megapixels

NHB - Necessidade Humana Básica

NPUAP - *National Pressure Advisory Panel Injury*

PPPIA - *Pan Pacific Pressure Injury Alliance*

OpenCV - *Open Source Computer Vision Library*

OPF - *Optimun Path Forest*

PDF - *Portable Document Fortmat*

PPPIA - *Pan Pacific Pressure Injury Alliance*

PUSH - *Pressure Ulcer Scale for Healing*

RF - Requisitos Funcionais

RGB - *Red/Green/Blue*

RNA - Redes Neurais Artificiais

RNF - Requisitos não-funcionais

RYB - *Red/Yellow/Black*

SES/DF - Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal

SOM - *Self Organizing Maps*

SVM - *Support Vector Machine*

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UTI - Unidade de Terapia Intensiva

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS LPP	16
3.2 GÊNESE DAS LESÕES POR PRESSÃO EM IDOSOS.....	18
3.3 A SEGURANÇA DA PESSOA COM LPP	19
3.4 MÉTODOS DE SUPERVISÃO DAS LPP	21
3.5 GESTÃO DAS LPP POR PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS ...	25
3.8 REFERÊNCIAS	37
4. ARTIGO: Aplicativo Móvel de Processamento de Imagens Digitais para Classificação Automática de Tecidos de Lesões por Pressão.....	43
4.1 INTRODUÇÃO.....	44
4.2 MÉTODOS	45
4.3 RESULTADOS	48
4.4 DISCUSSÃO	51
4.5 CONCLUSÃO	55
4.6 REFERÊNCIAS	57
5. PRODUTO: GeFe app: Aplicativo para smartphone de gerenciamento do cuidado aos indivíduos com lesão por pressão”	59
5.1 INTRODUÇÃO.....	59
5.2 OBJETIVO GERAL.....	64
5.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	65
5.4 MÉTODO.....	65
5.5 RESULTADOS	69
5.6 REFERÊNCIAS	88
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
7. ANEXOS.....	94
8. APÊNDICES	103

1. INTRODUÇÃO

O enfermeiro, em todos os níveis de atenção à saúde, detém um papel essencial para assistência à pessoa com Lesão por Pressão (LPP). Tendo em vista que, avaliar, tratar e monitorá-las são ações do seu cotidiano profissional. A fim de qualificar técnico-cientificamente o cuidado prestado, a avaliação do profissional deve considerar os fatores locais e sistêmicos que condicionam o surgimento ou retardam sua cicatrização⁽¹⁾.

O planejamento do cuidado e escolha da terapêutica tópica estão diretamente relacionados a identificação das características físicas da lesão ao longo de sua evolução, tais como: dimensão, extensão da perda tecidual, quantidade de exsudato, sinais de infecção, características das áreas perilesionais e os tipos de tecidos presentes⁽²⁾.

O julgamento dessas variáveis depende da habilidade profissional em identificar os aspectos normais e anormais associados ao manejo da ferida e, frequentemente, sofrem com interpretações variadas a depender o nível de conhecimento do indivíduo que executa essa prática. Podendo uma mesma lesão ter diferentes registros, gerando interpretações divergentes e conflitantes⁽³⁾.

Equívocos na identificação de aspectos clínicos da lesão como descrições de tamanho e profundidade subestimadas, inconsistências na identificação dos tecidos contidos no leito das lesões, omissões das características da margem e adjacência da ferida, além de utilização de linguagem não padronizada para a documentação de enfermagem, resultam na execução de técnicas e indicação de tratamentos inapropriados que podem retardar o processo de cicatricial⁽⁴⁻⁶⁾.

Levando a retirada de curativos para visualização e certificação do aspecto e características das lesões, acarretando em consumo desnecessário de materiais,

tempo de trabalho da enfermagem para refazê-los e desconforto ao paciente. Prejudicando a continuidade e a qualidade do cuidado, sobretudo, podendo conduzir a eventos adversos que ameaçam a validade da terapêutica, comprometendo a segurança da assistência⁽³⁾.

Nessa perspectiva, a literatura disponibiliza instrumentos validados de gestão das feridas para auxílio da prática, contudo, a extração de características das lesões depende do conhecimento científico, julgamento clínico e expertise do observador, conferindo subjetividade ao processo⁽⁷⁻⁸⁾.

A fim de minimizá-la, emergiu a incorporação de técnicas fotográficas como estratégia para observação, evolução e registro tanto das lesões quanto dos tecidos adjacentes, fornecendo ao profissional de saúde subsídios a tomada de decisão, reduzindo o tempo de tratamento e os custos. Aliadas a ela, foram agregados softwares de processamento de imagens digitais para obter uma análise objetiva e automática da composição tecidual e área das lesões^(4,9-10).

Com a popularização dos smartphones e a qualidade das câmeras embutidas nos dispositivos, viu-se uma oportunidade para quebra da limitação da mobilidade. Qualidade fundamental para o desempenho do trabalho do enfermeiro haja vista que eles se deslocam frequentemente entre enfermarias, domicílios, ou instituições de saúde. Garantir a portabilidade, segurança e qualidade dos dados obtidos durante as avaliações clínicas das lesões por meio de aplicativos móveis tem sido uma área de pesquisa em expansão na saúde^(9,11).

Nesse contexto, este trabalho propõe uma metodologia baseada em uma aplicação móvel para extração de características das lesões a partir do processamento digital da imagem, fornecendo informações relativas à sua composição tecidual. Para tal, são inicialmente realizados o pré-processamento e

segmentação da imagem para delimitar a região de interesse. Posteriormente, a área segmentada é processada por uma rede neural artificial, que classifica cada ponto conforme suas características de cor em granulação, epitelização, necrose de coagulação e liquefação.

Este trabalho de conclusão de mestrado profissional está organizado em quatro partes. Na primeira contém a revisão de literatura acerca dos aspectos sistêmicos e locais relacionados a gênese das LPP, sua epidemiologia e relação com a segurança do paciente, e instrumentos de supervisão da cicatrização.

Na segunda parte é apresentado um artigo científico intitulado “*Aplicativo Móvel de Processamento de Imagens Digitais para Classificação Automática de Tecidos de Lesões por Pressão*”, estruturado conforme as normas de submissão a Revista Enfermagem em Foco.

Na terceira parte são descritos os procedimentos realizados para o desenvolvimento do **GeFe App**, aplicativo para smartphone de gerenciamento do cuidado aos indivíduos com lesão por pressão.

Na quarta parte são apontadas as considerações finais e limitações da pesquisa, e sugestões para trabalhos futuros.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver aplicativo de smartphone para segmentação e classificação automática dos tecidos presentes no leito das LPP pelo processamento de imagens digitais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1- Construir banco de imagens de LPP;
- 2- Descrever a técnica de segmentação automática para detectar e quantificar a composição tecidual no leito das LPP baseado em Redes Neurais Artificiais;
- 3- Descrever a concepção do aplicativo para smartphone GeFe App;
- 4- Acompanhar o desenvolvimento do GeFe App,
- 5- Avaliar o desempenho do GeFe App na identificação de tecidos presentes no leito das lesões.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS LPP

O tegumento é o maior órgão do corpo em área de superfície e peso, sua estrutura consiste em duas partes principais. A superficial e mais fina, epiderme, é composta por tecido epitelial e, pela parte do tecido conjuntivo, mais espessa e profunda, denominada derme. Dentre suas principais funções, destaca-se: proteção física, termorregulação, produção de vitamina D, resposta imunológica e emocional, como percepção do ambiente⁽¹²⁾.

No momento que ocorre a ruptura das estruturas anatômicas da pele, tem-se uma ferida, sua classificação envolve o agente causador, o grau de contaminação, o tempo, e o grau de comprometimento tecidual⁽¹³⁾

As LPP, segundo o *National Pressure Ulcer Advisory Panel Injury* (NPUAP), são definidas por dano localizado na pele e/ou tecidos subjacentes, comumente sobre uma proeminência óssea ou relacionada a um dispositivo médico ou outro artefato, conseqüente à intensa ou prolongada pressão em associação ao cisalhamento e fricção, podendo apresentar-se como pele intacta ou ulcerada, e dolorosa⁽¹⁴⁾.

O mecanismo fisiopatológico da lesão decorre do efeito direto de um ou mais fatores extrínsecos, os quais são propiciados ou modificados por fatores intrínsecos. Quando a pressão intersticial supera a pressão intracapilar, promove um déficit da perfusão capilar, impedindo o transporte de oxigênio e nutrientes ao tecido, levando a uma isquemia tecidual⁽¹⁵⁾.

A interrupção sanguínea advinda da pressão aplicada sobre a pele e tecidos, por tempo superior ao necessário à sua recuperação frente a isquemia, acarreta a liberação de fatores inflamatórios, os quais alteram a permeabilidade vascular

gerando edema, intensificando a isquemia tissular caso a pressão intersticial permaneça elevada⁽¹⁵⁾.

A hipóxia a nível celular, gradativamente, leva à morte celular e tecidual, gerando a liberação de mais fatores inflamatórios e de necrose tecidual. A manutenção desse estado inflamatório, gera um desequilíbrio quantitativo das metaloproteases, reduzindo as proteínas necessárias à proteção e reparação dos tecidos lesionados⁽¹⁵⁾.

A etiologia das lesões é multifatorial, e inclui fatores que podem ser divididos em extrínsecos e intrínsecos. Os extrínsecos são aqueles decorrentes do ambiente, externos ao indivíduo. Os mais significativos são a intensidade da pressão de contato sobre a proeminência óssea, sua duração e a tolerância tecidual, que por sua vez é influenciada pelo microclima, cisalhamento e fricção⁽¹⁵⁾.

Os fatores intrínsecos, inerentes ao próprio indivíduo, integram situações locais e sistêmicas de risco para a LPP. Os primordiais incluem nível de consciência, imobilidade, força, controle e/ou massa muscular diminuída, presença de morbididades, perda de continência urinária ou fecal, estado nutricional, idade igual ou superior a 60 anos^(15,16,17).

As LPP surgem frequentemente nas regiões da pele cuja quantidade de tecido muscular é menor e adjacente as proeminências ósseas como sacro, trocânter maior, joelhos, maléolos laterais, coluna torácica, occipital, escápula, calcanhares, epicôndilos laterais e tuberosidade isquiática. Séries epidemiológicas de diferentes países, nos últimos anos, assinalam a região sacra, os calcâneos e trocânteres como as mais frequentes para o aparecimento dessas lesões^(16,18).

A reduzida tolerância dos tecidos muscular e subcutâneo justifica-se pelo aporte vascular. O tecido epitelial recebe suprimento sanguíneo da rede vascular

cutânea e dos vasos perfurantes, o que supera suas necessidades metabólicas. Já o tecido muscular é irrigado somente pelos vasos perfurantes e, por isso, a oclusão provocada pela pressão produz danos de proporções mais significativas, e de desenvolvimento mais precoce em comparação ao dano no tecido epitelial. Logo, a lesão tecidual caracteriza -se pelo aspecto “iceberg” com comprometimento maior dos planos anatômicos mais profundos⁽¹⁹⁾.

3.2 GÊNESE DAS LESÕES POR PRESSÃO EM IDOSOS

Os idosos representam um grupo vulnerável à ocorrência de LPP, por apresentarem uma série de fatores associados ao processo de envelhecimento e às comorbidades, que os predispõem ao surgimento de feridas e, principalmente, ao retardo na regeneração tecidual^(16,18).

Dentre as alterações destacam-se, as mudanças estruturais do tecido epitelial. Em virtude da diminuição quantitativa das células do estrato basal e espinhoso, a epiderme apresenta-se com alteração em relação ao volume e forma. Assim, há uma redução na espessura da epiderme acarretando na desintegração da pele como barreira protetora. Ocorre, também, alongamento do ciclo celular epidérmico tendo como consequência lentidão na cicatrização⁽²⁰⁾.

As modificações na derme incluem redução dos fibroblastos e transformações nas fibras de colágeno tipo 1, tornando-se mais rígido e menos elástico, principalmente, pelo decréscimo dos mucopolissacarídeos. As estruturas das terminações nervosas periféricas reduzem com o envelhecimento, retardando a nocicepção favorecendo o estabelecimento de lesões traumáticas^(18,20).

Ademais, o panículo adiposo torna-se mais delgado no idoso afetando a termorregulação e a proteção mecânica, visto que o tecido adiposo possui a

capacidade de dissipar a pressão sobre proeminências ósseas, minimizando rupturas na pele. O fluxo circulatório no tecido subcutâneo reduz, favorecendo em menor intensidade nas reações inflamatórias e redução da depuração de substâncias depositadas na derme⁽²⁰⁾.

3.3 A SEGURANÇA DA PESSOA COM LPP

Nos últimos anos, os avanços na assistência à saúde contribuíram para a elevação da expectativa de vida da população, ampliando a sobrevivência de pacientes com doenças crônicas e debilitantes, assim como aumentou as discussões sobre a segurança do paciente, sobretudo, no que se refere ao surgimento de LPP⁽²¹⁾.

O desenvolvimento de LPP representa um indicador negativo de qualidade do cuidado e por isso, é avaliado internacionalmente como um evento adverso prevenível e representa um importante desafio para a assistência, pois contribui com o aumento da morbidade, mortalidade, tempo de internação e custos do tratamento de saúde⁽²²⁾.

As taxas de incidência e prevalência descritas na literatura apresentam variações relacionadas às características da população estudada e ao nível de cuidado prestado, diferenciando-se em cuidados de longa permanência, agudos e domiciliares⁽²³⁾.

Sabe-se que a incidência da LPP aumenta proporcionalmente à combinação de fatores de risco, combinados a idade avançada e a restrição ao leito. No Brasil pesquisas sobre incidência de LPP mostram que os números variam de 20% e 59,5%, mostrando-se maiores ou menores de acordo com a população estudada e a metodologia adotada⁽²³⁾.

O tratamento dessas lesões, especialmente nos estágios 3 e 4, são notadamente as mais onerosas aos serviços de saúde. No Brasil, um estudo

realizado em Minas Gerais demonstrou que os custos para o tratamento variam de R\$ 16,41 a R\$ 260,18 por procedimento, ocorrendo aumento proporcional com relação a área afetada e aos estágios da lesão⁽²⁵⁾.

Os custos do tratamento da LPP representam cerca de 4% dos gastos com saúde pública no Reino Unido, sendo o tempo de horas de trabalho da enfermagem é responsável por 41% desses custos^(26,27).

Além de ser um evento iatrogênico de grande preocupação para os serviços de saúde, a ocorrência da LPP implicam em dor e sofrimento emocional, transtornos que se estendem aos familiares, pois reduzem a capacidade de independência nas atividades diárias dos indivíduos, somado ao risco para o desenvolvimento de outras complicações tais como: infecções, osteomielite e sepse^(28,29).

Nesse contexto, a implantação de um protocolo de identificação de risco e implementação sistemática de cuidados preventivos impactam positivamente na redução de novos casos. Todavia, diante da lesão instalada cabe ao enfermeiro realizar seu registro sistematizado. Dessa forma, as anotações e evoluções de enfermagem são elementos imprescindíveis ao processo de cuidar e, quando redigidos de maneira que retratam a realidade a ser documentada, possibilitam a comunicação segura entre a enfermagem e equipe de saúde⁽³⁰⁾.

Registros realizados inadequadamente resultam em perda de informações referentes a supervisão da cicatrização, aumentam a possibilidade de erros na realização do curativo, elevam ainda mais os custos e tempo de tratamento e, principalmente, contribuem para a morbimortalidade dessa clientela que frequentemente apresenta, além da lesão, uma doença crônica⁽⁵⁾.

3.4 MÉTODOS DE SUPERVISÃO DAS LPP

Considerando que o cuidado com LPP é parte integrante da prática clínica da enfermagem, devido à complexidade e dinamicidade desse evento, exige-se do enfermeiro conhecimentos técnicos-científicos acerca dos aspectos fisiopatológicos das lesões cutâneas e, sobretudo, faz-se necessário uma avaliação sistematizada e operacionalizada por meio do processo de enfermagem, a fim de oportunizar uma assistência individualizada e eficiente⁽³¹⁾.

Por tratar-se de um fenômeno multifatorial é imprescindível, na coleta de dados, considerar, não somente fatores locais como as características físicas das lesões e do tecido perilesional, mas igualmente os fatores sistêmicos que podem influenciar o processo de cicatrização. Ademais é importante avaliar o risco de desenvolvimento de outras lesões ou o agravamento, e principalmente, aspectos relativos a rede de apoio e às condições socioeconômicas do indivíduo⁽³²⁾.

A avaliação clínica de uma ferida depende de aspectos como localização; tipo de tecido; características da borda; exsudato; estadiamento; aferição da área e volume das lesões. A monitorização e a documentação permitem a tomada de decisão oportuna acerca do diagnóstico, prognóstico, plano terapêutico, conforme os resultados esperados^(2,7,8).

A eficácia do tratamento depende diretamente do acompanhamento regular da lesão. Os painéis consultivos recomendam a periodicidade quinzenal para monitorização contudo, as avaliações semanais representam uma oportunidade para os profissionais analisarem a evolução e detectar sinais de deterioração precoce, sendo, possível antever as complicações e ajustar os planos de tratamento⁽²⁾.

Na prática atual, as LPP são monitorizadas por meio do julgamento clínico do profissional de saúde, especialmente do enfermeiro, apoiados em instrumentos e escalas de avaliação padronizadas⁽³²⁾. A literatura internacional disponibiliza diversas ferramentas para avaliação de feridas, dentre elas destaca-se a Classificação Internacional das LPP em Estágios, as quais são categorizadas a partir do dano tissular⁽¹⁴⁾:

- **Estágio 1:** pele íntegra com eritema que não embranquece, ou mudanças na sensibilidade, temperatura ou consistência (endurecimento) podem preceder as mudanças visuais.
- **Estágio 2:** perda da pele em sua espessura parcial com exposição da derme, o leito da ferida é viável, de coloração rosa ou vermelha, úmido ou pode apresentar-se como bolha intacta preenchida com exsudato seroso ou rompida.
- **Estágio 3:** perda de pele em sua espessura total, com visualização de tecido adiposo. Pode apresentar tecido inviável, descolamentos e tunelizações.
- **Estágio 4:** perda da pele em sua espessura total e perda tissular, apresenta exposição direta da fáscia, músculo, tendão, ligamento, cartilagem ou osso. Frequentemente ocorrem epíbole (lesão com bordas enroladas), descolamentos e tunelização.
- **Não classificável:** perda da pele em espessura total e perda tissular, na qual não pode ser confirmada visualmente a extensão do dano, pois, frequentemente, a lesão encontra-se encoberta por necrose de liquefação ou coagulação.

- **Tissular profunda:** coloração vermelho escura, marrom ou púrpura, presente em pele intacta ou não, persistente, no qual a dor e mudança de temperatura precedem as alterações de coloração na pele. Por vezes mostram-se como bolha preenchida por exsudato sanguinolento e leito escurecido.

Outro método mundialmente difundido, é o *Red/Yellow/Black Wound Classification System* (RYB), proposto em 1983 por Cuzzel⁽³³⁾, no qual as lesões são classificadas pelo cotejamento entre os tecidos viáveis e inviáveis a partir das colorações apresentadas por eles no *continuum* do processo de cicatrização.

Nesse sistema, o *Red* (Vermelho) corresponde à granulação, *Yellow* (Amarelo) necrose do tipo liquefação (tecido fibrinóide/fibrina) e *Black* (Preto) para necrose seca ou coagulação (escara)⁽³³⁾.

Esse método apresenta-se especialmente útil devido à simplicidade de uso, haja vista que depende da inspeção visual do profissional. Todavia, apresenta limitações uma vez que define que o leito da lesão é representado por uma cor única, e na prática observa-se uma variação de tecidos presentes na ferida, em sua borda e tecidos adjacente, o que pode resultar em ambiguidade nas avaliações⁽³⁴⁾.

Dentre as técnicas para avaliação física de lesões cutâneas utilizados internacionalmente destacam-se, também, os acrônimos “TIME” o qual considera como áreas de interesse a monitorização do tipo de tecido, presença de infecção, umidade e a borda⁽³⁵⁾. E o “MEASURE” que representa, respectivamente, medida, exsudato, aparência e reavaliação⁽³¹⁾.

No quadro I são apresentados alguns instrumentos disponíveis para monitoramento do processo de cicatrização recomendados pelos painéis consultivos, dentre eles, somente o *Pressure Ulcer Scale for Healing (PUSH)* e o

Bates-Jesen Wound Assessment Tool (BWAT) encontram-se adaptados e traduzidos para a cultura brasileira. Neles, o enfermeiro, utiliza o juízo clínico para avaliar os sinais de cicatrização (2,7,8,32).

Quadro I – Características dos instrumentos utilizados para avaliação do processo de cicatrização de lesões por pressão. Brasília, 2019.

Instrumentos	Itens avaliados
PUSH	Tamanho (comprimento, largura e profundidade), quantidade de exsudato e tipo de tecido presente no leito da ferida.
BWAT	Tamanho e profundidade, características das bordas, solapamento, tipo e quantidade de tecido necrótico e exsudato, características da pele adjacente, características periféricas (edema e endurecimento).
DESIGN	Tamanho e profundidade, exsudato, sinais de infecção e inflamação, tecido viáveis (granulação) e inviáveis (necrose).
DESIGN-R	Profundidade e tamanho, presença de exsudato, sinais de inflamação e infecção, tecidos presentes no leito da ferida (granulação e necrose) e descolamento.

Fonte: 2,7,8,32

Todavia, o diagnóstico e a avaliação de LPP fundamentados somente na habilidade profissional de extrair visualmente características das feridas tem-se demonstrado subjetivo e impreciso. De acordo com o estudo de Dufrene⁽⁴⁾, foram encontradas na literatura discordâncias e baixa precisão na documentação de LPP quando comparada a avaliação física dos pacientes, principalmente na identificação do tipo de tecido presente no leito da lesão, exsudato ou ainda seu tamanho.

Nesse contexto, a fim de minimizar as limitações da avaliação, identificação e classificação dos tecidos baseados apenas na observação visual e documentação manual, emergiu a utilização das fotografias como complemento à documentação^(10,36).

As fotografias digitais compõem banco de dados que pode ser utilizado como recurso permanente de consulta, fonte de informações sobre a assistência prestada para o acompanhamento da evolução das lesões, pois imagens registradas a

intervalos regulares são capazes de demonstrar com fidedignidade alterações que acometem os tecidos cutâneos e mucosas, assim como, favorecem a obtenção de medidas de maior precisão das lesões⁽³⁶⁾.

3.5 GESTÃO DAS LPP POR PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS

A incorporação de fotografias contribuiu substancialmente para a clareza e objetividade da análise das informações acerca do aspecto das feridas e a evolução do tratamento. Aliados a ela, o rastreamento automatizado do processo de cicatrização, a partir de análise computacional das imagens, tem-se demonstrado um campo ativo de pesquisa em saúde⁽³⁶⁾.

O processamento digital de imagens é uma área da Ciência da Computação que se utiliza de algoritmos para adquirir e manipular dados a partir de uma fotografia, com o intuito de obter informações específicas, realçando as de maior importância e removendo as desnecessárias. O reconhecimento dos padrões dá-se pela aquisição, pré-processamento, segmentação, representação, descrição e interpretação⁽³⁷⁾.

Nessa perspectiva, surgiram softwares para computadores e, mais recentemente, aplicativos para smartphones e tablets que possibilitam a análise de lesões de diversas etiologias, a partir de procedimentos matemáticos para cálculo de área de superfície e profundidade, além de iniciativas para segmentar e classificar os diferentes tipos de tecidos presentes no leito das lesões⁽³⁸⁻⁴²⁾.

A quantificação da distribuição de cores no leito da ferida por técnicas de processamento de imagens fornece subsídios para caracterização e análise do dinâmico processo de reparo tecidual. Diversas tentativas para extrair características das feridas, através do uso de algoritmos de segmentação aplicado em diferentes espaço de cores com o intuito de objetivamente monitorar as

mudanças de coloração durante a cicatrização, foram relatadas na literatura mundial⁽³⁶⁾.

Uma das primeiras experiências foi uma abordagem computacional semiautomática utilizada para estimar o status cicatricial desenvolvida na Suécia. Nela fotografias de lesões foram utilizadas como dados de entrada para, a partir de 16 classificadores, o operador destacar as áreas de interesse, gerando uma imagem binária⁽⁴³⁾.

De acordo com a gravidade da ferida, um dos classificadores treinados é selecionado e, então, a imagem digital é classificada e combinada a imagem binária, dando os parâmetros qualitativos (proporção de necrose x granulação) e tamanho da lesão⁽⁴³⁾.

A mudança na composição tecidual, também, foi o parâmetro para a elaboração de uma matriz de mapeamento computacional semiautomático em Amsterdam. Suas fundamentações eram as combinações entre as coordenadas do espectro de cores *Red/Green/Blue* (RGB) e do sistema de classificação RYB, a fim de estimar o tempo necessário para a cicatrização a partir da mudança na coloração do leito da lesão⁽⁴⁴⁾.

Considerando que a aparência visual de uma ferida contém uma riqueza de informações sobre sua causa, gravidade, mudança no status cicatricial e prognóstico. Herbin et al⁽⁴⁵⁾ desenvolveram na França um método de diferenciação entre pele íntegra e não-integra a partir da quantificação das cores utilizando tanto o RGB como o espaço Matriz/Saturação/Intensidade (HSI)⁽⁴⁵⁾.

No Reino Unido, o tecido de liquefação de 30 LPP foi segmentado e classificado com base nas alterações de tonalidade no modelo HSI. Após a delimitação da lesão, realizada semi-automaticamente, a quantidade de liquefação

era calculada como preditor de cicatrização. A precisão da avaliação de cores foi comparada à realizada por especialistas, e 75% de concordância foi relatada⁽⁴⁶⁾.

Contudo, concluiu-se que a avaliação apenas por imagens não foi suficiente considerando as múltiplas variáveis envolvidas tais como dor, tecido adjacente, odor, e etc. Além disso, as condições de iluminação afetaram a confiabilidade dos resultados apresentados⁽⁴⁶⁾.

Em 2004, a mesma equipe de pesquisadores ampliou o número de lesões avaliadas para 50, e os resultados envolveram uma calibração na intensidade das cores amarela e vermelha antes da análise da ferida. Os achados das avaliações a partir do software foi comparado a expertise de profissionais, e demonstraram pequenas diferenças, constatando a eficácia da técnica de visão computacional⁽⁴⁷⁾.

A partir do século XXI técnicas de aprendizado de máquina com o intuito de extrair características de feridas começaram a ser amplamente testadas. Primeiramente, estudou-se a relação entre a cor da lesão e da inflamação resultante da infecção local. A partir do delineamento manual dos contornos da lesão foram separados os limites entre tecidos “saudável” e “não saudável”. Os métodos de regressão logística, *Support Vector Machine* (SVM) e rede neural artificial (RNA) foram utilizados como classificadores⁽⁴⁸⁾.

Os resultados do desempenho foram comparados entre eles e a opinião de especialistas. O aprendizado de máquina supervisionado SMV demonstrou ser um classificador de melhor desempenho que a maioria dos especialistas⁽⁴⁸⁾.

Posteriormente técnicas de amostragem de histogramas multidimensionais foram aplicadas nos Estados Unidos, com o intuito de fornecer um conjunto de vetores de características de entrada para SMV. Os resultados experimentais indicaram que a amostragem do histograma de cor 3D gera recursos de entrada

com uma maior discriminação, melhorando a precisão na segmentação da área da ferida em 20-30%^(49,50).

Na França em 2007 imagens de feridas foram impostas a um método de segmentação não supervisionado antes da classificação, a fim de aumentar a robustez da rotulagem dos tecidos. Em seguida, os descritores de cor e textura foram calculados em cores perceptivelmente uniformes nos espaços La^*b^* e LC^*h^* ⁽⁵¹⁾.

A técnica foi aplicada em amostras de teste e os resultados indicaram um desempenho de 75% de classificação para granulação e 60% para tecido de liquefação⁽⁵¹⁾.

No Brasil, duas abordagens foram descritas, na primeira uma técnica não invasiva e automatizada baseada RNA foi aplicada em 25 imagens de treinamento e em 50 para teste e validação do método. Os resultados obtidos foram comparados à avaliação oferecida pelo programa *ImageJ*[®], e apontaram variações aceitáveis entre os métodos, no que se refere à automatização do cálculo da área total, identificação ou quantificação de fibrina e tecido de granulação. Demonstrando que ambas são técnicas aplicáveis na prática clínica, salientando a superioridade da RNA por ser isenta de interferência humana na delimitação dos contornos da lesão⁽⁵²⁾.

Na segunda, um método de análise da composição tecidual foi testado em 172 lesões em perna, sendo comparado a avaliação por especialistas a partir do traçado manual. A diferença entre os dois métodos apontou um erro médio, na estimativa da composição tecidual, de $22,7\% \pm 10,7\%$ ⁽⁵³⁾.

Os resultados do estudo demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre a área da lesão obtida automaticamente e a mesma região da lesão desenhada manualmente por um especialista⁽⁵³⁾.

Na Espanha, Veredas et al^(54,55) propuseram um sistema automático de classificação de tecidos baseados no agrupamento *k-means* e o compararam a três abordagens de aprendizado de máquina: RNA, SMV e árvore de decisão. Os desfechos demonstraram altas taxas de desempenho dos classificadores com precisão geral de 95%.

O sistema de classificação de tecidos para feridas crônicas e complexas desenvolvido na Índia aplicou técnicas estatísticas de aprendizado de máquina. Primeiramente, as imagens RGB originais foram transformadas para HSI. Posteriormente, o componente "S" foi selecionado por fornecer maior contraste. As imagens foram, então, segmentadas utilizando limiares baseados em divergência *fuzzy*, para minimizar a ambiguidade das bordas⁽⁵⁶⁾.

Extraídas as características de cor e textura, que descrevem os tecidos necróticos e de granulação, por cálculos matemáticos estas foram apresentadas a um classificador bayesiano e ao SVM. Os resultados do estudo apontaram que o SMV com polinomial de 3ª ordem *kernel* revelou uma acurácia para os tecidos de esfacelo, granulação e necrose de 90,47%, 86,94% e 75,53%, respectivamente⁽⁵⁶⁾.

Cada modelo foi ajustado e treinado independentemente, o SVM e a árvore de decisão aleatória apresentaram altas taxas de desempenho ao classificar padrões de leito da lesão compostos por cor, textura, morfologia e topologia. Principalmente, na classificação de tecidos necróticos de coagulação e liquefação. Os três modelos, também, demonstraram alta eficácia na identificação de áreas perilesionais⁽⁵⁶⁾.

Fauzi et al ⁽⁹⁾ implementaram, também em feridas complexas, uma técnica de segmentação baseada em um mapa de probabilidade vermelho-amarelo-preto-branco. O sistema foi testado em 80 imagens de lesões as quais exibiam diferentes estágios e tecidos, alguns dos quais representavam na paleta de cores o mesmo tom que tecido saudável e pele adjacente.

Os resultados da abordagem demonstraram uma precisão global de 75,1%, contudo, é limitado na segmentação e caracterização de lesões em peles escuras, especialmente ao tentar identificar necrose de coagulação, e peles caucasianas ao segmentar tecidos de granulação recém-formados⁽⁹⁾.

Nos Estado Unidos, a técnica de segmentação da ferida baseada no modelo de rede neural convolucional (ConvNet) foi testada na detecção de infecção e predição de cicatrização, por meio de processo de regressão Gaussiano. Os resultados mostraram que o *ConvNet* teve uma precisão melhor em comparação ao classificador SVM⁽⁵⁷⁾.

A segmentação baseada em mudanças de contraste, utilizando frequências sintéticas obtidas a partir do valor da escala de cinza disponível em cada pixel da imagem, aliada a geometria toroidal foi usada para decompor 51 imagens de LPP na Espanha⁽⁵⁸⁾.

A imagem decomposta foi binarizada aplicando o limite de Otsu permitindo obter contornos que descrevem as variações de contraste, e então, operadores morfológicos foram usados para refinar o resultado final. O sistema alcançou uma precisão média de 89% e um tempo de processamento de 9,04 segundos⁽⁵⁸⁾.

Com o rápido desenvolvimento e a ampla adoção da tecnologia de fotografia digital em smartphones emergiu a possibilidade de rastrear alterações de feridas por aplicativos móveis.

Nessa perspectiva, em Portugal foi desenvolvido um método de processamento de imagem de feridas crônicas cujo objetivo era fornecer informações referentes a sua área e composição tecidual. O aplicativo móvel criado a partir da técnica permitiu a segmentação total de 97% das 200 úlceras analisadas e apresentou boa correlação quando comparada com a avaliação dos profissionais de saúde⁽³⁸⁾.

Em 2018, a partir de uma parceria entre pesquisadores da Espanha, Egito Estados Unidos e Colômbia, foi proposta uma abordagem baseada em uma rede neural de conectividade 3D para classificar e segmentar automaticamente os tecidos presentes no leito das feridas⁽³⁹⁾.

A ideia principal do sistema proposto foi extrair de imagens das lesões regiões de interesse, a fim de definir a partir do treinamento da rede neural a área ulcerada, a pele íntegra e outros objetos de fundo. Essa estrutura foi testada e treinada em 193 imagens, e os resultados demonstraram que o primeiro estágio do sistema proposto pode detectar a área da úlcera automaticamente com alta precisão⁽³⁹⁾.

Posteriormente, o mesmo grupo propôs uma técnica utilizando equações paramétricas toroidais para decomposição e segmentação de imagens sem resolver equações diferenciais, e desenvolveu um aplicativo móvel para tablets com sistema operacional Android⁽³⁹⁾.

O aplicativo foi testado em 40 imagens e comparado a segmentação manual por profissionais. A técnica proposta foi comparada, também, as técnicas de segmentação contornos ativos sem arestas e contornos dinâmicos. O método apresentou um tempo de processamento de até 7 minutos e necessita de maiores testes⁽⁴⁵⁾.

Os procedimentos descritos na literatura, em geral, apresentam resultados satisfatórios, mas são difíceis de implementar em dispositivos móveis, nos quais as estruturas dos softwares e o poder computacional são limitados. Nessa perspectiva, pesquisadores do Canadá propuseram uma abordagem semelhante à de Mukherjee et al⁽⁵⁶⁾, e desenvolveram um procedimento implantável em smartphones, robusto o suficiente para funcionar bem sob condições diferentes de iluminação⁽⁶⁰⁾.

Para avaliar a viabilidade, 119 imagens foram tiradas com um smartphone iPhone. Um algoritmo de análise de imagem foi desenvolvido para classificar quantitativamente o conteúdo da ferida como um índice de cicatrização de feridas⁽⁶⁰⁾.

O núcleo do algoritmo envolveu a transformação da imagem colorida em espaço de cores HSI, após o qual um limite pode ser aplicado com confiabilidade para produzir segmentação usando o modelo de ferida RYB. Nesse método a porcentagem de composição da ferida mostrou uma tendência diferente das medidas da área da ferida, sugerindo seu papel como métrica complementar⁽⁶⁰⁾.

No Brasil, o classificador supervisionado *Optimum Path Forest* (OPF) foi utilizado no desenvolvimento de um aplicativo para smartphones cuja finalidade era segmentar e classificar tecidos em feridas complexas⁽⁶¹⁾.

Um *framework* para o desenvolvimento de técnicas de reconhecimento de padrões baseados em partições de caminhos foi treinado a partir de 108 imagens previamente rotuladas por profissionais enfermeiros. A aplicação do OPF a feridas complexas trouxe como resultado uma acurácia de $77,52 \pm 6,14\%$, equiparando-se a avaliação de especialista em feridas⁽⁶¹⁾.

Ainda que, a literatura aponte resultados promissores, algumas limitações são observadas ao avaliar as publicações referentes a temática. Primeiro, há uma necessidade de melhorar a precisão da classificação automática para os limites internos e externo das úlceras. Diferentes trabalhos apontaram que determinar a região de interesse para análise manualmente pode suscitar imprecisões^(43,44,48,52,53).

Em segundo, a prática clínica não oferece as condições ideais para aquisição das imagens, podendo a tonalidade da pele representar tecidos saudáveis ou não, a depender da luminosidade do ambiente, fator pode levar a equívocos na verdadeira composição tecidual da lesão⁽⁹⁾.

Além disso, os profissionais de saúde, em especial os do Sistema Único de Saúde, necessitam de um sistema eficiente de segmentação automático, em tempo real, portátil e gratuito para avaliação e documentação das lesões.

3.6 APLICATIVOS MÓVEIS PARA O GERENCIAMENTO DE FERIDAS

O avanço recente na tecnologia de desenvolvimento de aplicativos para smartphones tem aberto novas soluções para a infraestrutura e as barreiras de custo atribuídos ao carregamento digital da foto em um computador.

A seguir, serão apresentados alguns aplicativos móveis descritos na literatura, com o propósito de promover a segurança do paciente, aprimorar os resultados, favorecer a eficiência financeira, otimizar o tratamento baseado na evolução da cicatrização, e facilitar a comunicação entre os profissionais de saúde, com suas implicações e limitação a prática clínica.

O aplicativo *Mobile Wound Analyzer* (MOWA[®]) foi desenvolvido em 2011 pela empresa Healthpath para uso em smartphones Android e IOS. Oferece apoio ao profissional na análise de LPP pelo registro fotográfico realizado pelo app ou

imagens recuperadas no hardware do equipamento. O sistema é capaz de caracterizar a composição tecidual, calcular a área da ferida e sugerir tratamentos⁽⁶²⁾.

Contudo, para o processamento da imagem, é necessário que o usuário projete manualmente uma máscara na área de interesse para a segmentação ser realizada. Todo processo leva cerca de 3 minutos. O app oferece a opção de salvar e enviar o relatório de caracterização em qualquer formato^(38,63).

Embora a caracterização fornecida pelo app seja completa, uma das suas grandes limitações está no fato de não permitir comparação física ao longo do tempo, pois apenas avalia LPP em estágio 2 em diante e a identificação dos tecidos no leito da ferida é influenciada pela qualidade da foto. Ademais, há custos para sua aquisição e encontra-se, atualmente, indisponível nas lojas de aplicativos no Brasil^(38,63).

O aplicativo *Smart Wound Care* foi criado com o objetivo de promover e realizar consultas remotamente, permitindo a organização e análise dos dados inseridos, além de fornecer um suporte ao paciente com tutoriais, simulações e descrições de terminologias especializadas⁽⁶⁴⁾.

Embora esteja disponibilizado gratuitamente para dispositivos Android e IOS no Brasil, esse aplicativo móvel não realiza a caracterização da ferida por meio do processamento de imagens, fornecendo apenas um sistema de armazenamento das informações do paciente, imagens das lesões, tratamentos e avaliações baseadas no PUSH e na escala de Braden⁽⁶⁴⁾.

O *+WoundDesk* aplicativo móvel disponível para dispositivos Android objetiva otimizar o tempo de avaliação das feridas por parte dos profissionais e evitar erros na condução terapêutica de LPP, lesões em pé diabético e

queimaduras. As avaliações das feridas são realizadas semi-automaticamente pela seleção da área de interesse para avaliação manualmente. Fornece medidas da área da ferida, escores de gravidade e localização⁽⁶⁵⁾.

O relatório da avaliação inclui o registro de tratamentos e curativos, medições de feridas e informações clínicas importantes sobre os pacientes. No entanto, a maioria dos dados deve ser incluída manualmente pelo usuário e o app não estabelece conexões entre as medições da ferida e sua gestão por si só⁽³⁸⁾.

O *WoundDoc2* é um aplicativo disponível gratuitamente para dispositivos Android e IOS, desenvolvido pela HIPAA Compliant e CE Certified que auxilia no acompanhamento dos pacientes e suas feridas crônicas. Além de, fornecer local para documentação, ferramentas para medições de superfície de ferida semiautomáticas e análises da composição tecidual⁽⁶⁶⁾.

Consiste em um sistema de avaliação no qual o usuário insere os dados referentes às variáveis intrínsecas e extrínsecas do processo de cicatrização, realiza o registro fotográfico ou captura a imagem da lesão, define manualmente seus contornos e os valores de comprimento e largura⁽⁶⁶⁾.

A partir desses dados o software calcula a área de superfície total da lesão, e fornece o percentual de tecidos presentes em um arquivo exportável em formato *Portable Document Format (PDF)*⁽⁶⁶⁾.

Conforme apresentado, pode-se compreender a relevância da avaliação minuciosa das LPP, a fim de se ter eficácia nas intervenções que visem o processo de cicatrização. A avaliação deve ser fundamentada em escalas validadas por sua simplicidade em gerar dados semi-quantitativos e promover melhor gestão dos recursos^(7,8). Todavia, depende da inspeção visual sendo susceptível a falhas humanas, pois advém da expertise do observador⁽⁴⁾.

Além disso, essa avaliação deve ser registrada cuidadosamente haja vista que as ações de enfermagem são orientadas pelas informações advindas do monitoramento da lesão. Dessa maneira, o cuidado torna-se oportuno as necessidades do indivíduo, adicionando segurança ao processo de cuidar e melhorando a comunicação entre os profissionais envolvidos⁽³⁸⁾.

Entretanto, nem sempre os dados provenientes do monitoramento clínico das LPP são documentados consistentemente pois, seu registro constitui um trabalho adicional ao profissional⁽³⁸⁾.

Nesse contexto, a fim de minimizar as limitações da avaliação, identificação e classificação dos tecidos baseados apenas na observação visual e documentação manual pelos profissionais de saúde, e com a evolução tecnológica, emergiu a utilização das tecnologias computacionais no acompanhamento das feridas, especialmente as móveis⁽³⁶⁾.

Contudo, os aplicativos disponíveis nas lojas oficiais do Brasil e descritos na literatura, seja para dispositivos Android e IOS, ainda não são capazes de caracterizar completamente as LPP. Dentre as principais limitações tecnológicas destacam-se: definições manuais dos limites da lesão, cálculo da área necessita de intervenções do usuário, as imprecisões na composição tecidual do leito das lesões (ambiguidade de cores) e a disponibilidade somente em língua inglesa.

Nesse contexto, propõem-se nessa pesquisa o desenvolvimento de uma técnica de processamento de imagens digitais e concepção de um aplicativo móvel para *smartphones* capaz analisar automaticamente o leito das LPP e extrair características relativas à composição tecidual. Por meio do registro fotográfico e análise computadorizada espera-se minimizar a subjetividade das avaliações visuais, os riscos de contaminação e falhas na documentação clínica das lesões.

3.8 REFERÊNCIAS

1. Favreto FJL, Betiulli SE, Silva FB, Campa A. O papel do enfermeiro na prevenção, avaliação e tratamento das lesões por pressão. *Rev Gest Saude*. 2017;17(2):37-47.
2. National Pressure Ulcer Advisory Panel. European Pressures Ulcer Advisory Panel. Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevenção e tratamento de úlceras por pressão: guia de consulta rápida [Internet]. 2014 [acesso em 2017 Jan 20]. Disponível em: http://portaisars.azurewebsites.net/norte/wp-content/uploads/sites/3/2017/12/Portuguese-Quick-Reference-Guide-Jan2015_guia_cons_rapido.pdf.
3. Bajay HM, Araújo, IEM. Validação e confiabilidade de um instrumento de avaliação de feridas. *Acta Paul Enferm*. 2006 Jul-Sep;19(3):290-295.
4. Dufrene C. Photography as an adjunct in pressure ulcer documentation. *Crit Care Nurs Q*. 2009 Apr-Jun;32(2):77-80.
5. Gardona RGB, Ferracioli MM, Salomé GM, Pereira MTJ. Avaliação da qualidade dos registros dos curativos em prontuários realizados pela enfermagem. *Rev Bras Cir Plast*. 2013 Jul-Sep;28(4):686-690.
6. Bajay HM, Pedrosa MMO, Lourença MTN, Cortex SL, Paula MAB. Registro de avaliação e evolução de feridas: subsídios para reflexão e mudanças. *Rev Estima* [Internet]. 2003 [acesso em 2018 Jan 19];1(2). Disponível em: <https://www.revistaestima.com.br/index.php/estima/article/view/128>.
7. Alves DFS, Almeida AO, Silva JLG, Morais FI, Dantas SRPE, Alexandre NMC. Tradução e adaptação do Bates-Jensen wound assessment tool para cultura brasileira. *Texto Contexto Enferm* [Internet]. 2015 Jul-Sep [acesso em 2018 Apr 20];24(3):826-833. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-07072015000300826&script=sci_abstract&tlng=pt. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-07072015001990014>.
8. Santos VLCG, Azevedo MAJ, Silva TS, Carvalho VMJ, Carvalho VF. Adaptação transcultural do pressure ulcer scale for healing (PUSH) para a língua portuguesa. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2005 May-Jun;13(3):305-313.
9. Fauzi MFA, Khansa I, Catignani K, Gordillo G, Sen CK, Gurcan MN. Segmentation and management of chronic wound images: a computer-based approach. In: Shiffman MA, Low M, editors. *Recent clinical techniques, results, and research in wounds* [Internet]. Switzerland: Springer; 2018 [acesso em 2019 Jul 20]. Disponível em: https://doi.org/10.1007/15695_2018_131.
10. Cortes OL, Alvarado PA, Rojas YA, Salazar LD, Acuña X, Esparza M. Fotografia digital: uma ferramenta para enfermagem na avaliação das lesões por pressão. *Invest Educ Enferm* [Internet]. 2018 May-Aug [acesso em 2018 May 20];36(2):e07. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-

53072018000200007&lng=en&nrm=iso.

doi:

<http://dx.doi.org/10.17533/udea.iee.v36n2e07>.

11. Cunha JB, Dutra RAA, Salomé GM, Ferreira LM. Sistema computacional aplicado à tecnologia móvel para avaliação e tratamento de feridas. *Rev Enferm UFPE on line [Internet]*. 2018 May [acesso em 2017 Jul 12];12(5):1263-72. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/230677>. doi: <https://doi.org/10.5205/1981-8963-v12i5a230677p1263-1272-2018>.
12. Han G, Ceilley R. Chronic wound healing: a review of current management and treatments. *Adv Ther*. 2017 Mar;34(3):599–610.
13. Eberhardt TD, Kessler M, Soares RSA, Lima SBS, Fonseca GGP, Rodrigues LR. Mensuração de feridas: revisão de literatura. *Cien Saude*. 2015;8(2):79-84.
14. Associação Brasileira de Estomaterapia (Brasil); Associação Brasileira de Enfermagem em Dermatologia (Brasil). Classificação das lesões por pressão: consenso NPUAP 2016 [Internet]. 2016 [acesso em 2017 Nov 17]. Disponível em: <http://www.sobest.org.br/textod/35>. Adaptada culturalmente para o Brasil: Caliri MHL, Santos VLCG, Mandelbauam MHS, Costa IG.
15. Wada A, Teixeira N 3rd, Ferreira MC. Úlceras por pressão. *Rev Med*. 2010;89(3-4):170-177.
16. Mendonça PK. Lesões por pressão: ocorrência, fatores de risco e prática clínica preventiva dos enfermeiros em centros de terapia intensiva [dissertação]. [Campo Grande (MS)]: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2017.
17. Mazzo A, Miranda FBG, Meska MHG, Bianchini A, Bernardes RM, Pereira GA Jr. Ensino de prevenção e tratamento de lesão por pressão utilizando simulação. *Esc Anna Nery*. 2018;22(1):e20170182.
18. Souza NR, Freire DA, Souza MAO, Melo JTS, Santos LV, Bushatsky M. Fatores predisponentes para o desenvolvimento da lesão por pressão em pacientes idosos: uma revisão integrativa. *Rev Estima*. 2017;15(4):229-239.
19. Lucena AF, Almeida MA, Santos CT. Risco de úlcera por pressão: um novo e importante diagnóstico de enfermagem. In: Herdman TH, Napoleão AA, Lopes CT, Silva SM. PRONANDA: Programa de Atualização em Enfermagem: Ciclo 5. Porto Alegre (RS): Artmed Panamerica; 2017. p. 93-126.
20. Tristão FSA, Sales J, Rossales J. Modificações que ocorrem na pele no decorrer do ciclo vital e condições para a cicatrização. In: Tristão FSA, Padilha MAS, organizadores. Prevenção e tratamento de lesões cutâneas: perspectivas para o cuidado. Porto Alegre: Moriá; 2018. p. 19-42.
21. Galetto SGS, Nascimento ERP, Hermida PMV, Malfussi LBH. Lesão por pressão relacionadas a dispositivos medicos: revisão integrative da literature. *Rev Bras Enferm*. 2019;72(2):528-536.

22. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Nota técnica GVIMS/GGTES nº 03/2017: práticas seguras para prevenção de lesão por pressão em serviços de saúde. Brasília: Anvisa; 2017.
23. Zimmermann GS, Cremasco MF, Zanei SSV, Takahashi SM, Cohrs CR, Whitaker IY. Predição de risco de lesão por pressão em pacientes de unidade de terapia intensiva: revisão integrativa. *Texto Contexto Enferm*. 2018;27(3):e3250017.
24. Pereira GB, Viero NC, Piva NJ. Desafios na prevenção de lesão por pressão. In: Tristão FSA, Padilha MAS, organizadores. *Prevenção e tratamento de lesões cutâneas: perspectivas para o cuidado*. Porto Alegre: Moriá; 2018. p. 179-202.
25. Andrade CCD, Almeida CFSC, Pereira WE, Alemão MM, Brandão CMR, Borges EL. Custos do tratamento tópico de paciente com úlcera por pressão. *Rev Esc Enferm USP*. 2016;50(2):295-301.
26. Joyce P, Moore ZEH, Christie J. Organisation of health services for preventing and treating pressure ulcers. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2018 Dec 9 [acesso em 2019 May 10];12:CD012132. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012132.pub2>.
27. Lima AFC, Castilho V, Baptista CMC, Rogenski NMB, Rogenski KE. Direct cost of dressings for pressure ulcers in hospitalized patients. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2016 Mar-Apr [acesso em May 10];69(2):269-275. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167.2016690212i>.
28. Moraes JT, Borges EL, Lisboa CR, Cordeiro DCO, Rosa EG, Rocha NA. Conceito e classificação de lesão por pressão: atualização do National Pressure Ulcer Advisory Panel. *Rev Enferm Cent Oeste Min*. 2016 May/Agu;6(2):2292-2306.
29. Carvalho MRF. Algoritmo e aplicativo para prevenção e tratamento de lesão por pressão [dissertação]. Pouso Alegre (MG): Universidade do Vale do Sapucaí; 2016. 92 f.
30. Conselho Federal de Enfermagem (Brasil). Guia de Recomendações para registros de enfermagem no prontuário do paciente e outros documentos de enfermagem [Internet]. 2016 [acesso em 2017 Jan 28]. Disponível em: <http://www.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2016/08/Guia-de-Recomenda%C3%A7%C3%B5es-CTLN-Vers%C3%A3o-Web.pdf>.
31. Rosso LH de, Born MC, Santos CT. Processo de enfermagem como norteador para a avaliação, prevenção e tratamento de lesões cutâneas In: Tristão FSA, Padilha MAS, organizadores. *Prevenção e tratamento de lesões cutâneas: perspectivas para o cuidado*. Porto Alegre: Moriá; 2018. p. 65-79.
32. Garbuio DC, Zamarioli CM, Silva NCM, Oliveira-Kumakura ARS, Carvalho EC. Instrumentos para avaliação da cicatrização de lesões de pele: revisão integrativa. *Rev Eletron Enferm* [Internet]. 2018 [acesso em 2019 Jun 15]; 20:v20a40. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ree.v20.49425>.

33. Cuzzell JZ. The new RYB color code. *Am J Nurs*. 1988 Oct;88(10):1342-1346.
34. Faller NANN. The yellow-red-black blandder diary: red-yellow-black is not just for wounds. *Ostomy Wound Manage*. 2009 Dec;55(12):26-32.
35. Dowsett C. T.I.M.E. to improve patient outcomes: use of a clinical decision support tool to optimise wound care. *Br J Community Nurs*. 2019 Mar; 1;24(Sup3):S6-S11.
36. Mohafez H, Ahmad SA, Roohi SA, Hadizdeh M. Wound healing assessment using digital photography: a review. *J Biomed Eng Medical Imaging [Internet]*. 2016 [acesso em 2017 Jan 15];3(5). Disponível em: <https://journals.scholarpublishing.org/index.php/JBEMi/article/view/2203/1314>. doi: <https://doi.org/10.14738/jbemi.35.2203>.
37. Albarello JR. Processamento de imagens digitais para modelagem e controle do tratamento de feridas cutâneas [dissertação]. [Itujui (RS): Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul; 2013.
38. Frade RMA. Automatic classification of ulcers through visual image. [dissertação]. Porto: Faculdade de Engenharia do Porto; 2017.
39. Garcia-Zapirain B, Sierra-Sosa D, Ortiz D, Isaza-Monsalve M, Elmaghraby A. Efficient use of mobile devices for quantification of pressure injury images. *Technol Health Care*. 2018;26(S1):269-280.
40. Wang SC, Anderson JAE, Evans R, Woo K, Beland B, Sasseville D, Moreau L. Point-of-care wound visioning technology: Reproducibility and accuracy of a wound measurement app. *PLoS ONE [Internet]*. 2017 Aug [acesso em 2017 Sep 10];12(8):e0183139. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0183139>. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183139>.
41. Tibes CM, Cherman EA, Souza VMA, Évora YDM, Zem-Mascarenhas SH. Processamento de imagens em dispositivos móveis para classificar lesões por pressão. *Rev Enferm UFPE on line [Internet]*. 2016 Nov [acesso em 2017 Jun 10];10(11):3840-3847. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/11464>. doi: <https://doi.org/10.5205/1981-8963-v10i11a11464p3840-3847-2016>.
42. Rodrigues JJ, Pedro LM, Vardasca T, Torre-Díez I, Martins HMG. Mobile health platform for pressure ulcer monitoring with electronic health record integration. *Health Informatics J*, 2013 Dec;19(4):300-311.
43. Arnqvist J, Hellgren J, Vincent J. Semiautomatic classification of secondary healing ulcers in multispectral images. 9th International Conference on Pattern Recognition; 1988. IEEE Comput Soc Press; 1988. p. 459-461.
44. Mekkes JR, Westerhof W. Image processing in the study of wound healing. *Clin Dermatol*. 1995 Jul-Aug;13(4):401-407.

45. Herbin M, Bon FX, Venot A, Jeanlouis F, Dubertret ML, Dubertret L, et al. Assessment of healing kinetic through true color image processing. *IEEE Trans Med Imaging*. 1993;12(1):39-43.
46. Hoppe A, Wertheim D, Melhuish J, Morris H, Harding KG, Williams RJ. Computer assisted assessment of wound appearance using digital imaging. 23rd Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc; 2001 Oct 25-28; Istanbul, Turkey. Annual Reports Res React Institute; 2001. p. 2595-2597.
47. Oduncu H, Hoppe A, Clark M, Williams RJ, Harding KG. Analysis of skin wound images using digital color image processing: a preliminary communication. *Int J Low Extrem Wounds*. 2004 Sep;3(3):151-156.
48. Belem B. Non-invasive wound assessment by image analysis [tese]. [Wales (Reino Unido)]: University of Glamorgan; 2004.
49. Kolesnik M, Fexa A. Multi-dimensional color histograms for segmentation of wounds in images. In: Kamel M, Campilho A, editors. *Image analysis and recognition*. Switzerland Berlin: Springer-Verlag; 2005. ICIAR 2005, LNCS 3656, p. 1014-1022.
50. Kolesnik M, Fexa A. Segmentation of wounds in the combined color-texturefeature space. *Proc. SPIE, Med. Imaging*. 2004;5370:549–556.
51. Wannous H, Treuillet S, Lucas Y. Supervised tissue classification from color images for a complete wound assessment tool. 29th Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc; 2007 Aug 23-26; Lyon, France. Annual Reports Res React Institute; 2007. p. 6032-6035.
52. Tarallo AS. Segmentação e classificação de imagens digitais de úlceras cutâneas através de redes neurais artificiais [dissertação]. São Carlos (SP): Escola de Engenharia de São Carlos; 2007.
53. Dorileo EAG, Frade MAC, Rangayyan RM, Azevedo-Marques PM. Segmentation and analysis of the tissue composition of dermatological ulcers. In: *Electrical and Computer Engineering (CCECE)*. Calgary (AB); 2010 May 2-5. p.1-4.
54. Veredas F, Mesa H, Morente L. Binary tissue classification on wound images with neural networks and bayesian classifiers. *IEEE Trans Med Imaging*. 2010;29(2):410-427.
55. Veredas FJ, Luque-Baena RM, Martín-Santos FJ, Morilla-Herrera JC. Wound image evaluation with machine learning. *Neurocomputing*. 2015 Mar;164:112-22.
56. Mukherjee R, Manohar DD, DAS DK, Achar A, Mitra A, Chakraborty C. Automated tissue classification framework for reproducible chronic Wound assessment. *Biomed Res Int*. 2014 Jul;2014:1-9.
57. Wang C, Yan X, Smith M, Kochhar K, Rubin M, Warren SM, et al. A unified framework for automatic wound segmentation and analysis with deep

- convolutional neural networks. 37th Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc; 2015 Aug 25-29; Milan, Italy. Annual international conference; 2015. p. 2415-2418.
58. Ortiz DP, Sierra-Sosa D, Zapirain BG. Pressure ulcer image segmentation technique through synthetic frequencies generation and contrast variation using toroidal geometry. *Biomed Eng Online* [Internet]. 2017 [acesso em 2018 Jan 10];16(4):1-19. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5234262/>.
 59. Garcia-Zapirain B, Elmogy M, El-Baz A, Elmaghraby AS. Classification of pressure ulcer tissues with 3D convolutional neuralnetwork. *Med Biol Eng Comput*. 2018 Dec;56(12):2245-2258.
 60. Shi RB, Qiu J, Maida V. towards algorithm-enabled home wound monitoring with smartphone photography: a hue-saturation-value colour space thresholding technique for wound content tracking. *Int Wound J* [Internet]. 2019 Feb [acesso em 2019 16];16(1):211-218. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/iwj.13011>.
 61. Pereira TACF. Feridas complexas: classificação de tecidos, segmentação e mensuração com o classificador Optimum-Path Forest [dissertação]. Botucatu (SP): Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista; 2018.
 62. Healthpath. Mowa: Mobile Wound Analyzer for Iphone, Ipad and Android. 2011 [acesso em 2018 Apr]. Disponível em: <https://www.healthpath.it/mowa.html>.
 63. Pires MI, Garcia N. Wound area assessment using mobile application. In *Proceedings of the International Conference on Biomedical Electronics and Devices*. Lisboa: Biodevices; 2015. 1:271-282.
 64. Friesen MR, Hamel C, McLeod RD. A mHealth appliction for chronic Wound care: findings of a use trial. *Int. J Eviron Res Public Healt*. 2013 Nov;10(11):6199-6214.
 65. Budnevskiy AV, Andreev AA, Tsvetikova LN, Karapityan AR, Chuyan AO. The practice of use of +WoundDesk mobile application for evaluation of experimental wound repair dynamics. *Sci J* [Internet]. 2017 [acesso em Jun 2018];1(16). Disponível em: <https://pt.slideshare.net/digitalmedlab/the-practice-of-use-of-wounddesk-mobile-application-for-evaluation-of-experimental-wound-repair-dynamics>.
 66. Nilsson CA, Velic M. Classification of ulcer imagens using convolutional neural networks [dissertação]. [Gothenburg (Suíça)]: Chalmers University of Technology; 2018 [acesso em 2018 Dec 10]. Disponível em: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/255746/255746.pdf>.

4. ARTIGO: Aplicativo Móvel de Processamento de Imagens Digitais para Classificação Automática de Tecidos de Lesões por Pressão

Resumo

Objetivo: avaliar o desempenho de uma técnica automática para extração de características dos tipos de tecidos de lesões por pressão por processamento de imagens digitais, embutida em um aplicativo móvel (App) para smartphones. **Metodologia:** estudo transversal controlado, realizado em 20 imagens de lesões sacrais e trocantéricas. Aferiu-se a concordância na caracterização tecidual presente no leito das lesões entre o App e um comitê de juízes. **Resultados:** A precisão global do App na identificação de granulação, liquefação e coagulação foi de 75%. Constatou-se independência intraobservador nos desfechos das aferições realizadas pelo aplicativo. **Conclusões:** o App obteve desfechos promissores ao classificar os tipos de tecidos inviáveis e granulação, sendo necessário aprimoramento do desempenho em feridas complexas e de outras etiologias.

Descritores: Lesão por Pressão, Fotografia, Smartphone.

Abstract

Mobile Imaging App for Automatic Classification of Pressure Injury Tissues

Objective: to evaluate the performance of an automated technique for extraction of characteristics of the types of tissues from pressure lesions by digital image processing, inserted in a mobile application (App) for smartphones. **Methodology:** Cross-sectional, controlled study of 20 images of sacral and trochanteric lesions. The concordance in the tissue characterization present in the center of the lesions between the App and a committee of judges was checked. **Results:** The overall accuracy of the App in the identification of granulation, liquefaction and coagulation was 75%. Intraobserver independence was observed in the results of the measurements performed by the application. **Conclusions:** the App obtained promising outcomes classifying non-viable tissue types and granulation tissue, and an improvement of the app's performance is necessary in complex wounds and other etiologies.

Descriptors: Pressure Ulcer, Photography, Smartphone.

Aplicación móvil de procesamiento de imágenes digitales para la clasificación automática de los tejidos de lesión por presión

Objetivo: evaluar el rendimiento de una técnica automática para extraer características de los tipos de tejido de las lesiones por presión mediante el procesamiento digital de imágenes, incorporado en una aplicación móvil para smartphone. Metodología: estudio transversal controlado hecho en 20 imágenes de lesiones trocántericas y en la región sacro. Se verificó la concordancia en la caracterización de los tejidos presentes en el lecho de las lesiones entre la aplicación y un comité de jueces. Resultados: La precisión general de la aplicación en la identificación de tejidos presentes en el lecho de las LPP (lesiones por presión) fue de 75%. Se comprobó la independencia intraobservadora en los puntos finales de las mediciones realizadas por la aplicación. Conclusiones: la aplicación obtuvo resultados promisorios al evaluar los tipos de tejidos no viables y granulación y es necesario perfeccionar el desempeño en heridas complejas y de otras etiologías.

Descriptorios: Úlcera por Presión, Fotografía, Teléfono Inteligente.

4.1 INTRODUÇÃO

As lesões por pressão (LPP) são definidas como danos localizados na pele, que podem comprometer ou não as regiões subjacentes. Originam-se, comumente, sob proeminências ósseas em decorrência da intensa ou prolongada pressão em associação ao cisalhamento e fricção, acarretando em distúrbios no fluxo sanguíneo da área afetada e, portanto, deterioração progressiva⁽¹⁾.

Desenvolvem-se em quatro estágios, onde, primeiramente, a pele, ainda íntegra, assume uma coloração avermelhada que não embranquece. Caso não seja afastada a etiologia, o tecido pode romper, expondo a derme. Em seguida, há a perda do epitélio em sua espessura total, e a hipoderme passa a ser visível. É também possível observar tendões, músculo e estruturas ósseas⁽²⁾.

Uma das etapas essenciais ao planejamento do cuidado é extrair características das lesões como: tamanho, quantidade de exsudato, regiões perilesionais e, especialmente, a composição tecidual do leito das feridas⁽¹⁾. As decisões clínicas do enfermeiro estão diretamente relacionadas à correta

identificação das áreas com granulação, esfacelo, necrose de coagulação, epitelização, osso, tendão e vasos sanguíneos⁽³⁾.

Na prática clínica do Sistema Único de Saúde, o julgamento dessas variáveis é altamente dependente da expertise profissional, contudo, fundamentá-la na habilidade individual em apreciar visualmente as lesões, tem-se demonstrado subjetivo e impreciso^(4,5).

Nesse contexto, a fim de minimizar as limitações humanas, o rastreamento automatizado dos tecidos por meio de técnicas de processamento digital de imagem, sobretudo as pertinentes à inteligência artificial, tornaram-se um campo ativo de pesquisa em saúde. Assim, o objetivo deste artigo é avaliar o desempenho de uma técnica automática na extração de tipos de tecidos de LPP por processamento de imagens digitais a partir de um aplicativo móvel para smartphones com sistema operacional Android.

4.2 MÉTODOS

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo transversal controlado com abordagem quantitativa, com a finalidade de testar a utilização da Rede Neural Artificial *Self Organizing Maps* (SOM), embutida no App desenvolvido para o processamento de imagens e identificação dos tecidos presentes no leito das LPP.

Participantes da pesquisa

Participaram do estudo indivíduos de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 50 anos, com LPP sacral e trocantérica em estágios 2, 3 e 4, e não classificáveis segundo a classificação da *National Pressure Ulcer Advisory Panel*

(NPUAP); que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a autorização para utilização de imagens para fins de pesquisa. Foram excluídas as lesões cuja angulação e sombreamento inviabilizam a delimitação da borda no registro fotográfico e indivíduos com capacidade cognitiva diminuída ou comunicação verbal prejudicada sem acompanhante.

Foram convidados 30 enfermeiros por meio de correio eletrônico, escolhidos por conveniência, para compor o comitê de juízes, a partir da análise do *Currículo Lattes*, que satisfaziam os critérios: experiência clínica no Distrito Federal (DF); doutorado, mestrado na grande área de concentração das ciências da saúde ou especialização em Estomoterapia e Dermatologia; com atuação no ensino de graduação ou pós-graduação em enfermagem.

Os oito enfermeiros que aceitaram participar da pesquisa receberam um arquivo com as lesões e um formulário de apreciação estruturado conforme o *Red/Yellow/Black Wound Classification System*⁽⁶⁾, no qual Red (vermelho) representa o tecido de granulação, Yellow (amarelo) a necrose de liquefação ou esfacelo e Black (preto) a escara ou necrose de coagulação, sendo acrescentada a coloração Rosa para a representação da epitelização.

Local do estudo

Estudo realizado em dois hospitais públicos da Secretaria de Estado de Saúde do DF em pacientes internados nas unidades de Clínica Médica, Cirúrgica, Ortopedia, Unidade de Terapia Intensiva e Pronto-Socorro.

Coleta de dados

Na primeira fase, desenvolveu-se um algoritmo de reconhecimento de padrões a partir da rede SOM, com o intuito de caracterizar a ferida com base na

cor do tecido representado no leito. Em seguida, foi concebido um aplicativo para smartphones, executado em dispositivo Android com versão 6.0.1 (Marshmallow), no ambiente de desenvolvimento integrado *Android Studio 3.4*, utilizando a linguagem de programação orientada a objetos Java. Para o processamento e documentação, utilizou-se a biblioteca multiplataforma *Open Source Computer Vision* (OpenCV).

Na segunda fase, obteve-se um banco de imagens pela câmera traseira do smartphone, Samsung® modelo J5 Prime, com resolução de 13 megapixels. Sua captação deu-se de forma a reproduzir as condições encontradas nos ambientes clínicos, nos meses de novembro de 2018 a janeiro de 2019. Todos os indivíduos hospitalizados no período foram convidados a participar da pesquisa.

Os registros ocorreram durante a assistência rotineira de enfermagem, após a limpeza das lesões, isento de controle de iluminação e flash, sempre pela mesma pessoa e sem referência métrica, com o paciente posicionado de forma confortável, em decúbito favorável à visualização da ferida, o smartphone mantido paralelo ao leito da LPP, há uma distância de 20 a 30 cm da lesão, utilizando-se uma régua para seu controle.

Procedimentos de análise de dados

A análise frequencial das avaliações do comitê de juízes foi considerada padrão-referência para verificar a capacidade do App em identificar a composição tecidual. Consideraram-se equivalentes as aferições cujos reconhecimentos pelo App eram semelhantes aos dos especialistas. Utilizou-se o *software Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão *Windows 20.0* para análise descritiva dos dados, por meio de medidas de frequência.

Procedimentos éticos

Esta pesquisa obteve aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde do Distrito Federal (CEP/FEPECS), sob o protocolo n.º 2.782.343/2018.

4.3 RESULTADOS

Compuseram o banco de imagens 20 fotografias de LPP sacrais (17) e trocantéricas (3) de 14 pacientes internados nas unidades de Clínica Médica (5), Unidade de Terapia Intensiva (4), Ortopedia (3), Clínica Cirúrgica (1) e Pronto-Socorro (1).

Em relação ao comitê de juízes, 75% eram do sexo feminino com média de idade de $48 \pm 10,28$ anos. Quanto à qualificação profissional, 3 possuem titulação máxima de Doutor; 1 Mestrado; 4 especialistas nas áreas de Estomoterapia, Enfermagem Dermatológica e Residência em Enfermagem Cirúrgica. Houve predomínio do tempo de experiência profissional superior a 30 anos (62,5%), com 50% dos participantes atuando menos de 10 anos na docência em enfermagem e 37,5% exercendo o ensino por mais de 10 anos.

Sobre o julgamento dos especialistas em relação à aparência das lesões, foram observadas divergências de classificação de determinadas zonas das feridas. A fim de se estabelecer a prevalência dos tecidos, realizou-se uma análise frequencial das avaliações, considerando como representativos aqueles identificados por mais de 50% dos participantes. Os resultados estão expressos no Quadro II.

Quadro II - Tecidos presentes no leito das lesões segundo o comitê de especialistas. Brasília-DF, 2019.

Lesões	Tecidos presentes no leito da lesão			
	Granulação	Epitelização	Liquefação	Coagulação
1	Sim	Sim	Sim	
2	Sim	Sim	Sim	Sim
3		Sim	Sim	
4	Sim	Sim	Sim	
5	Sim	Sim	Sim	
6	Sim		Sim	
7	Sim	Sim	Sim	Sim
8	Sim			
9	Sim	Sim	Sim	
10	Sim	Sim	Sim	
11			Sim	
12	Sim		Sim	
13		Sim	Sim	
14	Sim		Sim	
15	Sim		Sim	
16	Sim		Sim	Sim
17		Sim		
18			Sim	
19				Sim
20	Sim		Sim	

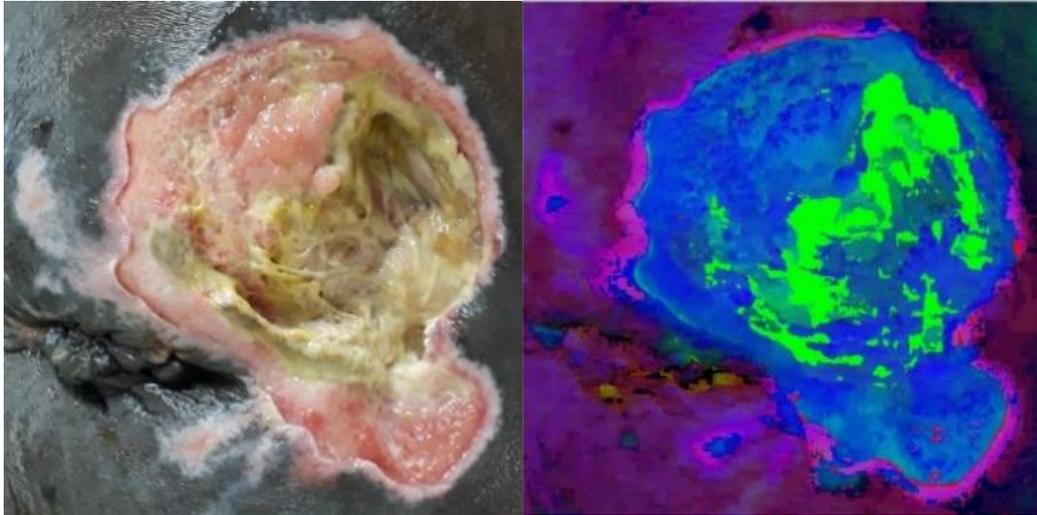
Fonte: Pesquisa dos autores.

Na avaliação dos juízes, prevaleceu a liquefação (90%), seguida por granulação (70%) e epitelização (50%) e a necrose de coagulação foi identificada somente em 20% das lesões. Em seguida, as 20 fotografias foram submetidas à análise pelo App e os resultados comparados ao dos juízes.

O aplicativo desenvolvido apresenta fluxo comum à aquisição da imagem a partir da ativação da câmera traseira do dispositivo ou acesso a diretórios de armazenamento do smartphone para abertura da imagem. Após, automaticamente, são realçados os contrastes da imagem, a fim de reduzir ruídos, sendo esse pré-processamento realizado a partir da transformação aritmética dos valores Red-Green-Blue (RGB), para que o operador *Canny* detecte as bordas, destacando a

área de interesse, ou seja, segmente a imagem. Esse processo está representado na Figura 1.

Figura 1 - Apresentação do mecanismo de detecção automática das bordas das LPP. Brasília-DF, 2019.



Fonte: Pesquisa dos autores.

A extração das características de cor foi realizada no banco de imagens, considerando-se valores mínimos e máximos para cada componente de RGB e Matriz-Saturação-Valor (HSV) das cores a serem detectadas no leito da lesão. Os dados foram, posteriormente, apresentados à inteligência artificial SOM, que os organizou dimensionalmente em grupos. A Figura 2 exemplifica as características visuais dos tecidos a serem detectados pela rede neural.

Figura 2 - Combinação dos diferentes tecidos no leito das lesões. Brasília-DF, 2019.



Fonte: Pesquisa dos autores.

Nesse processo, as 20 imagens de entrada (fotos das feridas), submetidas à técnica desenvolvida, resultaram em uma de saída (ferida segmentada e classificada). Quanto à distribuição de cores e considerando-se a análise freqüencial das avaliações realizadas pelos juízes, obteve-se um resultado percentual de concordância de 75%. Ao estratificar os desfechos por tipos de tecidos, o App alcançou concordância na identificação de liquefação de 85% e 75% para granulação e necrose de coagulação.

Com o intuito de verificar a exatidão na delimitação das bordas das lesões, três dos oito especialistas foram consultados para averiguar a concordância da aferição realizada pelo App, resultando em 75% de acordo na definição dos limites da lesão. Quando analisada a repetibilidade intraobservadora, obtiveram-se 100% de acerto nas medições realizadas.

4.4 DISCUSSÃO

As LPP podem ocorrer em vários locais do corpo, entretanto, os pontos de contato entre os tecidos moles e o osso são os mais suscetíveis, pois são áreas que sofrem maior exposição a prolongadas pressões, acarretando hipoperfusão

local e morte celular. Dentre as regiões anatômicas mais prevalentes estão a sacrococcígea, trocantérica e calcâneos. Acometem, aproximadamente, 9% dos pacientes hospitalizados, com incidências que podem ultrapassar 50%^(7,8). Contudo, os calcâneos são áreas convexas e, eventualmente, apresentam dificuldades nas delimitações de contornos⁽⁹⁾. Por essa razão, essa pesquisa analisou as lesões sacrais e trocantéricas.

Tendo em vista que esta foi a utilização pioneira da rede SOM, aprendizado de máquina não supervisionado para extração de características de LPP, comparou-se os resultados de seu desempenho com a opinião de oito enfermeiros atuantes no cuidado às pessoas com feridas no DF. No que se refere à concordância entre profissionais na identificação dos tecidos, obtiveram-se desfechos similares aos descritos por alguns autores ⁽¹⁰⁾, corroborando o quão complexo é a segmentação e caracterização de feridas, em que até os profissionais mais experientes têm opiniões divergentes em relação aos limites da ferida e aos tipos de tecidos envolvidos.

Além disso, quanto maior o número de profissionais consultados, mais difícil é alcançar um consenso, chegando a 59% de discordâncias em lesões complexas e com bordas irregulares, havendo variabilidade significativa na identificação dos tecidos quando o mesmo observador analisa a lesão em momentos distintos. Ocorrem, ainda, situações em que um profissional identifica uma região específica como parte da ferida em uma ocasião e, posteriormente, o mesmo discorda do próprio julgamento⁽¹⁰⁾.

Apesar disso, atingiu-se equivalência nas aferições realizadas pelo App comparadas ao comitê de juízes. Ademais, quando se contrapõem a trabalhos publicados na área⁽¹⁰⁻¹⁴⁾, obtêm-se desfechos similares, demonstrando ser uma

técnica promissora, especialmente, quando se considera que as condições de luminosidade não foram controladas para aquisição das fotografias e, sobretudo, por ser um processamento de imagem completamente automático e realizado em um smartphone.

O App atingiu precisão global de 75% na identificação dos tecidos presentes no leito das LPP. Foram encontrados resultados similares⁽¹⁰⁾ em uma abordagem para segmentação de imagens, baseada em técnicas de limiarização ideal, combinada a um mapa de probabilidade das cores vermelho-amarelo-preto-branco e calculada por um modelo modificado do espaço de cor HSV, na delimitação do leito da lesão, caracterização e estimativa do percentual tecidual.

Quanto à identificação dos tecidos presentes no leito das lesões, o App encontrou valores próximos aos obtidos na abordagem que considerou o componente Saturação, do espaço de cor HSI, para a limiarização com divergência *fuzzy* e o Support Vector Machine, técnica de aprendizagem supervisionada, a fim de classificar a composição das feridas, atingindo precisões teciduais de 86,84%, 78,27% e 78,72% para granulação, liquefação e coagulação, respectivamente. ⁽¹¹⁾

Um sistema computacional de classificação tecidual em úlceras diabéticas, que utiliza *Fuzzy C-Means* e análise de cores por recursos de clusterização rotulados a partir do cálculo da distância euclidiana, demonstrou acurácia na identificação isoladamente de 99,1%, 98,2%, 98,8% e 98,3% para granulação, liquefação, escara e epitelização, respectivamente. Contudo, quando feridas contendo dois ou mais tipos de tecidos diferentes foram testadas, rotularam zonas avermelhadas que faziam parte do tecido de liquefação e áreas de epitelização de aparência mais avermelhada que rosada, como a granulação. Detectaram-se,

também, alguns falsos positivos na distinção entre esfacelo e escara, dado que as intensidades médias de cores são bastante estreitas⁽¹⁴⁾.

Ainda que os métodos baseados em aprendizado de máquina supervisionado, geralmente, forneçam melhores resultados globais, são mais difíceis de implementar em dispositivos móveis, no qual o poder computacional é limitado^(12,13). O App desenvolvido alcançou melhores desfechos na identificação de liquefação e coagulação e semelhantes na distinção dos tons rosa e avermelhado.

Todavia, um dos desafios na segmentação de feridas é diferenciar regiões com características similares na matriz de cores: por exemplo, vermelho escuro (granulação) *versus* preto (coagulação) e vermelho pálido (granulação) e amarelo claro (liquefação), pois, sob o padrão HSV, vermelho escuro e amarelo escuro estão mais próximos do preto; similarmente vermelho claro e amarelo claro estão mais perto do branco⁽¹²⁾.

A distinção entre áreas úmidas, por exemplo, como as granulações recém-formadas e as lesões exsudativas, tornam-se ainda mais complexas, pois, são superfícies que possuem por sua natureza características refletoras de luminosidade, ocasionando equívocos na classificação⁽¹⁴⁾.

Para aferir a variabilidade na identificação dos tecidos, submeteu-se cada imagem a um número de cinco avaliações pelo App, sendo constatadas consistência e uniformidade nos resultados, com 100% das medições idênticas sugerindo que a análise computacional é menos suscetível à subjetividade do operador.

Observou-se a classificação de áreas com presença de hematomas como necrose de coagulação, havendo a necessidade de adicionar a cor “Roxa” para a

rotulagem da inteligência artificial, dado que essas colorações direcionam a condutas específicas. Regiões hiperemiadas em indivíduos caucasianos foram identificadas pelo App como granulação. As lesões com contornos extremamente irregulares obtiveram maiores divergências e, por isso, algumas análises adicionaram pixels referentes ao tecido íntegro presente na pele adjacente à área lesionada.

Limitações do estudo

A partir das comparações entre os juízes e o App, verificou-se a inabilidade do aplicativo em distinguir entre granulação e epitelação. Além disso, a técnica proposta apresenta algumas limitações na segmentação e caracterização de feridas em peles escuras, especialmente ao tentar identificar os limites entre a necrose de coagulação e a região perilesional. Observou-se, também, que sombreamento e tunelizações, igualmente, foram confundidas com necroses.

Contribuições do estudo para a pesquisa

O processo de desenvolvimento de uma apurada técnica automática de extração de características visuais de LPP, por meio de processamento de imagens digitais em aplicativos, permite auxiliar os profissionais de enfermagem no diagnóstico, acompanhamento e na parametrização dos registros das feridas.

4.5 CONCLUSÃO

Com esta pesquisa, apresenta-se uma abordagem de segmentação automática usando aprendizado de máquina não supervisionado. Como a técnica proposta baseia-se na classificação de diferentes tipos de tecidos, permite que estruturas complicadas dentro da imagem sejam reconhecidas. Ao usar o App,

obtiveram-se resultados promissores e, futuramente, o sistema permitirá que os enfermeiros avaliem a composição tecidual precisamente, um passo essencial ao diagnóstico e tratamento de LPP.

Mais imagens são necessárias para validar os dados de rotulagem, incluindo lesões de outras etiologias, com presença de osso e tendões. A equipe de pesquisadores permanece aprimorando o conjunto de dados para poder incluir novas classificações.

Agradecimentos

O presente trabalho recebeu apoio da Escola Superior de Ciências da Saúde (ESCS) e o financiamento oferecido pelo convênio CAPES/COFEN.

4.6 REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Estomaterapia (Brasil); Associação Brasileira de Enfermagem em Dermatologia (Brasil). Classificação das lesões por pressão: consenso NPUAP 2016 [Internet]. 2016 [acesso em 2017 Nov 17]. Disponível em: <http://www.sobest.org.br/textod/35>. Adaptada culturalmente para o Brasil: Caliri MHL, Santos VLCG, Mandelbauam MHS, Costa IG.
2. Moraes JT, Borges EL, Lisboa CR, Cordeiro DCO, Rosa EG, Rocha NA. Conceito e classificação de lesão por pressão: atualização do National Pressure Ulcer Advisory Panel. *Rev Enferm Cent Oeste Min*. 2016 May/Agu;6(2):2292-2306. DOI: <http://dx.doi.org/10.19175/recom.v6i2.1423>.
3. Carvalho MRF, Salomé GM, Ferreira L. Construção e validação de algoritmo para tratamento da lesão. *Rev. enferm. UFPE on line*. 2017 Out.; 11(supl. 10):4171-4183. DOI: 10.5205/reuol.10712-95194-3-SM.1110sup201722
4. Dufrene, C. Photography as an adjunct in pressure ulcer documentation. *Crit. Care Nurs Q*. 2009; 32(2), 77-80. DOI: 10.1097/CNQ.0b013e3181a27ab3
5. Moraes GFC, Oliveira SHS, Soares MJGO. Avaliação de feridas pelos enfermeiros de instituições hospitalares da rede pública. *Texto Contexto Enferm* [Internet]. 2008 Jan-Mar [acesso em 2017 Dec 12];17(1):98-105. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072008000100011&lng=en. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-07072008000100011>.
6. Cuzzell JZ. The new RYB color code. *Am J Nurs*. 1988 Oct; 88(10): 1342-1346.
7. Souza NR, Freire DA, Souza MAO, Melo JTS, Santos LV, Bushatsky M. Fatores predisponentes para o desenvolvimento da lesão por pressão em pacientes idosos: uma revisão integrativa. *Estima*. 2017; 15(4): 229-239. DOI: 10.5327/Z1806-3144201700040007
8. Otto C, Schumacher B, Wiese LPL, Ferro C, Rodrigues RA. Fatores de risco para o desenvolvimento de lesão por pressão em pacientes críticos. *Enferm Foco*. 2019; 10(1): 07-11.
9. Gabison A, McGillivray C, Hitzig SL, Nussbaum E. A study of the utility and equivalency of 2 methods of wound measurement: digitized tracing versus digital photography. *Adv Skin Wound Care*. 2015; 28(6): 252-258. DOI: 10.1097/01.ASW.0000465301.37313.57
10. Fauzi MFA, Khansa I, Catignani K, Gordillo G, Sen CK, Gurcan MN. Segmentation and management of chronic wound images: a computer-based approach. In: Shiffman MA, Low M, editors. *Recent clinical techniques, results, and research in wounds* [Internet]. Switzerland: Springer; 2018 [acesso em 2019 Jul 20]. Disponível em: https://doi.org/10.1007/15695_2018_131.
11. Mukherjee R, Manohar DD, Das DK, Achar A, Miltra A, Chakraborty C. Automated tissue classification framework for reproducible chronic wound

- assessment. *Biomed Res Int.* 2014; Article ID 851582. 9 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/851582>
12. Nejati H, Ghazijahani HA, Abdollahzadeh M, Malekzadeh T, Cheung N-M, Lee KH, et al. Fine-grained wound tissue analysis using deep neural network. *Proc IEEE Int Conf Acoust Speech Signal Process (ICASSP)*; 2018 Apr 15-20. Calgary (AB): IEEE Signal Processing Society; 2018. p. 1010-1014.
 13. Shi RB, Qiu J, Maida V. towards algorithm-enabled home wound monitoring with smartphone photography: a hue-saturation-value colour space thresholding technique for wound content tracking. *Int Wound J* [Internet]. 2019 Feb [acesso em 2019 16];16(1):211-218. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/iwj.13011>.
 14. Nizam K, Ahmad Fauzi MF, Ahmad NN, Nair HKR. Characterization of Tissues in Chronic Wound Images. 2018 IEEE Student Conference on Research and Development (SCORED). 2018 Nov 26-28 1-5. DOI: 10.1109/SCORED.2018.8710941.

5. PRODUTO: GeFe app: Aplicativo para smartphone de gerenciamento do cuidado aos indivíduos com lesão por pressão”

5.1 INTRODUÇÃO

Com o intuito de garantir o sucesso no cuidado, torna-se imprescindível a avaliação acurada da lesão pois, além de auxiliar na tomada de decisão clínica, fornece evidências científicas úteis para o ensino e pesquisa. Contudo, frequentemente, os enfermeiros deparam-se com distintos registros avaliativos para uma mesma lesão favorecendo em divergências nas condutas assistenciais⁽¹⁾.

Na tentativa de promover uma intervenção mais eficaz e eficiente no reparo tecidual e na qualidade da atenção à pessoa com ferida. O uso de registros fotográficos, associados as técnicas computacionais de processamento de imagens, têm-se mostrado útil para o acompanhamento de lesões. Haja vista que, por vezes, estas apresentam atributos difíceis de serem expressos ou retratados apenas pela inspeção visual da aparência física da ferida⁽²⁾.

Nessa perspectiva, avanços no campo do processamento de imagens, juntamente com o advento de câmeras digitais compactas e de alta qualidade, acopladas a dispositivos móveis. Têm atraído grande interesse ao desenvolvimento técnicas de análise de imagem digital 2D com o intuito de extrair características de feridas. Um dos aspectos explorados é o parâmetro cor, pois sabe-se que a morte tecidual altera a coloração dos tecidos, e distingui-los é fundamental para a escolha da terapia tópica⁽³⁻⁴⁾.

A adequada avaliação e documentação das características do leito da lesão são essenciais ao reconhecimento da progressão da cicatrização. Em geral, os tecidos são diferenciados em viáveis e inviáveis. Dentre os viáveis destacam-se a

granulação e epitelização, e entre os inviáveis as necroses de liquefação e coagulação⁽⁵⁾.

Usualmente, o esfacelo ou liquefação surge diante de altas cargas de umidade, condições característica da fase inflamatória. É constituído por fibrina, elastina, colágeno, leucócitos e ácido desoxirribonucleico. Apresenta-se nas tonalidades branco, cinza, amarelo ou marrom. O tecido tipo escara ou coagulação é preto, cinza ou castanho escuro⁽⁵⁾.

O tecido de granulação representa a fase proliferativa da cicatrização compreendendo a formação de um novo tecido, com coloração vermelha, brilhante e de aspecto granuloso. Na fase de remodelamento ocorre uma diminuição da vascularização e a reorganização das fibras de colágeno. Devido à redução da migração celular ocorre a alteração de coloração passando de vermelho para um tom rosa⁽⁵⁾.

O sistema comumente utilizado na prática para definir a composição tecidual é o Red (vermelho), Yellow (amarelo), Black (preto). Contudo, a composição da ferida pode ser altamente variável durante esse processo e, por vezes, apresenta-se como uma mistura de esfacelo, necrose, granulação e epitelização⁽⁶⁻⁷⁾.

Nesse contexto, o uso de aplicativos móveis para processar imagens digitais emergiu como ferramenta assistencial capaz de contribuir para a qualificação do cuidado de saúde ao paciente com LPP. Na busca por otimizar o processo de trabalho do enfermeiro que constantemente se desloca em enfermarias ou cuidados domiciliares. O acesso móvel à informação pode ser um fator importante para melhorar a eficiência e a segurança do paciente, prevenindo equívocos na avaliação e documentação de lesões⁽⁸⁾.

A popularização dos smartphones tem sido considerada a revolução tecnológica de maior impacto após o surgimento da internet. Dentre suas principais características destaca-se a quebra na limitação da mobilidade por consistir em um computador de bolso com acesso a dezenas de aplicativos⁽⁹⁾.

O termo aplicativo surgiu para definir softwares projetados especificamente para residir em plataformas móveis. Comumente, contêm uma interface de usuário a qual tira proveito de mecanismos de interação fornecidos pelo dispositivo, da interoperabilidade que dão capacidade de processamento local que coletam, analisam e formatam as informações⁽¹⁰⁾.

Ademais, oferecem recursos de armazenamento persistente dentro do dispositivo, podendo acessar características do hardware e, então, fornecer os recursos de processamento e armazenamento local⁽¹⁰⁾.

A utilização de softwares, especialmente, os aplicativos móveis para avaliação de feridas estão em crescente expansão. O desenvolvimento de ferramentas inteligentes para analisar imagens de lesões, caracterizar a composição tecidual e monitorar as alterações, proporcionam aos profissionais maior flexibilidade e dinamismo no processo de trabalho⁽⁸⁾.

Nessa perspectiva, a visão computacional é uma ciência que estuda e desenvolve tecnologias as quais permitem que máquinas visualizem e extraiam características particulares. Essas informações extraídas permitem reconhecer, manipular e processar dados sobre os objetos que compõem a imagem capturada⁽¹¹⁾.

Usualmente, a primeira etapa de um sistema de visão computacional é a aquisição da imagem. As imagens coloridas possuem diferentes representações ou modelos de cores. O mais conhecido RGB, em que cada pixel da imagem é

representado por três valores inteiros entre 0 e 255, derivando dessas cores primárias todas as outras, a partir da intensidade de cada um dos componentes⁽¹²⁾.

Quando os três possuírem intensidade máxima, a cor representada para o pixel será branca. De outra forma, a cor preta é representada quando a intensidade é nula em todos os componentes⁽¹²⁾.

Outro modelo de cor bastante difundido é o Matriz Saturação Valor (HSV) no qual cada pixel é representado também por três valores. O valor de matriz traduz a tonalidade da cor, abrangendo todas do espectro. A saturação espelha a pureza, ou seja, a quantidade de cor diluída por branco no pixel. O valor da luminância equivale a intensidade⁽¹²⁾.

Na segunda etapa, com o intuito de melhorar a qualidade da imagem, são aplicadas técnicas de pré-processamento. Esse processo de filtragem permite delimitar a área de interesse para avaliação, haja vista que as imagens contêm muitas informações e em geral a maior parte são desnecessárias⁽¹³⁾.

Os algoritmos de segmentação são baseados nas propriedades de descontinuidade e similaridade. Na primeira, o particionamento da imagem é representado por mudanças abruptas nos tons de cinza, cores e texturas⁽¹⁴⁾.

Na segunda, a segmentação é baseada em crescimento por regiões e a limiarização, determinando a faixa de intensidade do pixel identificando se pertence ou não a região. Essencialmente, faz-se uma varredura na imagem, pixel a pixel, determinando um valor binário em função de um limiar pré-estabelecido⁽¹⁴⁾.

Nessa perspectiva, o detector de contornos *Canny* é um operador gaussiano de primeira derivada, que atenua os ruídos e identifica as bordas. O primeiro passo do método é a suavização a partir da aplicação de um filtro gaussiano. Cujo intuito

é a remoção de ruídos e enaltecer a estrutura da imagem em diferentes escalas^(13,14).

Posteriormente, é definida a estimativa do contraste da borda e são calculadas as derivadas parciais nas direções horizontal e vertical. Em seguida, são removidos os pixels e definidos os limites máximos e mínimos dos correspondentes à borda e os vizinhos a ela^(13,14).

Um dos problemas identificados nos sistemas de reconhecimento de padrão é a variação das características dos objetos por meio da rotação, translação ou mudança de escala. Ou seja, um sistema classificador de padrões deve extrair as características para o qual foi treinado independente das variações citadas. Nessa perspectiva, a análise de momentos é uma técnica alternativa para extração de características úteis⁽¹⁵⁾.

Desta forma, os momentos invariantes têm sido utilizados em uma série de aplicações, incluindo agrupamento e visualização de dados multidimensionais. Apresenta, ainda, como vantagem a boa capacidade de generalização e representação em baixa dimensão⁽¹⁵⁾.

A última etapa da visão computacional é a classificação e reconhecimento para interpretação das imagens, processo que a Inteligência Artificial (IA) desponta com soluções para quantificar a composição tecidual. Dentro da IA destacam-se dois tipos de aprendizado, o supervisionado e o não supervisionado.

O método *Self Organizing Maps* (SOM) é uma rede neural de aprendizado não supervisionado que implementa um mapeamento ordenado de dados de alta dimensão para um de menor, convertendo relações complexas e não lineares em elementos geométricos simples^(16,17).

Consiste em uma grade de neurônios que visualizam relações de similaridade em um conjunto de itens. No SOM não apenas cada neurônio denota um agrupamento específico aprendido durante o treinamento, mas os neurônios também têm uma localização específica, de modo que as unidades que são próximas um do outro representam agrupamentos com propriedades semelhantes⁽¹⁷⁾.

Quando a unidade de melhor correspondência é identificada, ou seja, o neurônio mais próximo de medir o esperado é conhecido, a amostra de entrada é classificada como pertencente a este agrupamento ou cluster⁽¹⁷⁾.

Ainda que os métodos baseados em aprendizado de máquina supervisionado, geralmente, forneçam melhores resultados globais, são mais difíceis de implementar em dispositivos móveis, no qual o poder computacional é limitado^(18,19).

Oferecer respostas rápidas e com boa relação de custo-efetividade são requisitos fundamentais para a adesão a uma nova tecnologia à prática profissional em saúde. Nessa perspectiva o objetivo desse estudo foi desenvolver um aplicativo para smartphones com sistema operacional Android, simples e eficiente, capaz de segmentar automaticamente o leito das LPP e quantificar a composição tecidual da região a partir de Redes Neurais Artificiais.

5.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver aplicativo de smartphone para segmentação e classificação automática dos tecidos presentes no leito das LPP pelo processamento de imagens digitais.

5.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Descrever o desenvolvimento do conteúdo embutido no aplicativo;
2. Construir banco de imagem;
3. Aplicar a inteligência artificial *Self Organizing Maps* às imagens de lesões por pressão.

5.4 MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa aplicada cujo resultado final é a produção tecnológica, caracterizada pelo desenvolvimento da primeira versão do aplicativo para smartphone Gerenciador de Feridas – GeFe App que auxiliará os enfermeiros e profissionais de saúde na gestão da viabilidade dos tecidos presentes no leito das LPP registrando a progressão da ferida e os resultados esperados a partir do plano de tratamento.

A pesquisa aplicada objetiva a produção de conhecimentos científicos para emprego prático, dirigidos à solução de situações-problema reais, relativos à vida moderna. Consiste na produção de novos processos tecnológicos ou no aumento da eficiência de produtos já existentes, com resultados práticos imediatos em termos econômicos e na melhoria da qualidade de vida⁽²⁰⁾.

A construção do aplicativo ocorreu em colaboração entre profissionais da enfermagem, fisioterapia, engenheiro mecânico e de tecnologia da informação. Devido à complexidade das variáveis envolvidas no desenvolvimento do produto tecnológico, tais como gerenciamento de energia, tempo de processamento da imagem, tamanho da tela do dispositivo x exibição do conteúdo, resolução da câmera, estrutura de desenvolvimento, linguagem de programação, limitações computacionais e de armazenamento.

Optou-se por uma abordagem quantitativa do tipo descritiva, que visa a exposição dos indicadores e características incluídas nos aspectos técnicos e não técnicos da projeção de aplicativos móveis. Foi utilizado o método Design Instrucional Sistemático para o desenvolvimento do aplicativo que adota seis etapas⁽²¹⁾:

- **Análise** (abrange o levantamento das necessidades de aprendizagem, a definição dos objetivos instrucionais que se pretende alcançar e as limitações envolvidas);
- **Design** (planejamento das instruções e elaboração dos instrumentos e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do software);
- **Desenvolvimento** (seleção de ferramentas e definição de ambiente de navegação);
- **Implementação** (configuração de recursos tecnológicos construção de ambiente para download); e
- **Avaliação** (avaliação da interface do ambiente por especialistas)

Dentro das condições disponíveis para pesquisa, foram desenvolvidas as etapas de análise, design e desenvolvimento, as quais são descritas na seção resultados. As fases de implementação e avaliação serão objeto de trabalhos futuros.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde do Distrito Federal (CEP/FEPECS), sob o protocolo N.º 2.782.343/2018 (Anexo A) e 3.076.488 (Anexo B).

Os participantes ou seus representantes legais receberam informações sobre o objetivo do estudo e os que concordaram em participar assinaram o TCLE

(Apêndices A) e a autorização para utilização de imagens para fins de pesquisa (Apêndice B), ambos em duas vias, atendendo as exigências da Resolução 466/12. A todos os participantes foram assegurados o sigilo, anonimato, a desistência em qualquer fase da pesquisa, sem ônus e solicitada a autorização para a divulgação dos resultados⁽²²⁾.

A aquisição do banco de imagens utilizado para extração dos dados de rotulagem da Rede Neural Artificial embutida no GeFe App ocorreu no período de Novembro de 2018 a Janeiro de 2019 em dois hospitais públicos da Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal (SES/DF), nas unidades de Clínica Médica, Cirúrgica, Ortopedia, UTI adulto e Pronto Socorro.

As imagens constituíram uma amostra por conveniência, obtidas durante o acompanhamento de rotina da equipe de enfermagem, no momento da troca de curativos e após a limpeza com soro fisiológico 0,9%, sem realizar qualquer ajuste luminoso no ambiente. De cada participante foram registradas uma ou mais imagens, seja pela possibilidade de ter mais de uma ferida, como também participar em momentos diferentes da pesquisa.

Foram considerados como critérios de inclusão: indivíduos de ambos os sexos com idade igual ou superior a 50 anos, com LPP sacral ou trocantérica em estágios 2, 3 e 4, não classificáveis segundo a classificação da NPUAP⁽²³⁾, que assinaram o TCLE e o termo de autorização para utilização de imagens para fins de pesquisa.

Excluiu-se as lesões relacionadas a dispositivos médicos, em membrana mucosa e em regiões anatômicas que inviabilizam o registro fotográfico com delimitação da borda decorrentes da angulação e sombreamento. Indivíduos com capacidade cognitiva ou comunicação verbal prejudicada que estavam sem

acompanhante no momento da coleta de dados. As lesões tissulares profundas e as em estágio 1 foram excluídas, devido a verossimilhança entre as cores aparentes e os tecidos de granulação e necrose de coagulação.

Quanto aos aspectos técnicos para a obtenção das imagens, o estudo seguiu os descritos na literatura nacional e internacional, sendo registradas 5 fotos da mesma ferida em um mesmo momento, com o paciente posicionado no decúbito mais adequado à localização da lesão (quadro III) a favor da luz solar e com as luzes artificiais do ambiente e flash do celular desligados⁽²⁴⁻²⁷⁾.

Quadro III – Protocolo para aquisição do banco de imagens. Brasília, 2019.

Posição para Registro Fotográfico	Localização Anatômica
Decúbito ventral, lateral direito ou esquerdo	Sacral
Decúbito lateral direito	Trocantérica direita
Decúbito lateral esquerdo	Trocantérica esquerda

Fonte: 24-27

Foram adotadas as distâncias de 20 e 30 cm entre a câmera e a ferida, a depender do tamanho da lesão. Utilizou-se uma régua plástica com 30 cm de comprimento e 1mm de precisão da marca Stalo® para aferir a distância entre a lente da câmera do smartphone e do leito da lesão.

Utilizou-se pano verde, azul ou branco, sendo retirados objetos que produziam sombras ou interferiram na cor real dos tecidos presentes no leito da lesão. A câmera foi posicionada na vertical de forma a manter o ângulo entre o plano predominante da ferida e o eixo da objetiva o mais próximo possível de 90 graus⁽³⁾. A figura 3 apresenta visualmente a relação entre a posição do smartphone e o leito da lesão.

Figura 3- Posição entre o smartphone e o leito da lesão para o registro fotográfico das LPP. Brasília, 2019.



Fonte: 3.

Para obtenção das imagens utilizou-se o telefone celular da marca Samsung® modelo J5 Prime, cuja câmera fotográfica traseira possui 13 megapixels (MP), com abertura de lente f/2.2, display de 5 polegadas e bateria de 2.400mAh. A resolução de 1.3 MP, ou pelo menos 1.5 a 2 MP, já produz imagens com boa nitidez para fotografia dermatológica⁽²⁷⁾.

5.5 RESULTADOS

Etapas de Desenvolvimento do Aplicativo

Etapa I: Análise

Para fundamentar o ciclo de vida de desenvolvimento do aplicativo, iniciou-se com o levantamento de dados relativos aos requisitos funcionais (RF) e não-funcionais (RNF) da aplicação, meio de identificação das funções primárias, interfaces, características, especificações do software, estabelecimento de recursos necessários à sua elaboração e definição das estimativas de prazo e custo. O escopo do produto foi definido e organizado priorizando-se as funcionalidades mais relevantes aos usuários finais e são apresentados no quadro IV.

Quadro IV- Definição dos requisitos do aplicativo móvel GeFe App por prioridade, risco e custo. Brasília, 2019.

	Descrição	Prioridade	Custo	Risco
Requisitos Funcionais (RF)	RF 001- Permitir a autenticação do usuário por meio de login e senha	Média	Médio	Baixo
	RF 002- Realizar o cadastro do paciente.	Alta	Baixo	Baixo
	RF 003- Permitir a visualizar e edição de dados cadastrados.	Alta	Médio	Alto
	RF 004- Permitir excluir informações cadastradas.	Média	Baixo	Médio
	RF 005- Realizar a segmentação da lesão identificando automaticamente os limites entre tecido perilesional e leito da ferida.	Alta	Alto	Alto
	RF 006- Realizar a decomposição da imagem da ferida em cores primárias segundo os sistemas RGB e HSV.	Alta	Alto	Alto
	RF 007- Realizar a classificação dos tecidos presentes no leito da lesão por cor, apresentando os valores em percentual, conforme o sistema de classificação RYB.	Alta	Alto	Alto
	RF 008- Conter um módulo de avaliação direta da ferida.	Média	Médio	Médio
	RF 009- Permitir adicionar imagem da ferida por meio do acesso a câmera do smartphone.	Alta	Alto	Médio
	RF 010- Permitir a importação de imagens armazenadas nas bibliotecas do dispositivo ou em nuvem.	Alta	Médio	Médio
	RF 011 – Permitir acompanhar e atualizar o histórico evolutivo por paciente e por lesão.	Alta	Alto	Alto
	RF 012- Gerar relatório estatístico passível de exportação para o monitoramento do estado cicatricial.	Alta	Alto	Alto
Requisitos não funcionais (RNF)	RNF 001- Deve ser executado em smartphone das plataformas Android.	Alta	Médio	Médio
	RNF 002- Não deve levar mais que 120 segundos para exibir os resultados.	Média	Médio	Baixo
	RNF 003- Deve obedecer aos quesitos de qualidade de software estabelecidos na norma NBR ISO/IEC 9126-1.	Alta	Alto	Alto
	RNF 004- Deve armazenar pelo menos 1.000 avaliações sem substituí-las.	Média	Médio	Médio

Fonte: autoria própria.

Etapa II: Design

Nessa etapa, foi definido o design gráfico do aplicativo GeFe App, ou seja, a concepção dos aspectos visuais, layout, estrutura de navegação de telas, organização funcional e da aparência, a combinação de cores, tipografias, tamanhos, estilos de texto e todos os demais elementos estéticos de uma

aplicação. Estabeleceu-se as camadas da arquitetura, incluindo a interface do usuário, cadastro, visualização, avaliação da ferida e ferramenta de relatório.

Posteriormente, foram levantados os conhecimentos necessários para elaboração do conteúdo a ser embutido no App, considerando o Processo de Enfermagem como instrumento metodológico para orientação do cuidado e documentação da prática profissional, elegeu-se como modelo conceitual para concepção da ferramenta a Teoria de Enfermagem das Necessidade Humanas Básicas (NHB) de Wanda de Aguiar Horta⁽²⁸⁾, haja vista que esse é o modelo conceitual nacional e amplamente difundido, além de ser referencial utilizado pelo curso de Enfermagem da Escola Superior de Ciências da Saúde (ESCS).

Devido à natureza multifatorial das LPP, o seu manejo requer uma avaliação sistematizada tanto da lesão quanto do indivíduo, a fim de favorecer o julgamento clínico apropriado. Nesse contexto, o modelo conceitual Horta foi desenvolvido com o propósito de interpretar a natureza da enfermagem, definir seu campo de ação e sua metodologia científica⁽²⁸⁾.

Fundamentou-se na Teoria da Motivação Humana, de Abraham Maslow, e a classificação das necessidades de João Mohana, elencadas em três dimensões: psicobiológico, psicossocial e psicoespiritual⁽²⁹⁾.

Nessa abordagem, o foco do trabalho do enfermeiro é conduzir o indivíduo ao estado de equilíbrio pelo suporte a suas necessidades básicas, e torná-lo independente dessa assistência através da educação. Essas necessidades humanas são interligadas e relacionadas, e se manifestam por meio dos sinais e sintomas, denominados fenômenos de enfermagem, cuja compreensão está intimamente relacionada à capacidade acurada de observação do enfermeiro⁽³⁰⁾.

As necessidades psicobiológicas referem-se à fisiologia humana tais como: oxigenação, hidratação, nutrição, eliminação, sono e repouso, exercícios e atividade física, mecânica corporal, cuidado corporal, integridade cutaneomucosa e física, processos regulatórios, locomoção, percepção, ambiente e terapêutica⁽³⁰⁾.

Sendo assim, as necessidades psicobiológicas tem uma relação direta com o surgimento das LPP, dentre os principais destacam-se a *nutrição*, haja vista que há a associação entre a desnutrição e o retardo na cicatrização e desenvolvimento de novas lesões⁽³¹⁾.

Reduzidos valores de Índice de Massa Corporal estão relacionados à diminuição da gordura corporal e, conseqüentemente, redução da proteção contra a pressão em áreas de proeminências ósseas, com as regiões sacral e trocantérica⁽³¹⁾.

A *percepção* pode ser afetada pelo uso de medicações. Além disso, o envelhecimento pressupõe redução das terminações nervosas periféricas, retardando a nocicepção favorecendo o estabelecimento de lesões traumáticas⁽³²⁾.

A *oxigenação* é outra NHB essencial ao processo de cicatrização. Os indivíduos acometidos por doenças crônicas podem precipitar alterações na circulação sanguínea, que levam à redução do nível de oxigenação, especialmente a nível celular, fator essencial a reparação tecidual. Dessa maneira, esses indivíduos podem apresentar tempo de cicatrização prolongado, além da redução da resistência às novas lesões⁽³²⁾.

As necessidades psicossociais são aquelas relacionadas à convivência humana, seja em sua família ou em grupos sociais. São manifestações que ocorrem por meio de instintos do nível psicossocial como a tendência de comunicação, interação social e afirmação perante o próximo⁽³⁰⁾.

São dela: amor, segurança, liberdade, comunicação, criatividade, aprendizagem, gregária, recreação, lazer, espaço, orientação, aceitação, autorrealização, autoestima, participação, autoimagem e atenção⁽³⁹⁾.

Com o intuito de realizar o cuidado integral ao portador de LPP é fundamental que o enfermeiro considere como os fatores biopsicossociais que podem afetar o indivíduo e sua família. O convívio com uma ferida interfere nas relações sociais, pois os efeitos da lesão são multifacetados e a sua cronicidade podem levar ao risco preconceito e isolamento social, resultando em efeitos indesejáveis para os projetos de vida⁽³³⁾.

Situações como odor, presença de exsudato e dor interferem nas NHB *autoimagem* e *autoestima*, tornando-se fenômenos relevantes para o cuidado de enfermagem⁽³³⁾.

As necessidades psicoespirituais derivam dos valores e crenças individuais. Nelas, o ser humano está tentando interpretar suas vivências consideradas inexplicáveis do ponto de vista científico, transcendendo e ultrapassando as linhas que limitam sua experiência neste mundo. São ela: ética, filosofia de vida, religiosa ou teológica⁽³⁰⁾.

Os termos e expressões referentes aos fatores intrínsecos e extrínsecos envolvidos na problemática das LPP foram identificados a partir da análise documental das escalas de avaliação e monitoramento de feridas validados e adaptados a cultura brasileira com: *Pressure Ulcer Scale for Healing* (PUSH)⁽³⁴⁾ e o *Bates-Jesen Wound Assessment Tool* (BWAT)⁽³⁵⁾.

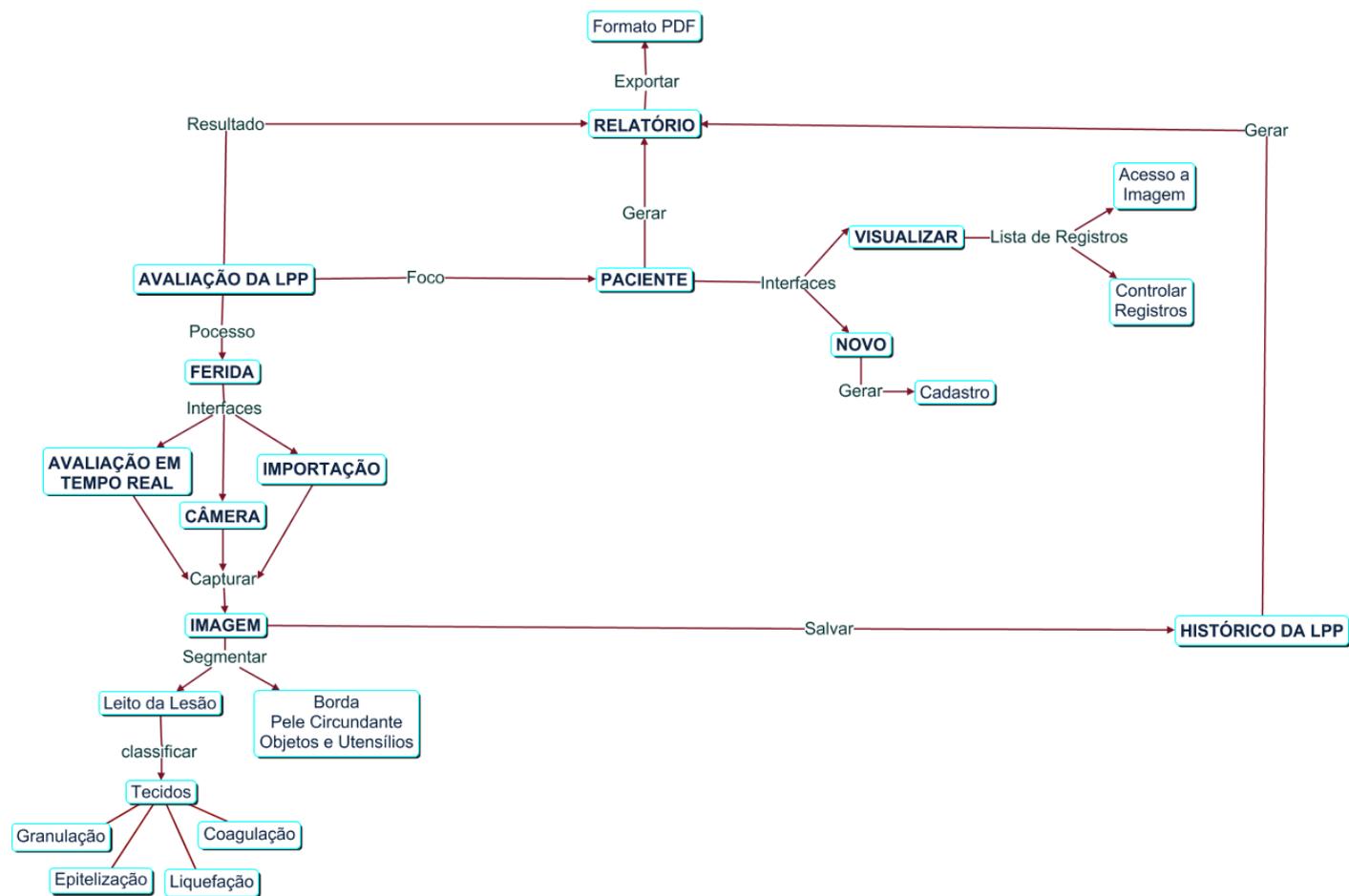
Utilizou-se, também, como arcabouço teórico o Guia de Prevenção e Tratamento de Úlceras por Pressão na NPUAP, *European Pressure Ulcer Advisory*

Panel (EPUAP), *Pan Pacific Pressure Injury Alliance* (PPPIA)⁽³⁶⁾, sendo elaborado um instrumento para coleta de dados a ser embutido no GeFe app (Apêndice C).

Para construção do instrumento considerou-se, também, as condições relativas à caracterização da lesão quanto à localização anatômica, grau de perda tissular, tipo de tecido presente no leito da lesão, bordas, tipos de margem, condições de pele circunjacente, presença exsudato e odor⁽³⁶⁾.

A partir desta investigação, foram definidos os caminhos de navegação e elaborou-se um mapa conceitual na ferramenta *Cmap Tools* versão 6.03, das funcionalidades e módulos do aplicativo (Figura 4).

Figura 4 – Mapa conceitual de navegação do GeFe App. Brasília, 2019.



Fonte: autoria própria.

Etapa III: Desenvolvimento

Configuração do Aplicativo

O aplicativo foi projetado especificamente para plataforma móvel com sistema operacional Android versão mínima 6.0.1 (Marshmallow). Concebido no ambiente de desenvolvimento integrado para a plataforma, denominado *Android Studio 3.4*, disponibilizado gratuitamente pela empresa Google. Utilizando a linguagem de programação orientada a objetos Java.

Para o armazenamento de dados, estabeleceu-se que todas as informações da aplicação seriam armazenadas utilizando o bando de dados *Couchbase Lite 1.4*, responsável por manter o registro das informações localmente no dispositivo móvel, registrar os dados a serem processados durante a execução da aplicação.

Para permitir o processamento e documentação a partir de imagens com facilidade, utilizou-se a biblioteca multiplataforma de programação para desenvolvimento de aplicativos na área de visão computacional *Open Source Computer Vision* (OpenCV). O idioma padrão definido foi português Brasil.

Metodologia para Processamento da Imagem

Com o intuito de caracterizar a ferida com base na cor do tecido representado no leito, foi desenvolvido um algoritmo de reconhecimento de padrões a partir da Rede Neural Artificial SOM.

O processamento da imagem e o reconhecimento de padrões são dois campos interligados à visão computacional, apresentam como fluxo comum após a aquisição da imagem, o pré-processamento, segmentação, extração de características, reconhecimento de padrões e resultados⁽¹¹⁾.

Pré-Processamento

A etapa de pré-processamento tem a função de melhorar a qualidade da imagem, realçando áreas de interesse, realizada a partir da transformação aritmética dos valores RGB da imagem, aplicado um coeficiente alpha nas cores primárias, o resultado dela é expresso pela fórmula:

$$\text{RGB[A] para Preto-Branco (Cinza): } Y \leftarrow 0.299 \cdot R + 0.587 \cdot G + 0.114 \cdot B$$

Segmentação

Realizado o pré-processamento, o estágio seguinte é a segmentação que consiste em dividir uma imagem em um conjunto de pixels. Destacando uma área específica em detrimento do resto da imagem e obtendo informações relevante⁽¹³⁾.

No contexto do método em desenvolvimento, representou definir os limites entre o leito das LPP, os tecidos adjacentes e demais ruídos presentes nas imagens digitais.

Nas imagens obtidas após a transformação aritmética, aplicou-se o detector de contornos *Canny*. Optou-se por esse método visto que consiste na extração de informações estruturais da imagem, reduzindo de forma considerável a quantidade de dados a serem processados no smartphone.

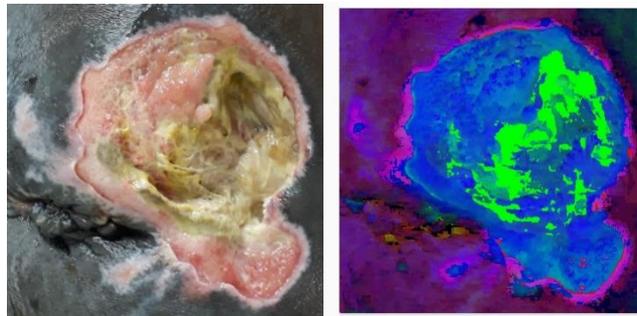
O algoritmo de detecção de bordas foi definido em 5 etapas:

1. Aplicar o filtro Gaussiano para suavizar a imagem no intuito de remover o ruído;
2. Identificar a intensidade do gradiente da imagem;
3. Aplicar um coeficiente de normalização reduzindo a detecção com menor relevância;

4. Aplicar um *threshold* (limiar) no algoritmo de detecção de bordas *Canny* para calcular as bordas potenciais da imagem;
5. Rastrear as bordas detectadas removendo todos os limites cujo potencial se revela fraco ou desconectado dos de forte potencial.

O resultado desse processo é uma matriz representando a imagem e suas bordas. Utilizada para alimentar o algoritmo de aproximação de bordas de *Ramer-Douglas-Peucker*, que consegue identificar curvas em imagens fragmentando-as em pequenos segmentos de linhas. Dessa forma é possível detectar automaticamente as bordas da ferida, conforme demonstrado na figura 5.

Figura 5- Apresentação do mecanismo de detecção automática das bordas da lesão. Brasília, 2019.



Fonte: Arquivo da pesquisa.

A detecção das cores foi realizada a partir da transformação não-linear do sistema de cores RGB em HSV. Esse modelo pode ser representado segundo o cubo RGB, a partir do qual pode-se obter uma projeção de um sólido com base hexagonal com a cor branca ocupando o centro, rodeado de todas as cores do espaço HSV e um ponto representando a cor preta⁽¹⁹⁾.

O espaço HSV é comumente utilizado para realizar segmentação de diferentes objetos, devido ao seu contraste maior entre objetos e tecidos semanticamente diversos^(19,37).

Extração das Características

A extração das características de cor foi realizada no banco de imagens teste e auxiliou no treinamento da RNA. A captação ocorreu de forma a reproduzir as condições encontradas nos ambientes clínicos.

Tendo em vista a finalidade das imagens, fornecer dados de entrada para a inteligência artificial, foram excluídas as regiões anatômicas calcâneos, maléolos, olécrano, occipital e acromial, pois são áreas de maior curvatura corporal e, eventualmente, apresentam dificuldades e imprecisões nas delimitações dos contornos⁽³⁷⁾.

Compuseram o banco 20 fotografias de LPP das regiões sacral (17) e trocantérica (3), de 14 pacientes internados nas unidades de Clínica Médica (5), UTI (4), Ortopedia (3), Clínica Cirúrgica (1) e Pronto-socorro (1) em dois hospitais públicos do Distrito Federal.

Considerou-se, também, a representatividade dos estágios de classificação da NPUAP e dos tecidos presentes no leito das LPP, sendo selecionada a melhor imagem de cada ferida. No conjunto final de imagens, uma LPP apresentou o estágio 2; sete o estágio 3; três o estágio 4 e nove foram lesões não classificáveis. A figura 6 apresenta as imagens utilizadas nesta pesquisa.

Figura 6- Banco de imagens de lesões por pressão. Brasília, 2019.



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Nesse sentido, foram considerados valores Mínimos e Máximos, para cada componente de RGB e HSV, das cores a serem detectadas no leito da lesão, amarelo, preto, vermelho e rosa, conforme abaixo:

- **Vermelho - Granulação:**
 - Min: R = 103, G = 11, B= 16.
 - Max: R = 196, G=93, B =83.
 - Min: H = 357, S = 90, V= 41.
 - Max: H = 5, S = 58, V = 77.

- **Preto - Necrose de coagulação:**
 - Min: R =9, G =9, B =9.
 - Max: R =35, G =35, B = 36.
 - Min: H = 0, S = 0, V = 0.
 - Max: H = 40, S = 40, V = 40.

- **Amarelo - Necrose de liquefação:**
 - Min: R =112, G =91, B = 56.
 - Max: R =247, G =247, B = 242.
 - Min: H = 38, S = 50, V= 44.
 - Max: H = 60, S = 2, V= 97.

- **Rosa – Tecido de epitelização**
 - Min: R = 177, G = 93, B =93.
 - Max: R = 240, G =180, B =181.
 - Min: H = 0, S = 46, V= 67.
 - Max: H = 359, S = 25, V= 94.

Após a transformação da imagem em valores HSV foram calculados os momentos invariantes à escala, à posição e à orientação do objeto. Segundo a técnica de extração de características momentos invariantes de Hu⁽¹⁵⁾.

Eles possibilitam a computação da área, segundo um conjunto de pixels, definindo o centroide relativos às coordenadas (x_c, y_c) , o centro geométrico e normalizado do objeto⁽¹⁵⁾.

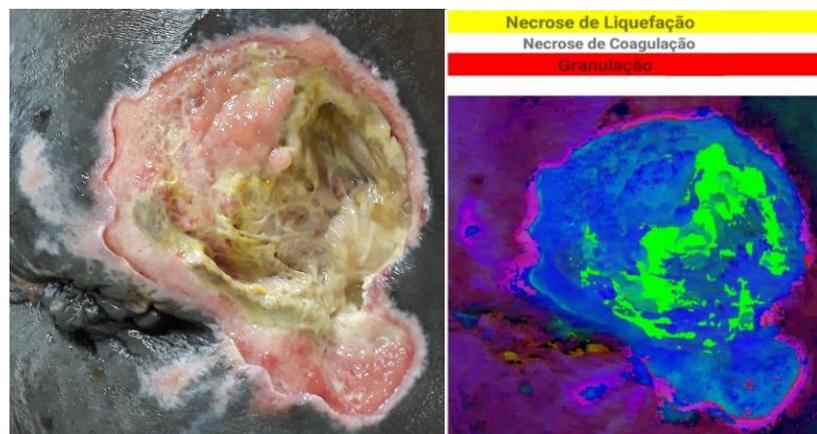
Classificação e Reconhecimento

Definidos os espaços das cores a serem identificadas, os dados foram apresentados à inteligência artificial conhecida como *SOM* para organizar dimensionalmente os dados complexos em grupos (*clusters*).

O mapa de Kohonen ou *SOM* tem sido utilizado para visualização de dados de alta dimensionalidade, pois trata-se de uma rede neural artificial que utiliza o conceito de treinamento não supervisionado para produzir um mapeamento não linear das variáveis de entrada, num novo espaço de apenas duas dimensões^(16,17).

Neste novo espaço criado, é possível realizar uma análise dos dados a partir de representações gráficas. A figura 12 demonstra o resultado final da avaliação realizada pelo aplicativo desenvolvido.

Figura 7- Resultado da segmentação, extração de características, classificação e reconhecimento realizados pelo GeFe App. Brasília, 2019.



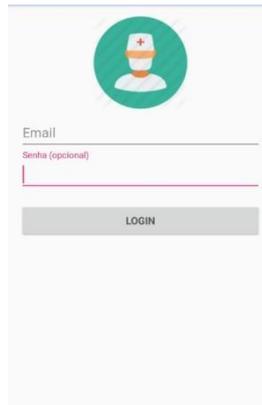
Fonte: Arquivo da pesquisa.

Elaboração das Interfaces

Durante o projeto das interfaces gráficas, a simplicidade e a facilidade de uso da aplicação móvel foram preferidas com o intuito de tornar prática sua implementação em ambiente clínico.

Inicialmente foi criada uma interface gráfica para a tela de login, como ilustrada na figura 8, com dois campos para que o e-mail e a senha sejam inseridos. Nessa primeira versão o campo “senha” ainda é opcional, mas posteriormente, para tornar o acesso a plataforma e as informações salvas mais seguros, será desenvolvido um modelo de senha alfanumérica, com letras, números e símbolos além de opções como salvar senha, mantenha-me conectado e recuperar senha.

Figura 8- Tela de Login GeFe App. Brasília, 2019.



Fonte: Arquivo da pesquisa.

A interface “Paciente”, desenvolvida a partir dos conceitos obtidos na etapa II, consiste no cadastro do paciente a partir o ícone “NOVO” e registro dados relativos à gênese da LPP e fatores envolvidos no processo cicatricial. Em cada página são previstas validações a partir do campo “seguir”, já que o instrumento de coleta de dados é extenso e ultrapassa o limite da tela dos dispositivos móveis.

Seus itens são compostos por formatos de menu estilo Drop-down (exemplo: estado civil, escolaridade, condições de moradia e saneamento básico); múltipla

escolha (exemplo: doenças adicionais, eliminação urinária e intestinal, necessidades de sono e repouso, autocuidado) e preenchimento manual (exemplo. medicações em uso). Ao final do registro, ao clicar no botão “concluir”, é prevista uma validação na qual o usuário opta entre “salvar” ou “cancelar” a operação.

Após salvo, um objeto do cliente é criado, sendo possível realizar o acesso a partir da funcionalidade “VISUALIZAR”. Nela é apresentada uma lista dos indivíduos cadastrados, identificados a partir do número do CPF ou prontuário, como representado na figura 9.

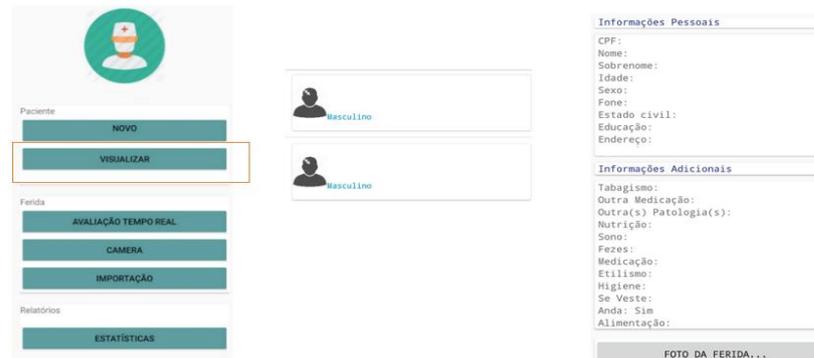
Figura 9- Interface inicial do Gefe App. Brasília, 2019.



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Ao final, um consolidado com as informações é gerado, sendo possível ter acesso a análise das avaliações das lesões a partir do ícone “FOTO DA FERIDA”. Item que faz interface com a funcionalidade “RELATÓRIO” e permite uma visualização completa dos dados do cliente (Figura 10).

Figura 10- Interface gerencial do Gefe App. Brasília, 2019.



Fonte: Arquivo da pesquisa.

A interface “Ferida” foi desenvolvida considerando a primeira etapa do processamento de imagem, sua aquisição. Nela é apresentado um menu ao usuário e, nele é possível selecionar entre “AVALIAÇÃO EM TEMPO REAL”, “CÂMERA” ou “IMPORTAÇÃO”.

Na primeira funcionalidade os pixels referentes às cores presentes no leito da lesão são identificados e computados em cm^2 . Permitindo uma prévia das condições de registro. Caso opte pelo armazenamento da imagem, o usuário deverá acessar o módulo “CÂMERA”. Nela a câmera fotográfica traseira do dispositivo móvel é ativada dando opção de registro.

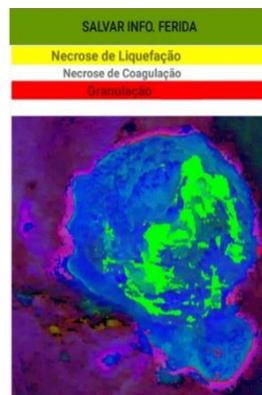
Posteriormente, o aplicativo solicita uma validação e aprovação da captura da imagem, afim de permitir ao profissional uma apreciação da qualidade da fotografia e determinar se deseja prosseguir para a caracterização ou retornar à atividade anterior.

Em seguida, o registro fotográfico é armazenado e um caminho de pastas completo para a imagem é salvo. Para visualizações futuras num diretório do aplicativo hospedado na memória do telefone, dificultando o acesso e visualização das imagens fora do dispositivo, favorecendo o sigilo das informações.

Caso o usuário selecione a opção “IMPORTAÇÃO”, o aplicativo mostrará os diretórios dos quais o usuário pode escolher a imagem para processamento. Nessa funcionalidade é realizada a decomposição da imagem em cores primárias, identificando os contornos, extraindo as características, calculando os percentuais das cores presentes no leito da LPP.

A avaliação da lesão segmentada e devidamente classificada aparece na “Tela Inicial” sendo solicitado ao usuário a validação a partir do ícone “salvar informações da ferida” (Figura 11).

Figura 11- Interface de avaliação da LPP. Brasília, 2019



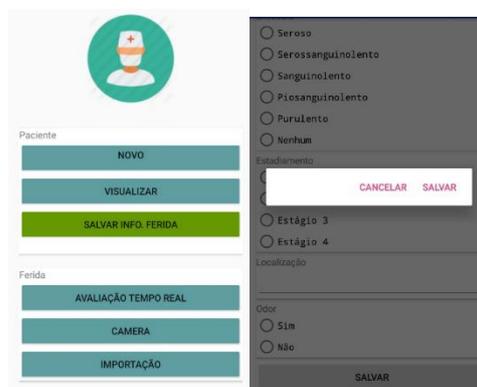
Fonte: Arquivo da pesquisa.

Ao final, o usuário tem acesso a uma nova funcionalidade, “HISTÓRICO DA LPP”, contendo dados adicionais acerca do exame físico da lesão cujos itens são compostos por formatos de menu no estilo múltipla escolha.

Nessa sessão está disponível um formulário de avaliação semi-quantitativa da lesão. Com informações referentes à localização anatômica, tempo de surgimento da lesão, tecido predominante no leito, tecido adjacente à ferida, características da borda e do exsudato, presença de odor e estadiamento conforme a NPUAP⁽²³⁾.

Em seguida, ao clicar no botão “salvar”, é prevista uma validação na qual o usuário opta entre “salvar” ou “cancelar” o registro, conforme demonstrado na figura 12.

Figura 12- Interface de armazenamento do GeFe App. Brasília, 2019



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Finalmente, após a gravação dos dados de um cliente, na interface “RELATÓRIO” as informações da lesão ficam disponíveis para consulta no banco local do dispositivo com acesso a partir do ícone “estatísticas”, que mostra uma listagem dos clientes salvos no banco.

Tanto as funções “NOVO” quanto “HISTÓRICO DA LPP” podem ser editadas posteriormente, caso o usuário deseje primeiro realizar o registro fotográfico e futuramente adicionar os dados coletados na anamnese e exame físico do indivíduo e lesão.

As informações cadastradas também podem ser apagadas, a partir de um clique longo na tela sobre o item da lista que deseja excluir, e um alerta é mostrado ao usuário pedindo confirmação para deletar o cliente. Caso positivo, ocorre a remoção no banco de dados, e as referências ao objeto do cliente também serão excluídas.

5.6 REFERÊNCIAS

1. Morais GFC, Oliveira SHS, Soares MJGO. Avaliação de feridas pelos enfermeiros de instituições hospitalares da rede pública. *Texto Contexto Enferm* [Internet]. 2008 Jan-Mar [acesso em 2017 Dec 12];17(1):98-105. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072008000100011&lng=en. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-07072008000100011>.
2. Mohafez H, Ahmad SA, Roohi SA, Hadizdeh M. Wound healing assessment using digital photography: a review. *J Biomed Eng Medical Imaging* [Internet]. 2016 [acesso em 2017 Jan 15];3(5). Disponível em: <https://journals.scholarpublishing.org/index.php/JBEMi/article/view/2203/1314>. doi: <https://doi.org/10.14738/jbemi.35.2203>.
3. Pereira TACF. Feridas complexas: classificação de tecidos, segmentação e mensuração com o classificador Optimum-Path Forest. Dissertação (mestrado). Botucatu (SP): Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista; 2018.
4. Fauzi MFA, Khansa I, Catignani K, Gordillo G, Sen CK, Gurcan MN. Segmentation and management of chronic wound images: a computer-based approach. In: Shiffman MA, Low M, editors. *Recent clinical techniques, results, and research in wounds* [Internet]. Switzerland: Springer; 2018 [acesso em 2019 Jul 20]. Disponível em: https://doi.org/10.1007/15695_2018_131.
5. Ferreira AM. Reconhecendo tecidos desvitalizados no leito da ferida. *Rev Estima* [Internet]. 2008 [acesso em 2019 Jun 14];6(4):e2595-7007. Disponível em: <https://www.revistaestima.com.br/index.php/estima/article/view/239>.
6. Faller NANN. The yellow-red-black bladder diary: red-yellow-black is not just for wounds. *Ostomy Wound Manage*. 2009 Dec;55(12):26-32.
7. Cuzzell JZ. The new RYB color code. *Am J Nurs*. 1988 Oct;88(10):1342-1346.
8. Cunha JB, Dutra RAA, Salomé GM, Ferreira LM. Sistema computacional aplicado à tecnologia móvel para avaliação e tratamento de feridas. *Rev Enferm UFPE on line* [Internet]. 2018 May [acesso em 2017 Jul 12];12(5):1263-72. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/230677>. doi: <https://doi.org/10.5205/1981-8963-v12i5a230677p1263-1272-2018>.
9. Tibes CM, Cherman EA, Souza VMA, Évora YDM, Zem-Mascarenhas SH. Processamento de imagens em dispositivos móveis para classificar lesões por pressão. *Rev Enferm UFPE on line* [Internet]. 2016 Nov [acesso em 2017 Jun 10];10(11):3840-3847. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/11464>. doi: <https://doi.org/10.5205/1981-8963-v10i11a11464p3840-3847-2016>.
10. Pressman RS, Maxim BR. *Engenharia de software: uma abordagem profissional*. 8 ed. McGraw Hill Education. Porto Alegre (RS); 2016.

11. Barelli F. Introdução à visão computacional: uma abordagem prática com Python e OpenCV. [São Paulo]: Casa do Código; 2018.
12. Backes AR, Sá Júnior JJM. Introdução à visão computacional usando MATLAB. Rio de Janeiro: Alta Books; 2016.
13. Sonka M, Hlavac V, Boyle R. Image processing, analysis, and machine vision. 4th. [São Paulo]: Cengage Learning; 2014.
14. Jesus EO, Costa R Jr. A Utilização de filtros gaussianos na análise de imagens digitais. Proc Ser Braz Soc Appl Comput Math [Internet]. 2015 [acesso em 2019 May 8];3(1). Disponível em: <https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/477/483>. doi: <https://doi.org/10.5540/03.2015.003.01.0118>.
15. Chacon G, Gastardelli E, Moraes FD, Oliveira G, Albuquerque MP, Albuquerque MP. Aplicação da técnica de momentos invariantes no reconhecimento de padrões em imagens digitais. Notas Tec - Cent Bras Pesquis Fis [Internet]. 2011 [acesso em 2019 Jan 16];1(2). Disponível em: <http://revistas.cbpf.br/index.php/nt/article/view/14>. doi: dx.doi.org/10.7437/NT2236-7640.2011.02.002.
16. Ferreira ACBH, Fernandes BM, Ferreira DD. Noninvasive approach based on self organizing maps to classify the risk of diabetic foot. IEEE Lat Am Trans. 2018 Jan;16(1):75-79.
17. Klaine PV, Imran MA, Onireti O, Souza RD. A survey of machine learning techniques applied to self-organizing cellular networks. IEEE Commun Surv Tutor. 2017;19(4):2392–2431.
18. Nejati H, Ghazijahani HA, Abdollahzadeh M, Malekzadeh T, Cheung N-M, Lee KH, et al. Fine-grained wound tissue analysis using deep neural network. Proc IEEE Int Conf Acoust Speech Signal Process (ICASSP); 2018 Apr 15-20. Calgary (AB): IEEE Signal Processing Society; 2018. p. 1010-1014.
19. Shi RB, Qiu J, Maida V. towards algorithm-enabled home wound monitoring with smartphone photography: a hue-saturation-value colour space thresholding technique for wound content tracking. Int Wound J [Internet]. 2019 Feb [acesso em 2019 16];16(1):211-218. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/iwj.13011>.
20. Fontelles MJ, Simões MG, Farias SH, Fontelles RGS. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. Rev Para Med [Internet]. 2009 [acesso em 2017 Apr 8];23(3). Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/0101-5907/2009/v23n3/a1967.pdf>.
21. Barra DCC, Paim SMS, Dal Sasso GTM, Colla GW. Métodos para desenvolvimento móveis em saúde: revisão integrativa da literatura. Texto Contexto Enferm [Internet]. 2017 [acesso em janeiro 2019 Jan 10];6(4):e2260017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072017000400502&lng=en. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-07072017002260017>.

22. Brasil. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Brasília; 2012.
23. Moraes JT, Borges EL, Lisboa CR, Cordeiro DCO, Rosa EG, Rocha NA. Conceito e classificação de lesão por pressão: atualização do National Pressure Ulcer Advisory Panel. *Rev Enferm Cent Oeste Min.* 2016 May/Agu;6(2):2292-2306.
24. Santana LA. Avaliação de área de úlcera por pressão por meio de fotografia com câmera de telefone celular. [tese]. Brasília (DF): Universidade de Brasília; 2013.
25. Eberhardt TD, Lima SBS, Lopes LFD, Borges EL, Weiller TH, Fonseca GGP. Mensuração de área de úlcera venosa por meio de dois softwares. *Rev Lat Am Enfermagem* [Internet]. 2016 Dec [acesso em 2018 May 30];24:4:e2862. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v24/pt_0104-1169-rlae-24-02862.pdf. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1673.2862>.
26. Wang SC, Anderson JAE, Evans R, Woo K, Beland B, Sasseville D, Moreau L. Point-of-care wound visioning technology: Reproducibility and accuracy of a wound measurement app. *PLoS ONE* [Internet]. 2017 Aug [acesso em 2017 Sep 10];12(8):e0183139. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0183139>. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183139>.
27. Viana NCC, Fonseca MR, Menezes NLD. Registro fotográfico de lesões cutâneas: considerações técnicas e éticas. In: Tristão FSA, Padilha MAS, organizadores. *Prevenção e tratamento de lesões cutâneas: perspectivas para o cuidado*. Porto Alegre: Moriá; 2018. p. 30-32.
28. Horta WA. *Processo de Enfermagem*. São Paulo: EPU; 2011.
29. Tannure MC, Pinheiro AM. *SAE: sistematização da assistência de enfermagem. Guia prático*. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2019.
30. Barros KM, Lemos IC. *Processo de enfermagem: fundamentos e discussão de casos clínicos*. Rio de Janeiro: Atheneu; 2017.
31. Oliveira KDL, Haack A, Fortes RC. Terapia nutricional na lesão por pressão: revisão sistemática. *Rev Bras Geriatr Gerontol* [Internet]. 2017 Jul-Aug [acesso em 2017 Sep 10];20(4):562-570. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1809-98232017000400562&script=sci_arttext&tlng=pt. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-22562017020.160195>.
32. Tristão FSA, Sales J, Rossales J. Modificações que ocorrem na pele no decorrer do ciclo vital e condições para a cicatrização. In: Tristão FSA, Padilha MAS, organizadores. *Prevenção e tratamento de lesões cutâneas: perspectivas para o cuidado*. Porto Alegre: Moriá; 2018. p. 19-42.
33. Lentsck MH, Baratieri T, Trincaus MR, Mattei AP, Miyahara CTS. Qualidade de vida relacionada a aspectos clínicos em pessoas com ferida crônica. *Rev Esc*

- Enferm USP [Internet]. 2018 Dec [acesso em 2019 May 15];52:e03384. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v52/pt_1980-220X-reeusp-52-e03384.pdf. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s1980-220x2017004003384>.
34. Santos VLGG, Azevedo MAJ, Silva TS, Carvalho VMJ, Carvalho VF. Adaptação transcultural do pressure ulcer scale for healing (PUSH) para a língua portuguesa. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2005 May-Jun;13(3):305-313.
 35. Alves DFS, Almeida AO, Silva JLG, Morais FI, Dantas SRPE, Alexandre NMC. Tradução e adaptação do Bates-Jensen wound assessment tool para cultura brasileira. *Texto Contexto Enferm* [Internet]. 2015 Jul-Sep [acesso em 2018 Jan 20];24(3):826-833. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-07072015000300826&script=sci_abstract&tlng=pt. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-07072015001990014>.
 36. National Pressure Ulcer Advisory Panel. European Pressures Ulcer Advisory Panel. Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevenção e tratamento de úlceras por pressão: guia de consulta rápida [Internet]. 2014 [acesso em 2017 Jan 20]. Disponível em: http://portaisars.azurewebsites.net/norte/wp-content/uploads/sites/3/2017/12/Portuguese-Quick-Reference-Guide-Jan2015_guia_cons_rapido.pdf.
 37. Gabison S, McGillivray C, Hitzig SL, Nussbaum E. A study of the utility and equivalency of 2 methods of wound measurement: digitized tracing versus digital photography. *Adv Skin Wound Care*. 2015 Jun;28(6):252-258.
 38. Albanez DO. Redes Neurais Artificiais Aplicadas à Segmentação de Imagens. [dissertação]. Goiania (GO): Universidade Federal de Goiás; 2017.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito do GeFe App é subsidiar uma assistência qualificada e segura, a partir de uma avaliação acurada e independente das LPP através do processamento digital de imagens, fornecendo dados mais precisos da caracterização dos tecidos quando comparado a subjetividade das apreciações realizadas a olho nu.

Pretende-se, também, a partir da automatização da documentação clínica melhorar a qualidade dos registros de enfermagem baseando-os nas terminologias próprias da profissão. Favorecendo, assim, a continuidade da assistência e comunicação entre a enfermagem e equipe de saúde. E, especialmente, apoiar as intervenções de enfermagem em evidências, minimizando o uso de terapias tóxicas desnecessária, contribuindo assim para a redução de custos com esta condição de saúde.

Esta produção tecnológica não intencionou a classificação de lesões tunelizadas, dado que, as dimensões destas não são completamente representadas em uma imagem bidimensional, nem tão pouco propôs identificar sinais clínicos de infecção, quantificação do exsudato, características da pele perilesional e borda.

A técnica proposta apresenta algumas limitações na segmentação em indivíduos de pele escura e diferenciação de tecidos com tons avermelhados, sendo necessário testar novos espaços de cores aperfeiçoando a distinção entre os tecidos.

Sugere-se que em trabalhos futuros seja avaliado o impacto do GeFe App na prática clínica por profissionais especialistas no tratamento de feridas. Além da

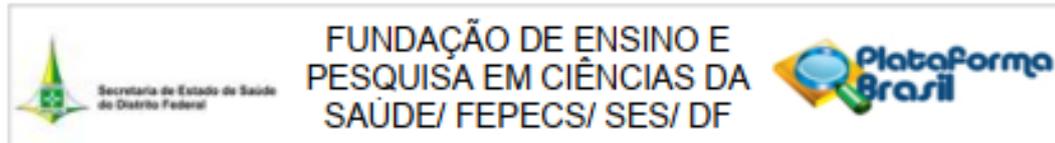
ampliação da amostra para lesões de outras etiologias, visto que os tecidos viáveis e inviáveis representados por elas assemelham-se aos encontrados nas LPP.

Aprimorando o conjunto de dados para poder incluir novas classificações, como profundidades e sombras na ferida, distinção de processos infecciosos, cálculo da área da lesão, estimativa percentual dos tecidos, entre outras funcionalidades, para no futuro apresentar versões nas lojas de aplicativos.

Outrossim, os relatórios gerados poderão serem transportados ao sistema de prontuários eletrônicos, em especial, o e-SUS.

7. ANEXOS

ANEXO A



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: APLICATIVO PARA SMARTPHONE DE GERENCIAMENTO DO CUIDADO À PESSOAS COM LESÃO POR PRESSÃO

Pesquisador: Huará Paiva Castelo Branco

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 93277418.5.0000.5553

Instituição Proponente: Escola Superior de Ciências da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.782.343

Apresentação do Projeto:

A Lesão por Pressão (LPP) pode ser definida como o dano na pele e/ou tecidos subjacentes, comumente sobre uma proeminência óssea ou relacionada a um dispositivo médico, consequente à intensa ou prolongada pressão em associação ao cisalhamento.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Desenvolver aplicativo para smartphone que calcule automaticamente a área, segmente e classifique quantitativamente os tecidos presentes no leito das LPP através do processamento de imagens digitais

Objetivo Secundário:

1- Construir um banco de imagens teste de LPP; 2- Realizar a segmentação, mensuração e classificação da composição tecidual do leito da úlcera relativamente à porcentagem de tecidos das LPP a partir do aplicativo desenvolvido; 3- Comparar as medidas da área de LPP aferidas pelo software desenvolvido e as mensuradas pelo aplicativo +WoundDesk®; 4- Avaliar a concordância entre os dois métodos de medidas para as LPP; 5- Avaliar os atributos de qualidade do aplicativo junto a especialistas de enfermagem segundo os critérios de avaliação de software contidos na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), International Organization for Standardization (ISO) e International Electrotechnical Commission (IEC).

Endereço: SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS

Bairro: ASA NORTE

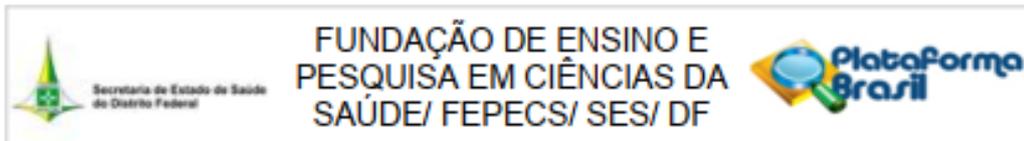
CEP: 70.710-904

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3325-4940

E-mail: comitedeetica.secretaria@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.782.343

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Salienta-se que a pesquisa pode envolver riscos de ordem física, psíquica, moral, cultural ou espiritual, pela possibilidade durante o registro fotográfico tornar-se visível feições e contornos passíveis de identificação. A fim de minimizar os riscos, será exposta somente a região lesionada mantendo a privacidade do indivíduo por biombo. Havendo intercorrências de qualquer natureza os idosos poderão recusar-se a participar das atividades podendo agendar um outro momento ou desistir da participação em qualquer tempo e sem prejuízos terapêuticos. Tratando-se do

controle de infecção e registro fotográfico, serão empregadas medidas de segurança da pessoa fotografada, para tal os seguintes cuidados serão adotados durante a captação das imagens: lavagem das mãos antes e após o procedimento, entre as mudanças de curativo e manipulação do smartphone, evitar a proximidade do dispositivo durante a troca do curativo devido ao risco de bactérias serem aerossolizadas (VIANA; FONSECA;

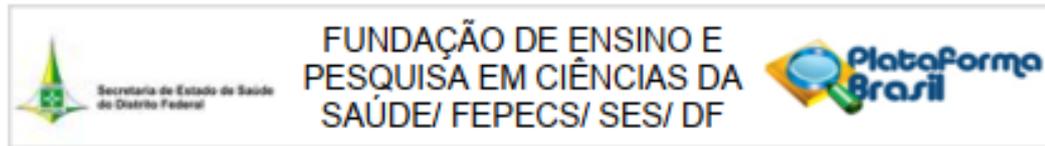
MENEZES, 2018). Será adotado um protocolo para os registros fotográficos afim de manter uma qualidade das imagens reduzindo as distorções e ruídos os quais poderiam comprometer a correta identificação dos tecidos e classificação das lesões. Para os profissionais que avaliarão o aplicativo na IV fase do estudo, há o risco de

constrangimento durante a aplicação do questionário, o qual será minimizado mantendo-se a privacidade durante o momento de resposta.

Benefícios:

O uso de aplicativos no meio clínico contribui para o registro sistemático da assistência, possibilitando a continuidade do tratamento e melhora na qualidade do cuidado. A utilização de aplicativos assistenciais de enfermagem agiliza as atividades de coleta, registro, armazenamento, manipulação e recuperação de dados dos pacientes sob a responsabilidade do enfermeiro. Além da facilidade de acesso aos dados, o aplicativo possibilita instrumentalização administrativa e auxilia na tomada de decisões. Visto que, seu principal finalidade é analisar a imagem digital da lesão de forma precisa e confiável, sem que haja a intercorrência de contaminação externa por ser um método não invasivo. Ademais, a avaliação morfométrica possibilita o delineamento da extensão da ferida e acompanhamento do processo cicatricial em distintos momentos, de forma rápida, fornecendo ao acompanhamento da resposta tecidual frente as diferentes intervenções terapêuticas. E assim, reduzir a um mínimo aceitável os riscos de danos associados ao cuidado de saúde. Além disso, no cenário do Sistema Único de Saúde, tem potencial para subsidiar à eficiência alocativa

Endereço: SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS
 Bairro: ASA NORTE CEP: 70.710-904
 UF: DF Município: BRASÍLIA
 Telefone: (61)3325-4940 E-mail: comitedeetica.secretaria@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.782.343

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Salienta-se que a pesquisa pode envolver riscos de ordem física, psíquica, moral, cultural ou espiritual, pela possibilidade durante o registro fotográfico tornar-se visível feições e contornos passíveis de identificação. A fim de minimizar os riscos, será exposta somente a região lesionada mantendo a privacidade do indivíduo por biombo. Havendo intercorrências de qualquer natureza os idosos poderão recusar-se a participar das atividades podendo agendar um outro momento ou desistir da participação em qualquer tempo e sem prejuízos terapêuticos. Tratando-se do

controle de infecção e registro fotográfico, serão empregadas medidas de segurança da pessoa fotografada, para tal os seguintes cuidados serão adotados durante a captação das imagens: lavagem das mãos antes e após o procedimento, entre as mudanças de curativo e manipulação do smartphone, evitar a proximidade do dispositivo durante a troca do curativo devido ao risco de bactérias serem aerossolizadas (VIANA; FONSECA;

MENEZES, 2018). Será adotado um protocolo para os registros fotográficos afim de manter uma qualidade das imagens reduzindo as distorções e ruídos os quais poderiam comprometer a correta identificação dos tecidos e classificação das lesões. Para os profissionais que avaliarão o aplicativo na IV fase do estudo, há o risco de

constrangimento durante a aplicação do questionário, o qual será minimizado mantendo-se a privacidade durante o momento de resposta.

Benefícios:

O uso de aplicativos no meio clínico contribui para o registro sistemático da assistência, possibilitando a continuidade do tratamento e melhora na qualidade do cuidado. A utilização de aplicativos assistenciais de enfermagem agiliza as atividades de coleta, registro, armazenamento, manipulação e recuperação de dados dos pacientes sob a responsabilidade do enfermeiro. Além da facilidade de acesso aos dados, o aplicativo possibilita instrumentalização administrativa e auxilia na tomada de decisões. Visto que, seu principal finalidade é analisar a imagem digital da lesão de forma precisa e confiável, sem que haja a intercorrência de contaminação externa por ser um método não invasivo. Ademais, a avaliação morfométrica possibilita o delineamento da extensão da ferida e acompanhamento do processo cicatricial em distintos momentos, de forma rápida, fornecendo ao acompanhamento da resposta tecidual frente as diferentes intervenções terapêuticas. E assim, reduzir a um mínimo aceitável os riscos de danos associados ao cuidado de saúde. Além disso, no cenário do Sistema Único de Saúde, tem potencial para subsidiar à eficiência alocativa

Endereço: SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS

Bairro: ASA NORTE

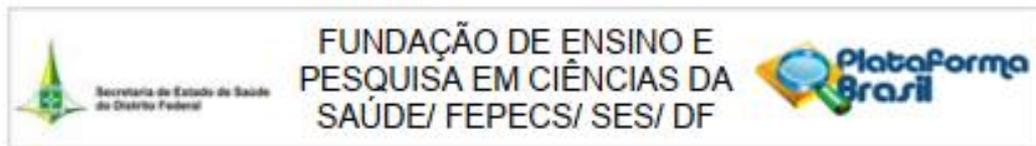
CEP: 70.710-904

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3325-4940

E-mail: comiteetica.secretaria@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.782.343

de recursos humanos, materiais, estruturais e financeiros. Visto que, a avaliação, identificação dos tecidos e classificação das LPP pautados somente no olhar e documentação manual do profissional de saúde podem ser impressionantes e subjetivos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa aplicada cujo resultado final é a produção tecnológica, caracterizada pelo desenvolvimento da primeira versão de um aplicativo para smartphone o qual avaliará por meio de cálculo automatizado a evolução da cicatrização das LPP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- FOLHA DE ROSTO, TERMO DE ANUÊNCIA DE ACORDO;
- CURRÍCULOS DE ACORDO;
- TCLE E TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE IMAGEM DE ACORDO;
- APRESENTOU POSSÍVEIS RISCOS E BENEFÍCIOS E A FORMA DE MINIMIZÁ-LOS;
- PLANILHA DE ORÇAMENTO DE ACORDO E CRONOGRAMA DE ACORDO:05/07/2018 À 31/08/2018

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

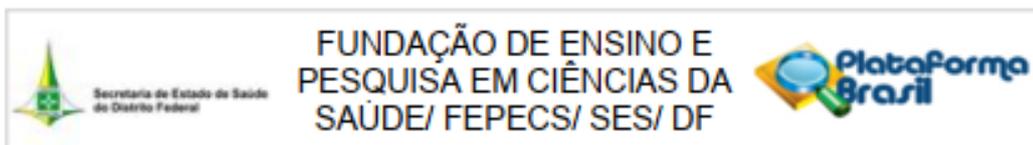
O pesquisador assume o compromisso de garantir o sigilo que assegure o anonimato e a privacidade dos participantes da pesquisa e a confidencialidade dos dados coletados. Os dados obtidos na pesquisa deverão ser utilizados exclusivamente para a finalidade prevista no seu protocolo.

O pesquisador deverá encaminhar relatório parcial e final de acordo com o desenvolvimento do projeto da pesquisa, conforme Resolução CNS/MS nº 486 de 2012.

O presente Parecer de aprovação tem validade de até dois anos, mediante apresentação de relatórios parciais, e após decorrido esse prazo, caso necessário, deverá ser apresentada emenda para prorrogação do cronograma.

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS
 Bairro: ASA NORTE CEP: 70.710-904
 UF: DF Município: BRASÍLIA
 Telefone: (61)3325-4940 E-mail: comitedeetica.secretaria@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.762.343

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1174485.pdf	05/07/2018 16:52:38		Aceito
Outros	AutorizacaoUsolmagem.pdf	05/07/2018 16:50:04	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	05/07/2018 16:48:28	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMADEATIVIDADES.pdf	05/07/2018 16:43:00	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	termodecompromisso.pdf	05/07/2018 16:40:52	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	Curiculo.pdf	05/07/2018 16:39:52	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	CartadeEncaminhamento.pdf	05/07/2018 16:32:05	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	CuriculoRinaldo.pdf	05/07/2018 16:30:54	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	CuriculoLevy.pdf	05/07/2018 16:30:25	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	05/07/2018 16:29:45	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termodeanuencia.pdf	05/07/2018 16:29:13	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermodeConsentimentoLivreeEsclarecido.pdf	05/07/2018 16:28:39	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	05/07/2018 15:57:54	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito

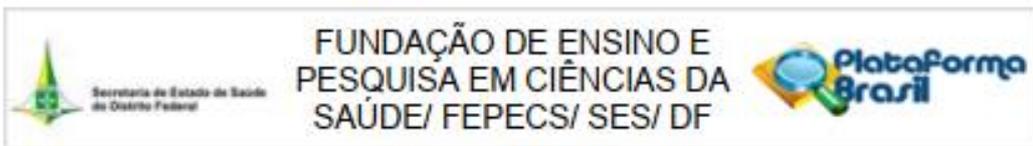
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS
 Bairro: ASA NORTE CEP: 70.710-904
 UF: DF Município: BRASÍLIA
 Telefone: (61)3325-4940 E-mail: comitedeetica.secretaria@gmail.com



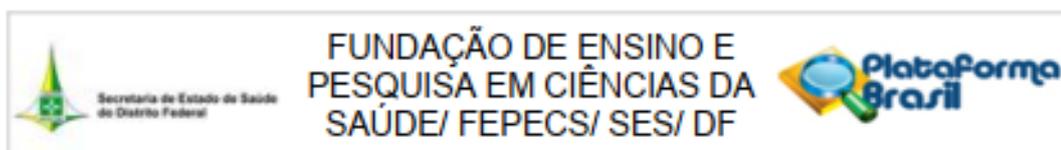
Continuação do Parecer: 2.782.343

BRASILIA, 24 de Julho de 2018

Assinado por:
DILLIAN ADELAINE CESAR DA SILVA
(Coordenador)

Endereço: SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS
Bairro: ASA NORTE CEP: 70.710-904
UF: DF Município: BRASILIA
Telefone: (61)3325-4940 E-mail: comitedeetica.secretaria@gmail.com

ANEXO B



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: APLICATIVO PARA SMARTPHONE DE GERENCIAMENTO DO CUIDADO À PESSOAS COM LESÃO POR PRESSÃO

Pesquisador: Huará Paiva Castelo Branco

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 93277418.5.0000.5553

Instituição Proponente: Escola Superior de Ciências da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.076.488

Apresentação do Projeto:

Trata-se de PEDIDO DE EMENDA a projeto do curso de mestrado em ciência da Saúde. Trata-se de uma pesquisa aplicada cujo resultado final é a produção tecnológica, caracterizada pelo desenvolvimento da primeira versão de um aplicativo para smartphone o qual avaliará por meio de cálculo automatizado a evolução da cicatrização das LPP.

Objetivo da Pesquisa:**Objetivo Primário:**

Desenvolver aplicativo para smartphone que calcule automaticamente a área, segmente e classifique quantitativamente os tecidos presentes no leito das LPP através do processamento de imagens digitais

Objetivo Secundário:

1- Construir de banco de imagens teste de LPP; 2- Realizar a segmentação, mensuração e classificação da composição tecidual do leito da úlcera relativamente à porcentagem de tecidos das LPP a partir do aplicativo desenvolvido; 3- Comparar as medidas da área de LPP aferidas pelo software desenvolvido e as mensuradas pelo aplicativo +WoundDesk®; 4- Avaliar a concordância entre os dois métodos de medidas para as LPP; 5- Avaliar os atributos de qualidade do aplicativo junto a especialistas de enfermagem segundo os critérios de avaliação de software contidos na Associação

Endereço: SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS

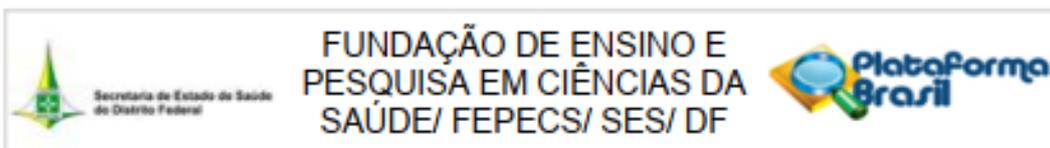
Bairro: ASA NORTE

CEP: 70.710-904

UF: DF **Município:** BRASÍLIA

Telefone: (61)2017-2127

E-mail: comiteetica.secretaria@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.076.488

Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), International Organization for Standardization (ISO) e International Electrotechnical Commission (ICE).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

já foram apresentados e aprovados por este comitê.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa aplicada cujo resultado final é a produção tecnológica, caracterizada pelo desenvolvimento da primeira versão de um aplicativo para smartphone o qual avaliará por meio de cálculo automatizado a evolução da cicatrização das LPP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Encaminhamento de emenda: Encaminhamos para análise e conhecimento desse Comitê de Ética em Pesquisa / FEPECS

a(s) seguinte(s) alteração(ões) no projeto de pesquisa mencionado acima:

Citar modificação(ões) _Local de Pesquisa: ampliar para as unidades clínicas médica, cirúrgica e ortopedia, UTI adulto e pronto-socorro do Hospital Regional de Taguatinga. A fim de garantir uma amostra representativa o suficiente para testar e validar o software.

Alterar o critério de inclusão idade, considerando como candidatos a participarem da pesquisa aqueles com idade igual ou superior a 50 anos.

Recomendações:

-

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

EMENDAS APROVADAS.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_128032_2_É1.pdf	20/11/2018 17:33:51		Aceito
Outros	TermodeAnuencia2.pdf	19/11/2018 19:20:17	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	CartaEncaminhamentoEmendas.pdf	19/11/2018 19:19:46	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	AutorizacaoUsolmagem.pdf	05/07/2018 16:50:04	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito

Endereço: SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS

Bairro: ASA NORTE

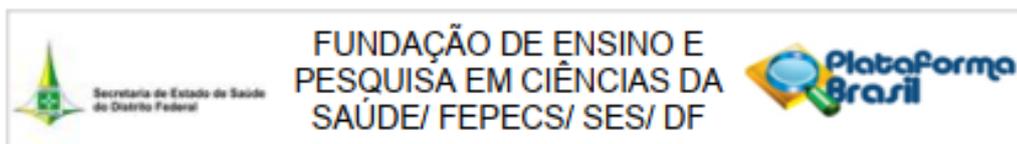
CEP: 70.710-904

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)2017-2127

E-mail: comiteeticasecretaria@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.076.488

Orçamento	orcamento.pdf	05/07/2018 16:46:28	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMADEATIVIDADES.pdf	05/07/2018 16:43:00	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	termodecompromisso.pdf	05/07/2018 16:40:52	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	Curiculo.pdf	05/07/2018 16:39:52	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	CartadeEncaminhamento.pdf	05/07/2018 16:32:05	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	CuriculoRinaldo.pdf	05/07/2018 16:30:54	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Outros	CuriculoLevy.pdf	05/07/2018 16:30:25	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	05/07/2018 16:29:45	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termodeanuencia.pdf	05/07/2018 16:29:13	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermodeConsentimentoLivreeEsclareci o.pdf	05/07/2018 16:28:39	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	05/07/2018 15:57:54	Huara Paiva Castelo Branco	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASILIA, 12 de Dezembro de 2018

Assinado por:
DILLIAN ADELAINÉ CESAR DA SILVA
(Coordenador(a))

Endereço: SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS
Bairro: ASA NORTE CEP: 70.710-904
UF: DF Município: BRASILIA
Telefone: (61)2017-2127 E-mail: comitedeetica.secretaria@gmail.com

8. APÊNDICES

APÊNDICE A- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (banco de imagens)

O (a) Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar do projeto *APLICATIVO PARA SMARTPHONE DE GERENCIAMENTO DO CUIDADO À PESSOAS COM LESÃO POR PRESSÃO*, sob a responsabilidade da pesquisadora, enfermeira, Huara Paiva Castelo Branco, vinculada ao *Mestrado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em ciências da saúde da ESCS*. Cujo objetivo geral é desenvolver aplicativo para *smartphone* que calcule automaticamente a área, segmento e classifique quantitativamente os tecidos presentes no leito das LPP através do processamento de imagens digitais.

Os procedimentos utilizados serão: um questionário inicial, no qual constarão dados sócio demográficos e informações sobre a ferida. Os registros fotográficos serão obtidos durante o acompanhamento de rotina da equipe de enfermagem, após a limpeza da lesão e com exposição da área lesionada. Poderão ser obtidos um ou mais registros, seja pela possibilidade de ter mais de uma ferida, como também participar em momentos diferentes da pesquisa. Serão registradas 5 fotos da mesma ferida em um mesmo momento repetindo o procedimento semanalmente. O tempo para o registro de cada lesão será de até 05 minutos.

Concedo, gratuitamente, permissão para que o grupo de pesquisa obtenha fotografias das minhas feridas para acompanhamento e evolução, bem como, para o desenvolvimento de estudos na instituição. Autorizo, também, a divulgação das fotografias para fins terapêuticos e científicos sem quaisquer ônus e restrições para os participantes do programa.

Estou esclarecido sob o risco de ter visíveis minhas feições, no entanto, não autorizo ser identificado(a) pelo meu nome em nenhuma publicação ou qualquer outro uso. Concordo ainda, que as fotografias permanecerão como propriedade do grupo de pesquisa da Escola Superior de Ciências da Saúde.

O Senhor (a) terá o benefício de ter o registro completo da sua (s) ferida (s), medidas e avaliação em seu prontuário. Sua participação favorecerá o desenvolvimento e aprimoramento do aplicativo que, ao ser utilizado, beneficiará outros indivíduos portadores de lesões.

Informamos que o(a) Senhor(a) pode se recusar a responder qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar do programa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o seu atendimento. O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer do programa e lhe asseguramos que será mantido o mais rigoroso sigilo de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a), a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em seu prejuízo, inclusive em termos de auto estima.

Os resultados serão divulgados na Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal (SES/DF) e Escola Superior de Ciências da Saúde (ESCS), podendo inclusive ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sobre a guarda do grupo de pesquisa.

Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Huara Paiva Castelo Branco, nos telefones: (61) 3042-2699 e (61) 99915-2002, disponível inclusive para ligações à cobrar, no horário das 8h às 18h, ou pelo e-mail: huarabsb@gmail.com.

Este projeto foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da SES/DF com parecer de aprovação nº 2.782.343/2018 e 3.076.488/2018. Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com a pesquisadora responsável e a outra com o Senhor (a).

Nome / assinatura

Huara Paiva Castelo Branco
Enfermeira/Pesquisadora responsável
Brasília, de de 2018

APÊNDICE B- Termo de Autorização para Utilização de Imagem para Fins de Pesquisa

Eu, _____, autorizo a utilização da minha imagem, na qualidade de participante no projeto de pesquisa intitulado **APLICATIVO PARA SMARTPHONE DE GERENCIAMENTO DO CUIDADO À PESSOAS COM LESÃO POR PRESSÃO**, sob responsabilidade de Huara Paiva Castelo Branco vinculada ao *Mestrado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em ciências da saúde da ESCS*.

Minhas imagens podem ser utilizadas apenas para *análise por parte da equipe de pesquisa qualitativas e quantitativas das lesões, apresentações em conferências profissionais e/ou acadêmicas, atividades educacionais*, divulgação das fotografias para fins terapêuticos e científicos.

Tenho ciência de que não haverá divulgação da minha imagem por qualquer meio de comunicação, sejam elas televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas ao ensino e às pesquisas explicitadas anteriormente. Tenho ciência também de que a guarda e demais procedimentos de segurança com relação às imagens são de responsabilidade da pesquisadora responsável.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso para fins de pesquisa, nos termos acima descritos, as imagens das minhas lesões.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com a pesquisadora responsável pela pesquisa e a outra com o(a) participante.

Este projeto foi Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FEPECS-SES/DF. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do sujeito da pesquisa podem ser obtidos através do telefone: (61) 3325-4940 ou e-mail: comitedeetica.secretaria@gmail.com.

Assinatura do (a) participante

Huara Paiva Castelo Branco
Enfermeira/Pesquisadora responsável
Brasília, de _____ de 2018.

APÊNDICE C- Instrumento de Coleta de Dados embutido do GeFe App

Identificação do Paciente	
Nome	
Idade: _____	CPF: _____
Sexo	() masculino () feminino
Endereço:	Telefone:
Profissão	
Estado Civil	() Casado () Solteiro () União Estável () Viúvo
Escolaridade	() Analfabeto () Analfabeto Funcional () Fundamental Completo () Fundamental Incompleto () Médio Completo () Médio Incompleto () Superior Completo () Superior Incompleto
Moradia	() Urbana () Rural () Casa () Apartamento
Condições de saneamento	() Com saneamento básico () Sem saneamento básico
Dados Gerais de Saúde	
Doenças Adicionais	() anemia () diabetes () hipertensão () outros _____
Medicações	() Sim () Não
Tabagismo	() sim () não () 5 a 10 cigarros/dia () 11 a 20 cigarro/dia
Etilismo	() sim () não
Necessidades de Regulação Térmica:	() febril () afebril
Necessidades Nutricionais	Oral () SNE () SNG () 3x/dia () 4x/dia () 5x/dia () 6x/dia () 2/2h () 4/4h () Aceitação: parcial () total ()
Eliminação urinária	() Espontânea/normal () SVD () Incontinência urinária () Apresenta dificuldade para urinar () Urina muito durante a noite () Urina muitas vezes/dia () Urina pouco () Dispositivo urinário (jontex) () Diurese em fralda
Eliminação Intestinal	() Espontânea/normal () Fezes excessivamente duras e pequenas () Fezes amolecidas/líquidas (diarreia) () Dor ao Evacuar () Dificuldade para evacuar () Constipado
Necessidade de Sono e Repouso	() Preservado/normal () dificuldade para dormir () Dorme 4h () Dorme 8h

	() Sente-se descansado após o sono () Não se sente descansado após o sono
Necessidade de Autocuidado	Necessita que alguém faça os cuidados de higiene? Sim () Não ()
	Precisa de ajuda para vestir-se? Sim () Não ()
	Precisa de ajuda para andar? Sim () Não ()
	Precisa de ajuda para alimentar-se? Sim () Não ()
	Precisa de ajuda para higiene íntima? Sim () Não ()
	Precisa de ajuda para realizar o curativo? Sim () Não ()
	Precisa de ajuda para se arrumar? Sim () Não ()
Necessidade de Autoestima	O seu amor próprio, segurança e confiança estão alterados por causa dessa(s) ferida(s)? () Sim () Não
<i>Histórico da Lesão por Pressão</i>	
CPF:	
Como iniciou?	() domicílio () PS () UTI () Outros
Quando?	
Tipo de tecido no leito da ferida:	() Epitelização () Granulação () Necrose: Coagulação () Liquefação ()
Tecido adjacente da ferida	() Eritema () Hipertermia () Palidez () Fria () Macerada () Normotérmica () Descamada () Íntegra () Intumescida
Características da Borda:	() Regular () Hiperemiada () Irregular () Hiperqueratosa () Contraída () Hiperpigmentada () Rósea () Descolada () Esbranquiçada () Desvitalizada
Exsudato	() Seroso () Piosanguinolento () Serossanguinolento () Purulento () Sanguinolento () Nenhum
Estadiamento	() Estágio 1 () Estágio 3 () Estágio 2 () Estágio 4
Localização:	
Odor:	() Sim () Não