

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA
INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
DOUTORADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

FRANCISCA CECÍLIA VIANA ROCHA

**PROTÓTIPO DE ALMOFADA PARA AFERIÇÃO DA PRESSÃO E
TEMPERATURA EM ÁREAS ANATÔMICAS DE RISCO PARA
DESENVOLVIMENTO DE LESÃO POR PRESSÃO**

São José dos Campos – SP

2022

FRANCISCA CECÍLIA VIANA ROCHA

**PROTÓTIPO DE ALMOFADA PARA AFERIÇÃO DA PRESSÃO E
TEMPERATURA EM ÁREAS ANATÔMICAS DE RISCO PARA
DESENVOLVIMENTO DE LESÃO POR PRESSÃO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade do Vale do Paraíba, como complementação dos créditos necessários para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Mário Oliveira Lima
Co-orientador: Prof. Dr. Alessandro Corrêa Mendes

São José dos Campos – SP
2022

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO DA OBRA

Ficha catalográfica

Rocha, Francisca Cecília Viana
Protótipo de almofada para aferição da pressão e temperatura
em áreas anatômicas de risco para desenvolvimento de lesão por
pressão / Francisca Cecília Viana Rocha; orientador, Mário
Oliveira Lima; co-orientador Alessandro Corrêa Mendes. - São
José dos Campos, SP, 2022.
94 p.

Tese (Doutorado) - Universidade do Vale do Paraíba, São José
dos Campos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

Inclui referências

1. Engenharia Biomédica. 2. lesão por pressão. 3.
temperatura. 4. monitoramento. 5. Protótipo. I. Lima, Mário
Oliveira, orient. II. Mendes, Alessandro Corrêa, co-orient.
III. Universidade do Vale do Paraíba. Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Biomédica. IV. Título.

Eu, Francisca Cecília Viana Rocha, autor(a) da obra acima referenciada:

Autorizo a divulgação total ou parcial da obra impressa, digital ou fixada em
outro tipo de mídia, bem como, a sua reprodução total ou parcial, devendo o
usuário da reprodução atribuir os créditos ao autor da obra, citando a fonte.

Declaro, para todos os fins e efeitos de direito, que o Trabalho foi elaborado
respeitando os princípios da moral e da ética e não violou qualquer direito de
propriedade intelectual sob pena de responder civil, criminal, ética e
profissionalmente por meus atos.

São José dos Campos, 12 de Agosto de 2022.

Francisca Cecília Viana Rocha

Autor(a) da Obra

Data da defesa: 07 / 06 / 2022

FRANCISCA CECÍLIA VIANA ROCHA

**“PROTÓTIPO DE ALMOFADA PARA AFERIÇÃO DA PRESSÃO E TEMPERATURA EM
ÁREAS ANATÔMICAS DE RISCO PARA DESENVOLVIMENTO DE LESÃO POR
PRESSÃO.”**

Tese aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba – Univap, pela seguinte banca examinadora:

Prof. ^a Dr. ^a Maria Zelia de Araujo Madeira - UFPI	<i>Maria Zelia de A. Madeira</i>
Prof. ^a Dr. ^a Patrícia Sardinha Leonardo Lopes Martins - Unievangélica	<i>Patrícia S. L. Lopes Martins</i>
Prof. ^a Dr. ^a Emilia Angela Lo Schiavo Arisawa	<i>Mirela Arisawa</i>
Prof. Dr. Mário Oliveira Lima	<i>Mário Oliveira Lima</i>
Prof. Dr. Alessandro Corrêa Mendes	<i>Alessandro Corrêa Mendes</i>

Prof.^a Dr.^a Lúcia Vieira

Diretora do IP&D – Univap

São José dos Campos, 07 de junho 2022.

Dedico este trabalho a todos aqueles que sempre estiveram ao meu lado nesta caminhada. Em especial aos meus filhos, Diego Mayer Viana Rocha e Lucas Pazolinni Viana Rocha, meus grandes amores! Aos meus pais, Luiz Martins Viana (in memoriam) e Elizabete Vasconcelos Viana por sempre sonharem junto comigo a realizar esse sonho.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos,

À Deus, por sempre estar ao meu lado. Por nunca ter me desamparado. Pai, muito obrigado por tudo que me proporcionaste nesta caminhada! Pelos momentos em que o desespero e a angústia quiseram me assolar e o Teu socorro foi bem presente! Por me amar de maneira incondicional, mesmo com minhas falhas, o Senhor sempre me amou! Obrigada por permitir que eu sonhasse e realizasse esse sonho. Sem o Senhor eu não teria conseguido!

À Instituição de Ensino Superior Univap e seu corpo docente por todo o aprendizado durante essa jornada. Gratidão e obrigada!

Ao Hospital Getúlio Vargas que considero minha segunda casa, pois foi nesta instituição que construí todo o meu saber, como acadêmica, estagiária e funcionária. Agradeço por tudo e em especial aos participantes do meu estudo por participarem da validação do protótipo.

À minha família por ser a base e alicerce, pelo incentivo, apoio e estímulo a continuar essa jornada que não foi fácil. Em especial a minha irmã Rosely Vasconcelos Viana que sempre esteve comigo nessa caminhada e acompanhou todas as minhas angústias me dando a maior força para eu me manter firme e confiante, o meu muito obrigada minha irmã pela disponibilidade de me ouvir sempre que eu precisava.

Obrigada minha mãe, Elizabete Vasconcelos Viana por me ensinar o caminho certo e sempre me incentivar a crescer profissionalmente. A meu pai in memoriam Luiz Martins Viana, por ter me dado toda a proteção e muito amor em sua vida terrena, pai você foi muito importante para o meu crescimento como pessoa, te amarei sempre.

Aos meus filhos que sempre estiveram comigo e respeitaram as minhas ausências, vocês me inspiraram a ser melhor, obrigada pelo amor disponibilizado e carinho nesse percurso.

Ao meu mestre e orientador Prof. Dr. Mario Oliveira Lima, grande professor e amigo, obrigado por todo o carinho, incentivo, apoio e orientações durante toda a construção da Tese. Suas palavras me confortavam sempre.

Ao meu mestre e Co-orientador Prof. Dr Alessandro Corrêa Mendes, obrigada por todo incentivo e conhecimento dispensado quando eu sonhei com a ideia de construir um equipamento, quando nem imaginava que seria possível a concretização deste sonho e você com toda a sua inteligência tecnológica prontamente atendeu ao meu pedido.

À banca examinadora Profa Dra Emilia Ângela Lo Schiavo Arisawa, Profa Dra Fernanda Pupio Silva Lima, Profa Dra Maria Zélia de Araújo Madeira, Profa. Dra Patricia Sardinha Leonardo Lopes Martins, pela leitura da Tese e por contribuir com suas considerações no trabalho a qual só enriquece mais ainda. Meu muito obrigada.

À minha ex-aluna e agora grande amiga, sonhamos juntas o doutorado. Profa. Mestre Herica Emília Félix de Carvalho grata por segurar sempre na minha mão e me apoiar sempre, meu muito obrigada, você foi muito importante para mim nessa luta. Que Deus abençoe, também, a concretização do seu sonho.

Ao meu amigo, Engenheiro Clínico André Jamson Rocha de Andrade, coordenador da Tecnologia de Informação do Hospital Getúlio Vargas por me acompanhar no primeiro momento de teste de validação do protótipo, obrigada amigo você me deixou mais tranquila e confiante de que tudo ia dar certo.

Obrigada a todos os amigos que, direta e indiretamente, estiveram comigo nessa caminhada, sempre me incentivando a não desistir.

Estou muito feliz!!!

RESUMO

A lesão por pressão(LP) configura-se como resultado da pressão exercida pelo corpo sobre a superfície anatômica em que o indivíduo se encontra. Apesar das mais diversas estratégias para a sua prevenção, a incidência de lesão por pressão ainda é alta em todo o mundo. Por conseguinte, pesquisadores estão se voltando para uma nova tecnologia de mapeamento de pressão e temperatura para auxiliar as estratégias de prevenção das lesões por pressão. Portanto, o presente estudo tem como objetivo desenvolver e validar protótipo de almofada para aferição da pressão e da temperatura em áreas anatômicas de risco para desenvolvimento de lesão por pressão. Trata-se de um estudo experimental descritivo dividido em três etapas: desenvolvimento do software, criação do protótipo e validação do protótipo. A primeira e a segunda etapas foram desenvolvidas em laboratório, enquanto a terceira etapa foi realizada em um hospital público no Nordeste do Piauí. Etapa I: O software foi sintetizado em linhas de programação, utilizando a linguagem C para escrita do software. O hardware consiste no circuito eletrônico, descrito como uma placa com componentes eletrônicos. Foi desenvolvido um programa para controlar o passo-a-passo do hardware. Etapa II: O protótipo apresenta sensores de temperatura e pressão, microprocessador, driver; compressor de ar; bateria de 12V; e almofada inflável e impermeável. Etapa III: Participaram do estudo um adulto saudável, sem risco para o desenvolvimento de LP, sexo masculino, 33 anos de idade, 74 kg, 1,70 cm e 25,31 IMC. O segundo participante era um adulto com alto risco para o desenvolvimento de LP, 11 na escala de Braden, sexo masculino, 55 anos de idade, 75 kg, 1,74 cm e 25,31 IMC. O teste com o participante saudável revelou pressão de interface máxima, registrada na região occipital, porém, a média de pressão de interface foi maior na região sacral. No tocante a temperatura corporal a média, de maior valor foi identificada na região sacral (34,92°C). Por sua vez, o teste com o paciente na UTI, a pressão de interface máxima, foi registrada na região do calcâneo esquerdo. A pressão de interface média, também foi encontrada na região sacral. A respeito da temperatura corporal média, o valor máximo, também, foi detectado na região sacral (35,31°C). Ao comparar os dados de pressão e temperatura em todas as áreas anatômicas, observou-se que estão diretamente proporcionais nos dois participantes, quando uma aumenta, a outra também aumenta. Conclui-se que o protótipo da almofada com sensor para medir a pressão de interface e a temperatura em áreas anatômicas de risco para o desenvolvimento de lesão por pressão teve o potencial de fornecer medidas objetivas que podem atuar como substitutos para orientar as áreas onde a pressão e a temperatura estiverem alteradas para que sejam adotadas medidas de alívio em locais específicos e, assim, prevenir lesão por pressão de forma individualizada a cada paciente.

Palavras-chave: lesão por pressão; pressão; temperatura; monitoramento.

CUSHION PROTOTYPE FOR MEASURING PRESSURE AND TEMPERATURE IN ANATOMICAL AREAS AT RISK FOR DEVELOPMENT OF PRESSURE INJURY

ABSTRACT

Pressure Injury (PI) is a result of the pressure exerted by the body on the anatomical surface on which the individual is. Despite the most diverse strategies for its prevention, the incidence of pressure injuries is still high worldwide. Therefore, researchers are turning to new pressure and temperature mapping technology to aid pressure injury prevention strategies. Therefore, the present study aims to develop and validate a prototype pad for measuring pressure and temperature in anatomical areas at risk for pressure injury development. This is a descriptive experimental study divided into three stages: software development, prototype creation and prototype validation. The first and second stages were developed in the laboratory, while the third stage was carried out in a public hospital in the Northeast of Piauí. Step I: The software was synthesized in programming lines, using the C language to write the software. The hardware consists of the electronic circuit, described as a board with electronic components. A program was developed to control the hardware step-by-step. Stage II: The prototype presents temperature and pressure sensors, microprocessor, driver; air compressor; 12V battery; and inflatable and waterproof cushion. Stage III: A healthy adult, without risk for the development of PI, participated in the study, male, 33 years old, 74 kg, 1.70 m and 25.31 BMI. The second participant was an adult at high risk for the development of PI, 11 on the Braden scale, male, 55 years of age, 75 kg, 1.74 m and 25.31 BMI. The test with the healthy participant revealed pressure maximum interface pressure, recorded in the occipital region, however, the average interface pressure was higher in the sacral region. With regard to body temperature, the highest value was identified in the sacral region (34.92°C). In turn, the test with the patient in the ICU, the maximum interface pressure, was recorded in the region of the left calcaneus. The mean interface pressure was also found in the sacral region. Regarding the mean body temperature, the maximum value was also detected in the sacral region (35.31°C). When comparing pressure and temperature data in all anatomical areas, it was observed that they are directly proportional in the two participants, when one increases, the other also increases. It is concluded that the prototype of the sensor pad to measure interface pressure and temperature in anatomic areas at risk for the development of pressure injuries had the potential to provide objective measures that can act as surrogates to guide the areas where pressure and temperature are altered so that relief measures are taken in specific places and, thus, to prevent pressure injuries in an individualized way for each patient.

Keywords: pressure injury; pressure; temperature; monitoring.

LISTA DE FIGURAS

Gráfico 1 – Calibragem e percepções iniciais do produto em campo	57
Gráfico 2 – Dados sobre a avaliação na região occipital do participante 1.....	58
Gráfico 3 – Dados sobre a avaliação na região sacral do participante 1	59
Gráfico 4 – Dados sobre a avaliação no calcâneo direito do participante 1	60
Gráfico 5 – Dados sobre a avaliação no calcâneo esquerdo do participante 1	61
Gráfico 6 – Dados sobre a avaliação na região occipital do participante 2.....	63
Gráfico 7 – Dados sobre a avaliação na região sacral do participante 2	64
Gráfico 8 – Dados sobre a avaliação na região do calcâneo direito do participante 2	65
Gráfico 9– Dados sobre a avaliação na região do calcâneo esquerdo do participante 2	66
Gráfico 10 – Comparação na variação dos valores de pressão máxima e mínima... 68	
Gráfico 11 – Comparação na variação dos valores de temperatura máxima e mínima	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de pressão e temperatura da região occipital do participante 1 .	58
Tabela 2 – Valores de pressão e temperatura da região sacral do participante 1	59
Tabela 3 – Valores de pressão e temperatura do calcâneo direito do participante 1	60
Tabela 4 – Valores de pressão e temperatura do calcâneo esquerdo do participante 1	61
Tabela 5 – Valores de pressão e temperatura da região occipital do participante 2 .	63
Tabela 6 – Valores de pressão e temperatura da região sacral do participante 2	64
Tabela 7 – Valores de pressão e temperatura da região do calcâneo direito do participante 2	65
Tabela 8 – Valores de pressão e temperatura da região do calcâneo esquerdo do participante 2	66
Tabela 9 – Comparação entre os valores de pressão máxima, mínima e média entre os participantes 1 e o 2, por região avaliada.....	67
Tabela 10– Comparação entre os valores de temperatura corporal máxima, mínima e média entre os participantes 1 e o 2, por região avaliada.	67

SUMÁRIO

1	IDENTIFICAÇÃO	13
2	INTRODUÇÃO	14
2.1	Problematização	17
2.2	Hipótese	19
2.3	Objetivos	19
2.3.1	Geral	19
2.3.2	Específicos	19
2.4	Justificativa	20
3	REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1	Anatomia da pele	22
3.2	Conceitos de força e pressão	24
3.3	Lesões por pressão	26
3.3.1	<i>Lesão por Pressão no estágio 1: Eritema não branqueável em pele intacta</i>	28
3.3.2	<i>Lesão por pressão em estágio 2: Perda da pele em sua espessura parcial com exposição da derme</i>	28
3.3.3	<i>Lesão por pressão em estágio 3: Perda da pele em sua espessura total</i>	29
3.3.4	<i>Lesão por Pressão no estágio 4: Perda da pele em sua espessura total e perda tissular</i>	30
3.3.5	<i>Lesão por Pressão Não classificável: Perda de espessura total da pele e perda tissular não visível</i>	31
3.3.6	<i>Lesão por Pressão Tissular Profunda: descoloração vermelho escura, marrom ou púrpura, persistente e que não embranquece</i>	31
3.3.7	<i>Lesão por pressão relacionada com dispositivos médicos</i>	32
3.3.8	<i>Lesão por Pressão na membrana da mucosa</i>	32
3.3.9	<i>Aspectos gerais sobre o manejo da Lesão por Pressão</i>	33
3.4	Pressão capilar, hiperemia tecidual	34
3.5	Temperatura	37
3.6	Superfícies especiais para gerenciamento de pressão	37
3.7	Sistemas de mapeamento da pressão de interface e de temperatura	39
4	MATERIAIS E MÉTODOS	42
4.1	Tipo de estudo	42
4.2	Etapas para o desenvolvimento do estudo	42
4.2.1	<i>Etapa 1: Desenvolvimento do software</i>	42
4.2.2	<i>Etapa 2: Criação do Protótipo</i>	44
4.2.3	<i>Etapa 3: Validação do Protótipo</i>	50
4.3	Aspectos éticos e legais	54
5	RESULTADOS	55
6	DISCUSSÃO	70
7	CONCLUSÃO	74
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS	85
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	86
	ANEXO A – ESCALA DE BRADEN	88
	ANEXO B – REGISTRO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR NO INSTITUTO NACIONAL A PROPRIEDADE INDUSTRIAL	89
	ANEXO C – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	90

ANEXO D – PESQUISA BIBLIOMÉTRICA.....	94
ANEXO E – REVISÃO INTEGRATIVA.....	95

1 IDENTIFICAÇÃO

Tema: Protótipo de almofada para aferição da pressão e da temperatura em áreas anatômicas de risco para desenvolvimento de lesão por pressão.

Aluna: Francisca Cecília Viana Rocha

Curso: Doutorado em Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Mário Oliveira Lima.

Co-Orientador: Prof. Dr. Alessandro Corrêa Mendes

Instituição: Universidade do Vale do Paraíba.

2 INTRODUÇÃO

A Lesão por Pressão (LP) configura-se como o resultado da pressão realizada pelo corpo sobre a superfície/área anatômica em que o indivíduo se encontra apoiado. Essa pressão pode ser isolada ou combinada com cisalhamento e/ou fricção, com alterações na perfusão, nutrição e condições do tecido e, também, com o microclima (temperatura e umidade), causando danos na pele e/ou nas estruturas subjacentes, geralmente proeminências ósseas (MORAES *et al.*, 2016; GALVÃO *et al.*, 2017).

A LP é considerada como um evento adverso de ocorrência mais frequente em pacientes hospitalizados em todo o mundo (MOLINA *et al.*, 2018). Nos Estados Unidos da América (EUA) as LP afetam aproximadamente 2,5 milhões de pacientes e são responsáveis por 60.000 mortes anualmente (GOULD *et al.*, 2019). No Brasil, conforme o Relatório Nacional de Incidentes Relacionados à Assistência à Saúde, as LP foram o segundo incidente notificado com maior frequência, com mais de 30.000 notificações (BRASIL, 2020).

Segundo a portaria nº 529, que instituiu o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP), em 2013, ao considerar as LP como evento adverso destaca que sua ocorrência decorre da assistência à saúde e esse tem sido um dos desafios da equipe de saúde diante de um paciente hospitalizado. A portaria aponta que a LP é uma ocorrência passível de notificação compulsória, assim como de monitoramento e vigilância. Por conseguinte, requer a implementação de medidas preventivas que venham a minimizar os danos causados aos pacientes (BRASIL, 2013a).

A incidência de LP é destacada como um indicador negativo da qualidade assistencial em enfermagem, porém, é relevante salientar que a sua ocorrência está associada não somente às falhas no cuidado, mas também a fatores intrínsecos do indivíduo atendido, que aumentam os riscos de desenvolver a lesão e, ao considerar o movimento global pela segurança do paciente, sua prevenção é imprescindível (FURINI; NUNES; DALLORA, 2019).

O desenvolvimento de LP permanece um fenômeno multifatorial, sendo que o verdadeiro risco é generalizado e indescritível. Os principais elementos determinantes para esse desenvolvimento são a patologia de base e a restrição mecânica do paciente associadas ao nível de assistência de enfermagem (LOUDET

et al., 2017). Logo, a ocorrência desse evento adverso na Unidade de Terapia Intensiva (UTI), infelizmente, é frequente, pois esse ambiente apresenta indivíduos com particularidades associadas à gravidade clínica da patologia, bem como a inconstância hemodinâmica do seu sistema orgânico (JANSEN; SILVA; MOURA, 2020).

No tocante aos pacientes críticos, diversos fatores de risco estão relacionados ao desenvolvimento de LP como o período prolongado de internação, a inércia no leito e, por conseguinte, diminuição da perfusão tecidual; a utilização de medicamentos vasoativos; as variações no nível de consciência; a sedação; a carência nutricional; a própria idade avançada associada à pressão extrínseca; infecção generalizada; e as comorbidades, principalmente, doença vascular e *diabetes mellitus* (LOUDET *et al.*, 2017; CAMPANILI *et al.*, 2015).

A literatura nacional aponta uma incidência de LP em pacientes de UTI variando desde 11% (CAMPANILI *et al.*, 2015), 22% (BORGHARDT *et al.*, 2016), a 35,2% (GOMES *et al.*, 2010). A LP, atualmente, é o evento adverso mais notificado pelos Núcleos de Segurança do Paciente (NSP) das instituições de saúde do Brasil, correspondendo a 18,9% (FURINI; NUNES; DALLORA, 2019). Porém, com o crescimento de doentes crônicos acamados, a incidência de LP no domicílio tem gerado preocupação.

Um estudo realizado na Indonésia evidenciou que 44% dos pacientes avaliados possuíam lesões prévias à admissão hospitalar (AMIR *et al.*, 2017). No Brasil, uma investigação estimou que 21% dos pacientes em cuidados domiciliares desenvolveram LP (MORO *et al.*, 2016). Esses dados são preocupantes, visto que as LP podem ser evitadas com medidas simples de prevenção como rotina diária de avaliação e reavaliação da pele, manter o paciente seco e com a pele hidratada, melhoria da nutrição e mudança de decúbito a cada 2 horas, previstas no protocolo do Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP) (BRASIL, 2013b).

De acordo com o protocolo, a primeira etapa para prevenção é examinar todos os pacientes quanto ao risco de LP, para isso, o MS orienta a utilização da Escala de Braden. Essa ferramenta objetiva classificar os pacientes quanto ao risco de desenvolver LP por meio da avaliação de seis itens: percepção sensorial, atividade, capacidade de mobilidade, exposição a umidade, ingestão nutricional, influência de fricção e cisalhamento (BRASIL, 2013b).

Além das medidas simples de prevenção de LP, existem no mercado diferentes superfícies de suporte como camas, colchões, travesseiros, coberturas de colchões e almofadas que superam os colchões hospitalares convencionais na prevenção da LP (MCINNES *et al.*, 2015). Alguns dispositivos considerados eficientes na prevenção de LP são: sistema de colchão dinâmico pulsante multicelular, almofada de polímero elástico viscoso seco e almofadas de gel (MARVAKI *et al.*, 2020).

Apesar de todo o aparato tecnológico disponível para a prevenção de LP, elas ainda são notificadas. Dessa forma, pesquisadores estão se voltando para uma nova tecnologia de mapeamento de pressão e temperatura para auxiliar as estratégias de prevenção, identificando a magnitude dos pontos de pressão corporal e a variação da temperatura nesses locais (MCINNES *et al.*, 2015; SPRIGLE; SONENBLUM, 2011). Com esta tecnologia, os profissionais da saúde recebem feedback em tempo real sobre as estratégias de reposicionamento para aliviar as áreas de superfície corporal em risco (CHUNG *et al.*, 2013; BEHRENDT *et al.*, 2014; ROCHA *et al.*, 2008; SAKAI *et al.*, 2009; SURIADI *et al.*, 2006).

Diante do exposto acima, verifica-se que mesmo com a evolução tecnológica e a melhoria de técnicas, a prevenção de LP ainda se apresenta como um desafio e como um problema de saúde pública em todos os níveis assistenciais de saúde, desencadeando transtornos físicos e emocionais, promovendo ônus ao sistema de saúde e influenciando na morbidade e mortalidade dos indivíduos acometidos por LP (MOORE; WEBSTER; SAMURIWO, 2015; MORAES *et al.*, 2016; CAVALCANTE *et al.*, 2016).

Nesse contexto, o ponto de partida para o desenvolvimento do projeto e realização do estudo investigativo são os estudos publicados com abordagem sobre o tema, e por meio da pesquisa bibliográfica na literatura especializada foi compilada as apresentações mais significativas da área para dar a este trabalho o rigor acadêmico-científico que um estudo dessa dimensão requer.

Nesse sentido, o protótipo de uma almofada para aferição da pressão e da temperatura em áreas anatômicas de risco para desenvolvimento de lesão por pressão irá obter um parâmetro de referência para um planejamento adequado de tempo na mudança de decúbito do paciente e assim prevenir danos na pele.

2.1 Problematização

Para apresentação da situação problema do estudo parte-se, inicialmente, da LP como problema de saúde pública que afeta todo um contexto social, emocional e financeiro. E, apesar de todo o aparato tecnológico disponível, sua prevenção ainda é um desafio para os serviços de saúde, principalmente, daqueles de alta complexidade (LOUDET *et al.*, 2017).

A LP, conforme a *National Pressure Ulcer Advisory Panel* (NPUAP), é uma injúria situada na pele e/ou tecidos moles subjacentes que, em geral, acomete uma proeminência óssea ou está associada a utilização de algum dispositivo médico ou a outros dispositivos. A LP pode aparecer em pele íntegra ou como lesão aberta e pode ser dolorosa. Sua ocorrência é multifatorial (NATIONAL..., 2019).

Em pessoas com sensibilidade, mobilidade e estado mental preservados a pressão prolongada provoca uma resposta de feedback que induz uma mudança na posição do corpo, porém, quando essa resposta está prejudicada ou ausente, a pressão aplicada na pele por um período maior que a pressão fisiológica do fechamento capilar, impede o fluxo sanguíneo adequado, reduz a irrigação sanguínea que leva a hipóxia, isquemia, lesão e necrose do tecido. A pressão é o fator etiológico mais relevante nessa condição (MERVIS; PHILLIPS, 2019).

É importante destacar que, o tempo de restrição no leito poderá resultar em mais de uma LP e em diferentes estágios cada uma, repercutindo na qualidade de vida desse paciente. Acerca da qualidade de vida, estudos apontam que o domínio “bem-estar” é o mais prejudicado pela presença de uma LP, pois o efeito negativo está relacionado à resposta emocional frente à condição fisiológica (KAPP; SANTAMARIA, 2017). Além disso, o domínio “bem-estar” abrange níveis de ansiedade associado ao desfecho da LP que pode ser influenciado pelos métodos terapêuticos, pela presença de sintomas ou quaisquer mudanças nas condições psicológicas, física e no funcionamento social (PURCELL *et al.*, 2017).

A vida social do paciente também é afetada pelo tempo de duração da LP, pois pessoas com lesão podem apresentar problemas de adaptação ou aceitação, incluindo, receio, vergonha do incomodo, das trocas frequentes de curativo e até da dor. Esses problemas podem progredir para o isolamento social, ao receio de expor e até mesmo de olhar a ferida. Isso pode resultar em sentimento de solidão e confinamento. As mudanças nas atividades de vida diária, bem-estar e convívio

social afetam a saúde mental de pessoas com LP, sendo muitas vezes necessário a procura por um profissional mais habilitado para ajudar nesse aspecto (CHARALAMBOUS *et al.*, 2018).

Nesse contexto, a equipe multiprofissional precisa estar atenta para as medidas preventivas da LP tendo como base a sua ocorrência multifatorial. Várias condições de risco corroboram para o desenvolvimento das LP como a idade, as doenças crônicas, as morbidades (fatores intrínsecos); a pressão de contato sobre a proeminência óssea, as forças de cisalhamento e fricção, a umidade (fatores extrínsecos) (COSTA, 2015).

Portanto, a determinação do risco deve ser realizada no momento da admissão do paciente por meio de instrumentos sistematizados e construídos para essa finalidade. As principais escalas de predição de risco destacadas na literatura são as de Norton, Braden e Waterlow (CASTANHEIRA *et al.*, 2018). A mais utilizada por enfermeiros no Brasil é a escala de Braden que é um instrumento norte americano, traduzido e validado no Brasil em 1999 (SALGADO *et al.*, 2018).

Após a determinação do risco, as medidas preventivas devem ser implementadas de acordo com avaliação individualizada. Algumas prescrições são: alterações regulares, a cada duas horas, do decúbito do paciente; uso de cobertura hidrocoloide em região sacral; uso de substâncias emoliente e hidratantes na pele; uso de coxins de conforto; observação do posicionamento, imobilização ou substituição do fixador do cateter orotraqueal e/ou nasotraqueal; uso de colchão pneumático; rodízio dos dedos utilizados para o oxímetro; avaliação da pele; manutenção do períneo limpo e seco; cabeceira do leito elevada a 30 graus; adequada ingesta hídrica e aporte nutricional equilibrado (MENDONÇA *et al.*, 2018; SOARES; HEIDEMANN, 2018).

No tocante à mudança de decúbito a cada duas horas, exceto em situações que haja contraindicações, é considerada uma das principais medidas preventivas de LP (MENDONÇA *et al.*, 2018; ROLIM *et al.*, 2013; ALBUQUERQUE *et al.*, 2014; INOUE; MATSUDA, 2015). Contudo, não existe consenso na literatura sobre o tempo para desenvolver a LP e a mudança de duas em duas são trabalhosas e podem ser subjetivas (PETERSON *et al.*, 2010; GEFEN, 2008). Então, é possível inferir que o tempo para a mudança de decúbito pode variar entre os indivíduos.

Nessa perspectiva, a literatura está investigando em uma nova tecnologia de mapeamento de parâmetros em tempo real (pressão e temperatura) para direcionar

melhor o reposicionamento do paciente no leito (MCINNES *et al.*, 2015; BEHRENDT *et al.*, 2014; SPRIGLE; SONENBLUM, 2011; SAKAI *et al.*, 2009; ROCHA *et al.*, 2008; SURIADI *et al.*, 2006). Contudo, os estudos são incipientes, necessitando de maior investigação e, atualmente, fora da realidade Brasileira.

Diante da problemática acima, este estudo consiste em desenvolver um protótipo de almofada para aferição da pressão e da temperatura em áreas anatômicas de risco para desenvolvimento de lesão por pressão.

2.2 Hipótese

H1: O protótipo proposto para aferição da pressão e temperatura, nas áreas anatômicas de risco para desenvolvimento da LP, irá obter dados que sinalize alterações importantes nos indicadores medidos e assim proporcionar uma assistência personalizada, preventiva considerando o tempo para mudança de decúbito de forma individualizada.

2.3 Objetivos

2.3.1 Geral

- ✓ Desenvolver e validar um protótipo de almofada para aferição da pressão e da temperatura em áreas anatômicas de risco para desenvolvimento de lesão por pressão.

2.3.2 Específicos

- ✓ Descrever dados sociodemográficos, antropométricos, clínicos e hábitos de vida dos participantes do estudo;
- ✓ Descrever o desenvolvimento do protótipo da almofada;
- ✓ Descrever a validação do protótipo;
- ✓ Identificar os locais anatômicos de risco de LP nos pacientes participantes do estudo;

- ✓ Identificar a pressão e a temperatura nos locais anatômicos de risco de LP dos participantes do estudo.

2.4 Justificativa

Este estudo foi motivado pela combinação de três situações, constantes questionamentos enquanto pesquisadora, uma disciplina do doutorado e a minha profissão (enfermeira).

Ao decorrer dos anos, uma inquietação me seguia, uma questão que eu não conseguia encontrar na literatura que era “como mensurar o valor da pressão em áreas do corpo que sofrem pressão e quanto tempo leva para desenvolver uma lesão por pressão”. Ao cursar a disciplina “engenharia biomédica”, me chamou muito a atenção o fato da disciplina apresentar uma área do conhecimento valiosa para responder os meus questionamentos. A engenharia biomédica integra princípios das ciências da saúde e ciências exatas e atua no desenvolvimento de tecnologias inovadoras na prevenção, monitoramento, diagnóstico e terapia de doenças. A minha indagação foi feita, no primeiro dia de aula, ao professor e a resposta foi positiva.

Com relação à minha profissão, a instituição para qual trabalho é um hospital público de referência para o estado e de alta complexidade. Ao longo dos anos estive a frente da comissão de curativos da instituição, bem como trabalhando a meta 6 da segurança do paciente, que é a meta de manter a integridade da pele de pacientes com risco de desenvolver LP, com ações de promoção e prevenção da saúde junto aos colaboradores e usuários do hospital.

Por ser um hospital de retaguarda para urgência e emergência, o hospital recebe pacientes oriundos dos serviços de emergência da capital e interior, mas também via ambulatorial. Estes pacientes são avaliados na admissão como primeira medida preventiva, porém os que chegam provenientes da rede de urgência chegam com lesão de pele em estágio 2.

A prevalência nesse sentido é maior, porém, percebe-se que tanto fatores intrínsecos quanto fatores extrínsecos interferem no aparecimento das lesões. Observa-se que influências externas como as condições climáticas, haja vista ser uma das cidades mais quentes da região do Nordeste, podem favorecer a abertura de lesão na pele em virtude da utilização de colchão comum de napa e, muitas

vezes, com densidade inadequada, quartos com pouca ventilação e sem refrigeração. Estas condições podem, também, favorecer o desenvolvimento da LP.

O despertar do interesse pela pesquisa se deu por inquietação na prescrição de cuidados de enfermagem, em que se coloca que a mudança de decúbito do paciente deve ser realizada de 2/2hs, tempo esse padrão para todos os pacientes com risco baixo, médio e elevado para desenvolver LP. Na busca da literatura para fundamentar esse tempo não foi encontrado nenhuma definição específica de quanto tempo leva para produzir lesão previsível.

O paciente é avaliado na admissão e a cada 24hs por meio da escala de Braden, que é uma escala que avalia o risco de lesão de pele. Esta escala avalia o risco em scores, considerando as diversas peculiaridades que cada indivíduo apresenta.

Embora várias superfícies de suporte tenham demonstrado reduzir a incidência de LP ou facilitar a cicatrização de feridas, em comparação com as camadas padrão, há evidências insuficientes e dados limitados para sugerir uma superfície adequada para cada paciente individualmente. Além disso, pesquisadores destacam a necessidade da avaliação sistemática e contínua da pele do paciente.

O presente estudo seguiu todo o rigor metodológico necessário para a construção do protótipo de almofada para aferição da pressão e da temperatura em áreas anatômicas de risco para desenvolvimento de lesão por pressão, validando sua eficácia, culminando com a publicação dos achados na literatura científica e disponibilização do produto.

Portanto, a pesquisa torna-se relevante pela perspectiva da criação de um protótipo de almofada capaz de aferir a pressão e temperatura, para prevenir o desenvolvimento de LP e assim, sinalizar a equipe para a mudança de decúbito no tempo correto, conforme a individualidade de cada pessoa. Deixaria de ser um cuidado com tempo estático, para ser um cuidado com tempo dinâmico.

O ineditismo da pesquisa está em proporcionar, para realidade nacional, o desenvolvimento de um protótipo capaz de mudar a realidade da assistência prestada; em promover o avanço científico dos sistemas de monitoramento contínuo; em fomentar o uso desses sistemas na realidade nacional; e a possibilidade em disponibilizar um produto no mercado nacional e internacional.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura que constitui esta unidade reporta-se a temas como anatomia da pele, lesões por pressão, pressão capilar, hipóxia tecidual e superfícies de apoio com ênfase aos estágios da lesão, aspectos gerais sobre o manejo da lesão por pressão, pressão capilar, isquemia tecidual e superfícies especiais para gerenciamento de pressão. Os referenciais teóricos aportam em autores como Vijayavenkataraman, Lu e Fuh (2016), Lavers (2017), Bragazzi *et al.* (2019), Tareen *et al.* (2018), Wong *et al.* (2016), Gonzalez *et al.* (2016), Kottner *et al.* (2018), Shi, Dumville e Cullum (2018), dentre outros que com suas apresentações possibilitaram um saber sistematizado acerca da temática abordada no estudo.

3.1 Anatomia da pele

A pele ou tegumento é a superfície externa que reveste o corpo humano e a interface imediata ao ambiente circundante. É o maior órgão do corpo, representando cerca de 15% do total do corpo de peso em adultos e possui uma estrutura complexa de múltiplas camadas e protege os músculos subjacentes, ossos, ligamentos e órgãos internos (VIJAYAVENKATARAMAN; LU; FUH, 2016).

O tecido tegumentar constitui a primeira linha de defesa para qualquer estímulo externo agindo assim, como uma barreira protetora contra infecções, lesões, luz e calor. Por isso, é mais vulnerável a lesões e demanda de métodos de regeneração rápidos e confiáveis (LAVERS, 2017; VIJAYAVENKATARAMAN; LU; FUH, 2016).

A pele tem uma estrutura de multicamadas muito complexa, que por sua vez consiste em vários outros componentes, como células, fibras, matriz extracelular, veias, vasos capilares, nervos e folículos pilosos. Pode ser dividida em: epiderme e a derme (Figura 1) (VIJAYAVENKATARAMAN; LU; FUH, 2016).

A epiderme é formada por 5 camadas: a camada mais externa é o estrato córneo (particularmente espesso e consiste em células mortas), o estrato lúcido (presente apenas em algumas partes específicas do corpo humano (pontas dos dedos, palmas das mãos e solas dos pés), o estrato granuloso, o estrato espinhoso e o estrato basal (a camada mais interna que contém células-tronco epidérmicas) (BRAGAZZI *et al.*, 2019).

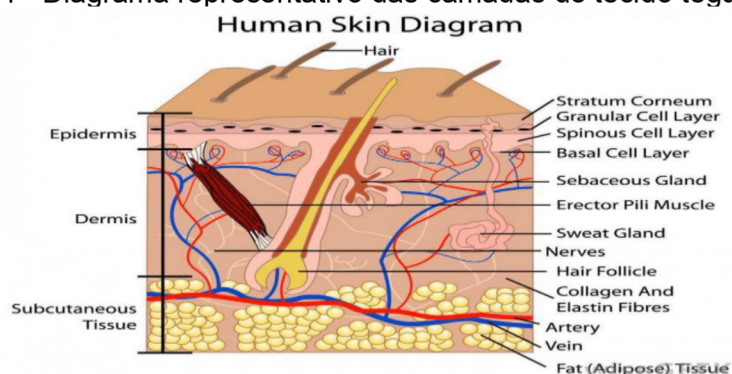
A derme é dividida de acordo com a espessura do colágeno em um estrato papilar superficial e o estrato reticular profundo, contendo fibras de colágeno finas e espessas, respectivamente. A hipoderme ou tecido subcutâneo é uma camada de tecido conjuntivo frouxo e elastina que fornece isolamento da temperatura, capacidade de adsorver choque, um armazenamento de nutrientes e reservatório de energia. Essa camada é mais espessa nas nádegas, palmas das mãos e solas dos pés (TAREEN *et al.*, 2018; PASPARAKIS; HAASE; NESTLE, 2014).

Em diferentes partes do corpo, as características da pele diferem enormemente em topologia, pH, temperatura, umidade e microbiologia em diferentes locais do corpo (WONG *et al.*, 2016). Do mesmo modo, a interação de diversos fatores determina as características da pele, entre eles: a constituição biológica do indivíduo (idade, gênero, componentes genéticos, doenças, suscetibilidade imunológica) e os fatores ambientais (infecções, estresse, estilos de vida, dieta ou exposição à luz ultravioleta) (LIVERS, 2017).

A estrutura da pele é projetada para minimizar o estresse através do tecido. Outra peculiaridade deste órgão é a capacidade natural de auto cicatrização. Quando ocorre agressão, ou quebra de continuidade da barreira cutânea, o processo de reparo acontece em aproximadamente sete dias no caso de lesões mais leves. Este processo busca restaurar a integridade do tecido e preservar sua função o mais brevemente possível (WONG *et al.*, 2016; GONZALEZ *et al.*, 2016).

Entretanto, apesar de ser um processo fisiológico, uma multifatorialidade de eventos pode afetar a velocidade e a qualidade do processo de reparo do epitélio, como a idade, o estado geral do indivíduo, a profundidade e localização da lesão, fatores nutricionais entre outros (GONZALEZ *et al.*, 2016).

Figura 1– Diagrama representativo das camadas do tecido tegumentar



Legenda: Epiderme, derme, tecido subcutâneo.

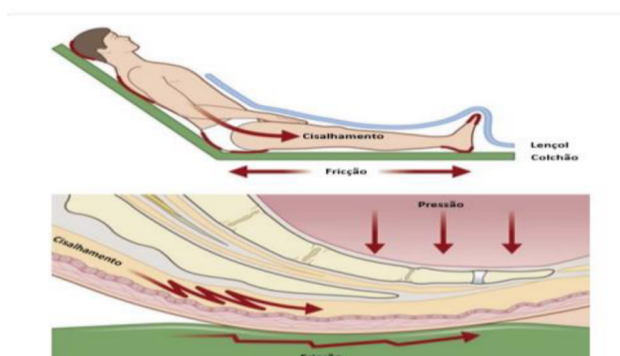
Fonte: Rubin *et al.* (2019).

3.2 Conceitos de força e pressão

Para entendermos como os parâmetros de força e pressão atuam no indivíduo é necessário compreender seus conceitos. A palavra “força” refere-se a uma interação com o corpo por meio de atividade muscular e alguma alteração na velocidade do corpo. As forças, entretanto, nem sempre causam movimento como, por exemplo, quando um indivíduo está sentado, a força gravitacional atua sobre o seu corpo e, ainda sim, ele fica parado. As forças são grandezas vetoriais, ou seja, necessitam ser definidas segundo módulo (intensidade), direção (direção nas quais as forças se aplicam, horizontal e vertical, por exemplo) e sentido (esquerda e direita, positivo e negativo, para cima e para baixo, entre outros) (JEWETT JUNIOR; SERWAY, 2011).

As principais forças relacionadas ao desenvolvimento de lesão por pressão são as forças de atrito e de cisalhamento. A fricção é definida como a “força mecânica exercida quando a pele é arrastada sobre uma superfície áspera”, e o dano à pele devido apenas ao atrito normalmente leva a abrasões superficiais com vulnerabilidade às lesões. O cisalhamento é uma força mecânica que atua internamente no tecido cutâneo em direção paralela à superfície do corpo. Forças de cisalhamento ocorrem entre as estruturas internas do corpo e os tecidos da pele, geralmente movendo-se em direções opostas e podem levar a lesão tecidual profunda (GEFEN, 2017; HOOGENDOORN *et al.*, 2017).

Figura 2 – Forças de fricção e cisalhamento



Fonte:Kwon e Janis (2016).

O atrito e o cisalhamento têm uma relação direta, portanto, se o atrito aumentar, o cisalhamento provavelmente aumentará (GEFEN, 2017). As forças de atrito têm o maior impacto nas camadas superficiais da pele por meio de um

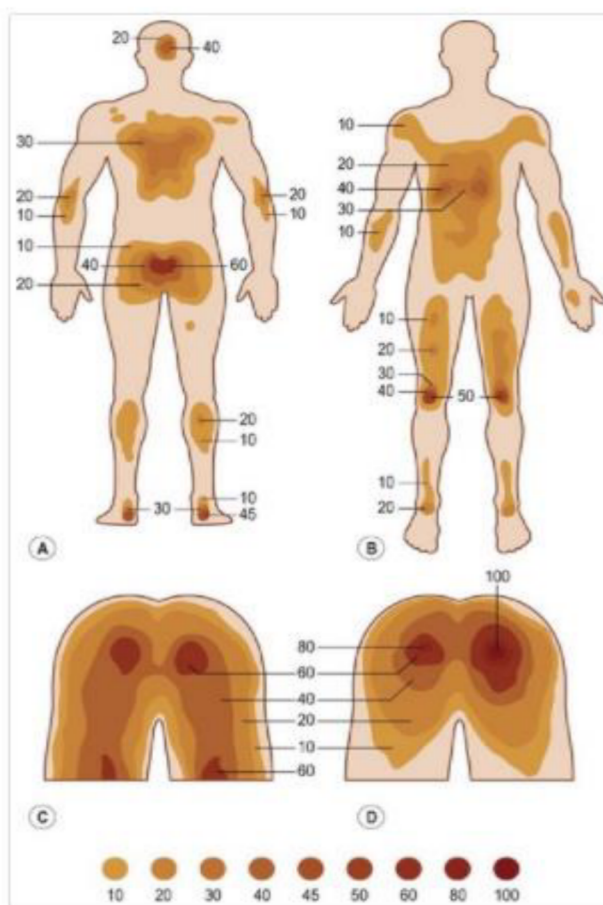
mecanismo de lesão tecidual “top-down”, enquanto as forças de cisalhamento influenciam as estruturas teciduais mais profundas por meio de um mecanismo “bottom-up” de lesão tecidual (HOOGENDOORN *et al.*, 2017).

Com relação à pressão, é uma grandeza física escalar definida pela razão entre a força aplicada e sua área de contato (JEWETT JUNIOR; SERWAY, 2011). Esta é a compressão ou compressão de tecidos moles, especialmente contra proeminências ósseas, como sacro, escápula, cotovelos, cabeça, calcanhares e pelve. Começa com a força vertical de uma pessoa puxada pela gravidade para uma superfície de apoio (MERVIS; PHILLIPS, 2019).

$$P = F/A$$

Salienta-se que a intensidade da pressão nas regiões corporais é alterada de acordo com a posição em que o indivíduo se encontra como, por exemplo, a posição supina (A), a posição prona (B); sentado sem apoio nos pés ou “pés pendurados” (C) e sentado com apoio nos pés (D), de acordo com a figura abaixo.

Figura 3 – Intensidade da pressão nas regiões do corpo



Fonte: Lindan, Greenway e Piazza (1965).

Indivíduos com senso de percepção preservada têm a capacidade de mudar de decúbito, redistribuem o seu peso e, assim, evitam a lesão. Porém, uma pessoa com diminuição na percepção sensorial pode não ser capaz de identificar ou responder ao desconforto do excesso de pressão (NATIONAL..., 2019).

3.3 Lesões por pressão

Inicialmente, considera-se que “lesão por pressão” também pode ser identificada como escaras, escaras de decúbito, úlcera por pressão, entre outros de acordo com o que afirma Rosa (2016). A fim de unificar e padronizar a utilização do termo, em 2016, a NPUAP apresentou um ajustamento da palavra “úlcera” (Úlcera por pressão), substituindo-o por “lesão” (Lesão por pressão) com foco ao dano sofrido pela superfície da pele intacta ou que já apresente uma lesão (NATIONAL..., 2016).

Nessa natureza, Saldanha *et al.* (2016) destacaram que a LP é descrita como dano situado na pele e/ou tecidos moles subjacentes, em geral, sobre uma proeminência óssea ou relacionada a utilização de dispositivo médico ou outros dispositivos. Os autores consideraram, ainda, que a lesão é resultado da pressão intensa e/ou prolongada em associação ao cisalhamento, visto que o bloqueio do fluxo sanguíneo por tempo prolongado acarreta déficit no suprimento sanguíneo que, por sua vez, diminui a nutrição e a oferta de oxigênio para os tecidos e, por fim, ocasiona a isquemia tecidual e, concomitantemente, a necrose.

Por sua vez, González-Méndez *et al.* (2018) ao considerarem que a incidência de LP é um evento adverso comum nas instituições de assistência à saúde, sobretudo em hospitais e setores de cuidados críticos, destacaram que as consequências deste evento repercutem desde o prolongamento na permanência hospitalar até o sofrimento psicológico ao paciente.

As LP são os eventos adversos mais comuns, com maior prevalência e incidência em UTI, por este ser um ambiente com particularidades associadas à gravidade da doença e a períodos de internação prolongada (MEDEIROS *et al.*, 2017). A taxa de incidência de LP foi de 39,3% na Arábia Saudita (TAYYIB; COYER; LEWIS, 2016), 29,6% na Grécia (APOSTOLOPOULOU *et al.*, 2014), 16% na Espanha (GONZÁLEZ-MÉNDEZ *et al.*, 2018) e 13,6% no Brasil (BECKER *et al.*, 2017).

Apesar de associadas a vários fatores contribuintes ainda não totalmente esclarecidos, as LP apresentam etiologia amparada na ocorrência de carga mecânica sustentada, deformação da pele e das camadas subcutâneas entre estruturas anatômicas rígidas internas, e superfícies ou dispositivos externos em resposta à pressão ou uma combinação entre essa e o cisalhamento, por um período prolongado (NATIONAL..., 2019; KOTTNER *et al.*, 2018).

A tolerância do tecido mole para a pressão e o cisalhamento também pode ser afetada pela mobilidade, microclima (temperatura e umidade), nutrição, perfusão tecidual, comorbidades que impactam na oxigenação tecidual ou perfusão sanguínea e pela condição do tecido. A lesão tegumentar ocorre, pois, a pressão prolongada provoca a diminuição do fluxo sanguíneo local, isquemia, hipóxia tecidual e até mesmo necrose (NATIONAL..., 2019; KOTTNER *et al.*, 2018).

As LP são classificadas de acordo com as características teciduais conforme se apresenta no quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Classificação de Lesão por Pressão de acordo com *National Pressure Ulcer Advisory Panel*

Estágios	Descrição
Estágio I	Lesão localizada em pele intacta de proeminência óssea, eritematosa não branqueável.
Estágio II	Perda parcial da espessura da derme, manifestação abrasiva, com bolhas, sem tecido desvitalizado.
Estágio III	Perda cutânea total, acometendo área de tecido subcutâneo, as lesões podem ser cavitadas com fístula e apresentar tecido desvitalizado.
Estágio IV	Perda total da espessura do tecido com exposição óssea, de músculos, tendões ou cápsulas das articulações.
Inclassificável	Perda total dos tecidos, com a profundidade preenchida por tecido necrosado.
Lesão tissular profunda	Lesões com áreas vermelho-escuras, flictena com sangue provocadas por danos no tecido mole subjacente resultantes de pressão e/ou cisalhamento.

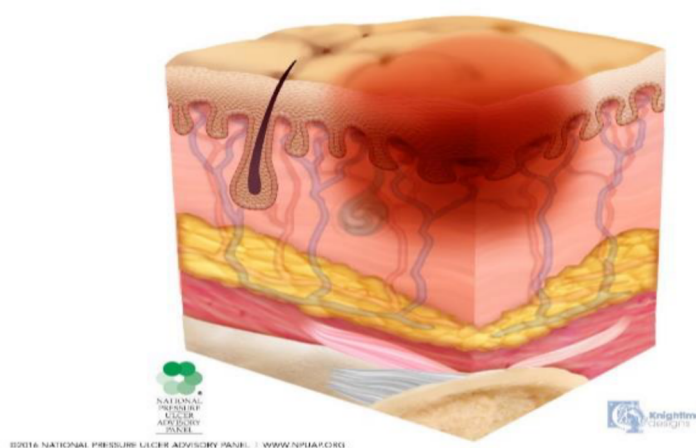
Fonte:(NATIONAL..., 2019).

Segundo Loudet *et al.* (2017) em qualquer uma dessas situações, o paciente crítico sofre com as alterações do fluxo sanguíneo para a área que está sobre pressão, comprometendo a oxigenação e a nutrição dos tecidos naquela região, podendo levar ao desenvolvimento de isquemia, hipóxia, edema e necrose tecidual.

3.3.1 Lesão por Pressão no estágio 1: Eritema não branqueável em pele intacta

A LP no estágio 1 apresenta-se como eritema não branqueável em área localizada que não compromete a integridade da pele. Em indivíduos com tons de pele escura, pode ser difícil sua identificação, porém, a lesão pode apresentar alterações na sensação, temperatura ou firmeza e as mudanças de cor não incluem descoloração roxa ou marrom (NATIONAL..., 2019).

Figura 4 – Representação de um tecido com Lesão por Pressão estágio 1

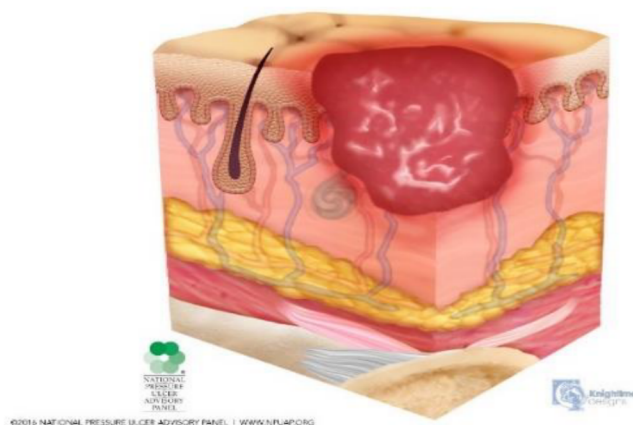


Fonte: (NATIONAL..., 2019).

3.3.2 Lesão por pressão em estágio 2: Perda da pele em sua espessura parcial com exposição da derme

Na LP em estágio 2 ocorre, parcialmente, perda da espessura da derme. A área com dano cutâneo ou tecidual, leito da ferida é viável, de cor rosa ou vermelha, úmido e pode apresentar-se, também, como uma bolha cheia de soro, intacta ou rompida. É necessário diagnóstico diferencial para dano cutâneo associado à umidade, feridas traumáticas e dermatite (NATIONAL..., 2019).

Figura 5 – Representação de um tecido com Lesão por Pressão em estágio 2



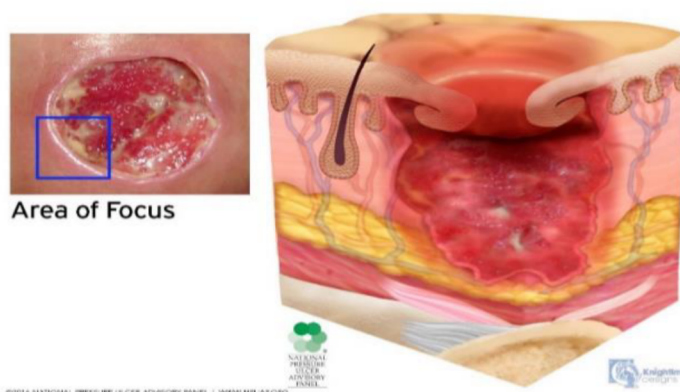
Fonte: (NATIONAL..., 2019).

3.3.3 Lesão por pressão em estágio 3: Perda da pele em sua espessura total

O tecido adiposo pode ser visualizado e não há exposição de tecidos e órgãos mais profundos, como ossos, tendões ou músculos. Pode haver tecido desvitalizado sem que esse oculte a profundidade dos tecidos lesados e a presença de epíbolo. A lesão pode, ainda, apresentar-se como cavitária com profundidade variável conforme localização anatômica (NATIONAL..., 2019).

Esse estágio apresenta perda cutânea em toda sua espessura e, constantemente, existem bordas “descoladas” presentes. A profundidade da perda cutânea varia de acordo com a região anatômica. Pode haver presença parcial de esfacelo (necrose de liquefação) e/ou escara (necrose de coagulação), bem como tunelização (NATIONAL..., 2019).

Figura 6 – Representação de um tecido com Lesão por Pressão em estágio 3

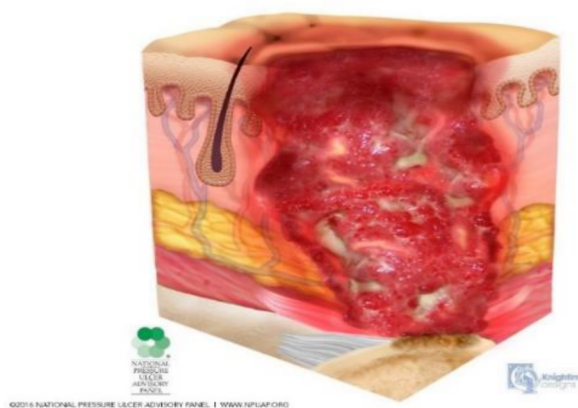


Fonte:(NATIONAL..., 2019).

3.3.4 Lesão por Pressão no estágio 4: Perda da pele em sua espessura total e perda tissular

Nesse estágio, ocorre perda total da espessura da pele e tecidos com exposição óssea, dos tendões ou dos músculos podendo haver comprometimento de estruturas de suporte como a fáscia, o tendão ou cápsula articular, geralmente com presença de estruturas palpáveis. Ocorrem com frequência as lesões com bordas laminadas (epíbole), *undermining* e / ou tunelamento. Os tecidos de granulação, esfacelos e/ou escaras podem ser encontrados neste estágio. A profundidade varia de acordo com a localização anatômica. Ressalta-se, ainda, que as LP que se estendem para estruturas de suporte (fáscia, tendão ou cápsula articular) podem estar relacionadas à osteomielite (NATIONAL..., 2019).

Figura 7 – Representação de um tecido com Lesão por Pressão no estágio 4



Fonte:(NATIONAL..., 2019).

Exposição ou palpação direta de tecidos como fáscia, músculo, tendão, ligamento, cartilagem ou osso na úlcera. Com frequência ocorrem bordas despregadas, descolamentos e/ou tunelizações. Todos os tipos de tecidos (granulação, esfacelo e/ou escara) podem estar presentes nesse estágio (NATIONAL..., 2019). Ressalta-se ainda que as úlceras que se estendem para estruturas de suporte, incluindo fáscia, tendão ou cápsula articular, podem estar associadas à osteomielite.

3.3.5 Lesão por Pressão Não classificável: Perda de espessura total da pele e perda tissular não visível

A extensão do dano tecidual e da perda de pele e tecido não pode ser confirmada pela presença de tecido desvitalizado no leito da lesão. Com remoção dos tecidos desvitalizados e exposição do leito da ferida, pode haver uma lesão por pressão de estágio 3 ou 4. Escaras estáveis (ou seja, secas, aderentes, intactas, sem eritema ou flutuação) no calcanhar ou no membro isquêmico não devem ser amolecidas ou removidas (NATIONAL..., 2019).

Figura 8 – Representação de um tecido com Lesão por Pressão Não estável



Fonte:(NATIONAL..., 2019).

3.3.6 Lesão por Pressão Tissular Profunda: descoloração vermelho escura, marrom ou púrpura, persistente e que não embranquece

Caracteriza-se pela presença de pele intacta ou não intacta com área localizada de coloração vermelha, marrom-avermelhada, persistente, não-branqueada, vermelho-escuro ou separação epidérmica, revelando leito de ferida escuro ou bolha cheia de sangue. É o resultado da pressão acentuada e/ou duradoura e forças de cisalhamento na interface osso-músculo (NATIONAL..., 2019).

A lesão pode progredir rapidamente para mostrar o tamanho real do dano tecidual, ou pode resolver sem perda de tecido. Tons de pele escuro pode dificultar a identificação. Dor e mudança na temperatura geralmente antecedem as alterações de coloração da pele (NATIONAL..., 2019).

Figura 9 – Representação de um tecido com Lesão de Profundidade Indeterminada



Fonte: (NATIONAL..., 2019).

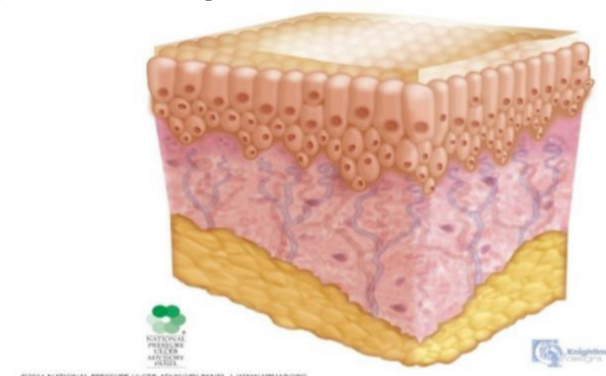
3.3.7 Lesão por pressão relacionada com dispositivos médicos

Lesões resultantes do uso de dispositivos projetados e aplicados para fins diagnósticos ou terapêuticos que se apresenta com a forma do dispositivo e podem ser classificadas de acordo com o estadiamento (CAVALCANTI; KAMADA, 2020).

3.3.8 Lesão por Pressão na membrana da mucosa

Lesão presente nas membranas mucosas de pessoas com histórico de uso de dispositivo médico no local da lesão. As lesões de membrana mucosa, por consequência da anatomia tecidual, não podem ser classificadas conforme estadiamento já que não possui epitélio queratinizado. Portanto, a posição da National Pressure Ulcer Advisory Panel (2019) é que as lesões por pressão nas membranas mucosas sejam rotuladas como LP da mucosa sem um estágio identificado.

Figura 10 – Ilustração tecidual de membrana mucosa



Fonte:(NATIONAL..., 2019).

3.3.9 Aspectos gerais sobre o manejo da Lesão por Pressão

As LP além de retratar a qualidade da assistência oferecida e refletir na segurança do paciente, elas culminam em consequências biopsicossociais. A LP é uma complicação dolorosa, incapacitante e potencialmente fatal, demandando, também, altos custos aos serviços de saúde (CICHOSZ *et al.*, 2019).

Neste contexto, o manejo pela equipe multiprofissional busca atender a integralidade do cuidado e, principalmente, evitar a ocorrência de lesões deste gênero. Assim, na prática clínica os profissionais contam com uso de instrumentos de avaliação e abordagem preventiva das lesões.

É necessário avaliar a pele e investigar evidências sobre o valor preditivo de descritores específicos do estado da pele para o manejo das LP. Os profissionais de saúde devem realizar avaliações regulares e abrangentes desse órgão afim de identificar quaisquer alterações anormais na aparência ou textura da pele, em particular sobre proeminências ósseas em pessoas com risco de LP (SHI; DUMVILLE; CULLUM, 2018).

Vários escores de risco que avaliam o risco do paciente de desenvolver LP têm sido propostos e usados em cuidados médicos. A escala de Braden como ferramenta para avaliar o risco não é a única utilizada, havendo ainda a escala de Norton e Waterlow. Entretanto, a escala de Braden é a mais utilizada no gerenciamento do cuidado aos pacientes e é aplicada em instituições de saúde em todo o mundo, pois foi traduzida em mais de 16 idiomas.

A escala de Braden é um instrumento que foi validado clinicamente para possibilitar a previsão de risco de uma pessoa para desenvolver uma LP. Essa ferramenta avalia seis critérios, em níveis de estratificação, que variam de um a quatro pontos. Ela pode ser aplicada por diversos profissionais, contudo, o enfermeiro é o profissional que mais aplica. Os seis critérios avaliados são a percepção sensorial (1-4 pontos), a umidade, (1-4 pontos), a atividade (1-4 pontos), a mobilidade (1-4 pontos), a nutrição (1-4 pontos), a fricção e o cisalhamento (1-3 pontos). Ao somar os pontos de cada critério, ele pode variar de 6 a 23 pontos, de forma que, quanto menor a pontuação, maior é o risco de desenvolver LP (WECHI *et al.*, 2017).

A escala apresenta uma classificação baseada na somatória dos seis critérios aprestandos acima e, assim, pode predizer o risco do indivíduo em desenvolver LP.

Somatória inferior ou igual (\leq) a nove pontos representa risco muito alto para o desenvolvimento de LP; Somatória de 10 a 12 pontos, risco alto; Somatória de 13 a 14 pontos, risco moderado; Somatória de 15 a 18 pontos, baixo risco; Somatória de 19 a 23 pontos, ausência de risco. É importante destacar que a escala de Braden deve ser aplicada levando em consideração o julgamento da enfermagem. Cada subitem a ser avaliado é utilizado como um guia que norteia as intervenções em saúde necessárias de acordo com a somatória (WECHI *et al.*, 2017).

Essa escala pode subsidiar o trabalho do enfermeiro, a quem cabe identificar os pacientes com risco de desenvolver LP. A utilização da escala constitui um dos aspectos fundamentais na prevenção de LP (WECHI *et al.*, 2017).

Entretanto, recentemente, o valor preditivo dessas escalas mostrou de baixa a modesta precisão em diferentes contextos e outros escores de avaliação vêm sendo amplamente estudados. Surge então a hipótese de que a melhor estratégia para prevenir as LP é o alerta precoce aos pacientes de alto risco (ALOWENI *et al.*, 2019; CICHOSZ *et al.*, 2019).

A estratégia para o tratamento de lesões por pressão tem abordagem multidisciplinar e consiste na combinação de dispositivos de alívio de pressão, como colchões e almofadas, cuidados com feridas, reposicionamento, manejo das lesões (curativos, desbridamento), fisioterapia e intervenções nutricionais (MOORE; WEBSTER; SAMURIWO, 2015; MCINNES *et al.*, 2018).

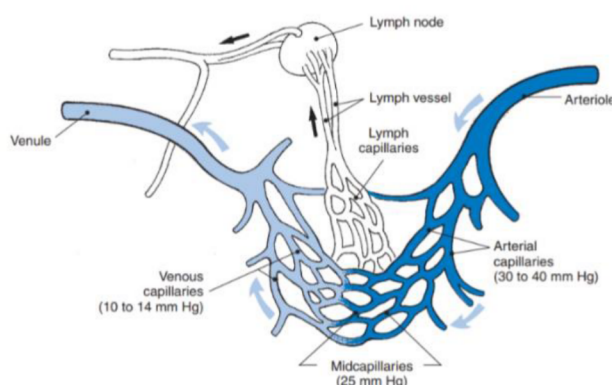
As abordagens terapêuticas para evitar a progressão de LP estão bem estabelecidas, contudo, os métodos para detectá-las e evitá-las antes do início não têm evoluído muito em duas décadas (CICHOSZ *et al.*, 2018). Assim, apesar da multicausalidade relacionada à ocorrência de LP, aprofundar-se-á na causa primária da lesão, que é a carga mecânica na forma de pressão e/ou cisalhamento, por meio das variáveis relativas à perfusão tecidual e dispositivos redutores de pressão.

3.4 Pressão capilar, hiperemia tecidual

Primariamente, leva-se em conta que a pressão capilar tem papel primordial no desenvolvimento de LP. A pressão nos tecidos está relacionada a três fatores: intensidade da pressão, a duração da pressão e a tolerância tecidual. A Intensidade da pressão é definida como o valor da pressão em um capilar final da artéria, entre 30 a 40 mmHg, no capilar final venoso, de 10 a 14mmHg, atingindo 25mmHg na

porção média do capilar, como representado na figura 11. A pressão de fechamento capilar é a quantidade mínima exigida para a total oclusão do capilar que, por conseguinte, leva a anóxia tecidual. A pressão habitual para esse colapso é de 12 a 32 mmHg. Portanto, para medir a pressão de interface corpo/colchão é necessário que o paciente esteja em decúbito dorsal ou sentado (PIERPER, 2007).

Figura 11 – Pressão capilar no leito capilar



Fonte: Pieper (2007).

A Duração da pressão é o segundo fator que deve ser avaliado em associação com a intensidade da pressão para que ocorra a isquemia tecidual. Este dano pode acontecer com a pressão de baixa intensidade no decorrer de longo período de tempo ou pressão com intensidade alta em curto período de tempo. O terceiro fator estabelece o dano causado pelo excesso de pressão e é influenciado pelo trabalho em redistribuir a carga, no tecido, realizado pela pele e estruturas subjacentes. A tolerância tecidual é afetada por diversos fatores como o cisalhamento, fricção, umidade e déficit nutricional (BERGSTRON *et al.*, 1992).

O bloqueio do fluxo normal do sangue resulta em isquemia tecidual, contudo, se a pressão for reduzida depois de curto período de tempo, o fluxo sanguíneo volta ao normal. O dano nos tecidos é consequente à falta de oxigênio, nutrientes e, ainda, ao acúmulo de produtos metabólicos tóxicos no organismo. A acidose tecidual, a permeabilidade capilar e o edema contribuem para a morte celular (BERGSTRON *et al.*, 1992).

No tocante aos capilares, estes possuem diâmetro de 5 a 10 μ m e são tubos endoteliais simples circundados por uma membrana basal que permite a troca de água, oxigênio, dióxido de carbono e outros nutrientes e resíduos de substâncias químicas entre o sangue e os tecidos adjacentes. Embora os capilares não possam

dilatar ou contrair-se ativamente, a área de superfície disponível para troca pode ser regulada em um grau por esfíncteres pré-capilares, anéis de músculo liso regulados pelo sistema simpático ou por arteríolas terminais (LIAO; BURNS; JAN, 2013).

A regulação do fluxo sanguíneo na pele baseia-se na relação entre a resistência vascular e o diâmetro do vaso. Assim, um aumento no diâmetro levaria a um grande aumento no fluxo sanguíneo; inversamente, diminuição no diâmetro diminuiria muito o fluxo sanguíneo (LIAO; BURNS; JAN, 2013). A pressão capilar tende a mover-se através da membrana capilar e vários métodos buscam estimar o valor da pressão capilar (PIEPER, 2007).

As pressões atingidas enquanto uma pessoa está em posição sentada ou supina comumente excede a pressão capilar, este excesso, entretanto não resulta em processo isquêmico em pessoas com percepção sensorial saudável. Assim, estas realizam reposicionamento em resposta ao desconforto associado ao fechamento capilar e hipóxia tecidual. Infelizmente, os processos patológicos prejudicam a capacidade de reconhecer ou responder a esse desconforto e neste momento pode haver a hipóxia tecidual e progressão para anóxia e morte celular. A duração e a intensidade da pressão são inversamente proporcionais e influenciam nos danos teciduais (PIEPER, 2007).

Considerando que durante uma internação os pacientes permanecem no leito por oito horas ou mais, qualquer aumento em tensão mecânica (pressão e cisalhamento) afeta ainda mais a disponibilidade de nutrientes, como o oxigênio, tornando o tecido mais suscetível (PIEPER, 2007).

Há quatro hipóteses fisiopatológicas da LP: isquemia causada por oclusão capilar; lesão de reperfusão; função linfática prejudicada que resulta no acúmulo de resíduos metabólicos, proteínas e enzimas; e deformação mecânica prolongada das células dos tecidos (BERLOWITZ; BRIENZA, 2007). Desta maneira, o dano tecidual pode ser agravado pela formação de trombose venosa, lesão de células endoteliais, redistribuição do suprimento sanguíneo no tecido isquêmico, alteração do fluxo linfático e alterações composição intersticial (PIEPER, 2007).

A isquemia-reperfusão (I/R) é fator determinante na formação de LP e é definida como lesão celular resultante da reperfusão de sangue para tecido previamente isquêmico e privado de oxigênio que pode iniciar danos celulares extensos por meio da ativação de leucócitos e estresse oxidativo (WANG *et al.*, 2016).

3.5 Temperatura

O padrão de resposta do fluxo sanguíneo também é influenciado pela taxa de mudança de temperatura e o aquecimento local da pele provoca vasodilatação. Por outro lado, o resfriamento causa diminuição inicial no fluxo sanguíneo da pele, seguida por vasodilatação transitória e vasoconstrição progressiva (LIAO; BURNS; JAN, 2013).

À vista disso, o microclima definido como a temperatura, umidade e fluxo de ar na superfície da pele e regiões adjacentes relaciona-se intimamente com as propriedades funcionais e mecânicas da pele e à susceptibilidade ao desenvolvimento de LP (TOMOVA-SIMITCHIEVA *et al.*, 2018).

A temperatura mais elevada da pele leva a um aumento da rigidez cutânea (sobrecarga) e à demanda metabólica e diminuição da adesão dermoepidérmica, levando a uma maior suscetibilidade à lesão por deformação e irritação cutânea. Ao passo que o aumento da umidade eleva a hidratação do estrato córneo (HSC) e está associado a um aumento do coeficiente de atrito entre a pele e a superfície de suporte e, portanto, pode aumentar o risco de dano por cisalhamento (TOMOVA-SIMITCHIEVA *et al.*, 2018).

3.6 Superfícies especiais para gerenciamento de pressão

O uso de recursos de redistribuição, ou de alívio da pressão, é estabelecido pela avaliação de risco, conforto e saúde geral do paciente, assim como, o treinamento e disponibilidade de materiais e recursos. O reposicionamento regular deve ser realizado em pacientes com risco aumentado de LP (SERRAES *et al.*, 2018; CAMARGO *et al.*, 2018).

As superfícies de apoio estão de acordo com os contornos do corpo para espalhar a carga do paciente em uma área máxima quando a pessoa está deitada no colchão. Por outro lado, a redistribuição de pressão baseia-se nos princípios de envolvimento e imersão para aumentar a superfície de contato (SERRAES *et al.*, 2018).

As superfícies de suporte de redistribuição de pressão podem ser divididas em três grupos: superfícies de suporte de alta tecnologia (dispositivos de pressão alternada, alimentados eletricamente), superfícies de suporte de baixa tecnologia

(não elétricas, dispositivos de baixa pressão constante), superfícies de apoio (colchão de mesa de operações, camas giratórias, almofadas e protetores de membros) (MCINNES *et al.*, 2015).

As superfícies de alta tecnologia suportadas incluem colchões/coberturas de pressão alternada, leitos fluidizados a ar e leitos de baixa perda de ar. As superfícies de alta tecnologia suportadas fornecem redistribuição de pressão pelo ar inflado e desinsuflado cíclico, caracterizado pela frequência, duração, amplitude e taxa de variação, com ou sem o peso do corpo do paciente sobre a superfície. As superfícies de suporte de baixa tecnologia incluem peles de ovelha e colchões ou revestimentos preenchidos com espuma padrão, espuma alternativa, gel, fibra, ar e água (MCINNES *et al.*, 2015).

Desta maneira, as superfícies especiais para manejo de pressão (SEMP), ou superfícies de apoio, são estruturas especializadas, revestimentos, estofamentos e sistemas integrados que redistribuem a pressão do corpo. São equipadas com diferentes mecanismos de alívio de pressão e cisalhamento mantendo o microclima e reduzindo a incidência de LP (CAMARGO *et al.*, 2018).

Existe uma grande variedade de equipamentos que reduzem a pressão e com técnicas distintas para o gerenciamento da pressão (RAE; ISBEL; UPTON, 2018). As superfícies de alívio de pressão se adequam à forma da pessoa para distribuir seu peso em uma área maior (dispositivos de baixa pressão constante), ou variam a pressão sob a pessoa mecanicamente, reduzindo a duração da pressão aplicada (dispositivos de pressão alternada) (MCINNES *et al.*, 2018).

Assim, os dispositivos de baixa pressão constante (colchões ou leito) são agrupados de acordo com a sua constituição (espuma, espuma e ar, espuma e gel, espuma perfilada, redes, suspensão pneumática, suspensão de água e suspensão de partículas/fluidizada a ar). Dispositivos de pressão alternada geram pressões alternadas de interface alta e baixa entre o corpo e o suporte (almofadas, sobreposições de colchões e substituições de colchão de camada única ou múltipla) (MCINNES *et al.*, 2018).

Estudos sistemáticos e meta-análise recentemente realizados designam análises para identificar os dispositivos mais eficazes na prevenção e manejo das lesões por pressão. Colchões de ar estáticos, por exemplo, são citados como mais eficazes para prevenir LP que um colchão padrão ou de espuma. Entretanto, as análises sugerem o desenvolvimento de estudos mais rigorosos em decorrência da

baixa qualidade das evidências atuais (SHI; DUMVILLE; CULLUM, 2018; SERRAES *et al.*, 2018; RAE; ISBEL; UPTON, 2018).

3.7 Sistemas de mapeamento da pressão de interface e de temperatura

Uma pressão aplicada por um período prolongado é um fator de risco chave no envolvimento de um LP. Sabe-se que o reposicionamento frequente e regular do paciente no leito é uma prática comum e reconhecida por décadas como componente integral dos protocolos de prevenção e tratamento de LP (OLKOSKI; ASSIS, 2016). Contudo, a literatura publicada não estabeleceu tempo para o surgimento da LP. Nessa perspectiva, uma revisão sistemática da Cochrane concluiu que há limitações sobre a eficácia do posicionamento e frequência do reposicionamento na prevenção de LP (GILLESPIE *et al.*, 2020).

Outra revisão da Cochrane não conseguiu encontrar nenhum ensaio randomizado que avaliasse a eficácia do reposicionamento nas taxas de cura de LP (MOORE; COWMAN, 2015). Assim, embora o reposicionamento seja racional e amplamente recomendado, a falta de estudos robustos de como o reposicionamento altera a pressão da interface levou à incerteza e a uma necessidade clara de ensaios de alta qualidade para avaliar diferentes abordagens para a implementação do reposicionamento (GILLESPIE *et al.*, 2020).

Devido à complexidade do desenvolvimento de LP, muitas instituições de saúde adotam intervenções multifacetadas e multidisciplinares para prevenir as LP (LIN *et al.*, 2020). As diretrizes atuais de melhores práticas recomendam uma avaliação de risco de LP padronizada como por exemplo, a escala de Braden (CASTANHEIRA *et al.*, 2018). Contudo, essas estratégias ainda não abordam diretamente a relação entre reposicionamento e pressão de interface.

A pressão de interface é uma pressão na pele que ocorre pelo contato com uma superfície, como um colchão ou almofada (JONES, 2005). E, uma vez que a redistribuição inadequada da pressão é reconhecida como um fator de risco importante para o desenvolvimento LP, a imagem de pressão contínua da pressão da interface entre o corpo e a superfície de suporte pode desempenhar uma estratégia preventiva geral para LP (SAKAI *et al.*, 2009).

A literatura destaca que a pressão externa de mais de 32 mm Hg oclui o vaso sanguíneo que, por consequência, deixa de suprir os tecidos subjacentes e

circundantes. Caso a pressão continue por um período crítico, ocorrerá morte celular, resultando em necrose dos tecidos moles e ulceração eventual (AGRAWAL; CHAUHAN, 2012; ZAIDI; SHARMA, 2021).

Além da pressão, quando ocorrer o aumento da temperatura da pele e/ou tecido a flexibilidade das células teciduais fica prejudicada podendo provocar a deformação e, por conseguinte, ocasionar condições de estresse bioquímico do tecido proporcionando, assim, o surgimento de LP (GEFEN, 2017).

Nesse contexto, estudos estão investindo em sistemas de monitoramento contínuo da pressão de interface e da temperatura. Verifica-se que os estudos ainda são incipientes, pois alguns apresentam resultados da fase testagem clínica e outros só apresentam dados do desenvolvimento do protótipo e em fase de recrutamento de pacientes para a fase clínica.

Estudo realizado no Irã utilizou, para monitorar a temperatura e a pressão de interface, sensores embutidos no assento de uma cadeira de rodas. O sistema de monitoramento consistia em 64 sensores de pressão e 64 sensores de temperatura em uma folha de 40 × 50 cm². Os dados de pressão e temperatura e os mapas correspondentes foram exibidos em um computador em tempo real. Os resultados foram promissores dada a sua viabilidade para monitoramento simultâneo de pressão e temperatura e opções de alarme (FARD; MOGHIMI; LOTFI, 2014).

Em Michigan (EUA), os autores investigaram se um dispositivo de mapeamento de pressão e temperatura contínua, ao lado do leito, poderia fornecer feedback em tempo real da posição ideal do corpo por meio de um tapete de detecção de pressão em pacientes internados em UTI. Os autores utilizaram dois grupos, o grupo que foi monitorado pelo dispositivo e o grupo controle (sem o dispositivo + mudança de decúbito a cada duas horas). Um número significativamente menor de LP (2 de 213) ocorreu no grupo de monitorização contínua quando comparado ao grupo controle, indicando a eficácia do feedback visual em tempo real no reposicionamento dos pacientes para prevenir a formação de LP (BEHRENDT *et al.*, 2014).

No Japão foi realizado um estudo que objetivou verificar se o monitoramento contínuo da pressão da interface de pacientes no pós-operatório de uma UTI é viável na prática clínica. Um sensor foi instalado em um colchão de polímero termoelástico. A pressão da interface de corpo inteiro foi registrada por até 48 horas. O desenvolvimento de LP foi observado durante o banho matinal no leito. Concluiu-

se que o sistema de monitoramento é viável na prevenção de LP (SAKAI *et al.*, 2009).

No Canadá, um ensaio clínico randomizado em fase de recrutamento dos participantes irá investigar o efeito do feedback visual com pressão de interface contínua e de temperatura de pacientes hospitalares vulneráveis em diferentes ambientes de atendimento. O estudo utilizou essa tecnologia por meio de uma capa de colchão com sensor de pressão (WONG *et al.*, 2015).

O projeto, a fabricação e os resultados experimentais de uma matriz de sensor de pressão embutida em uma almofada e sua leitura eletrônica foram descritos por autores de uma universidade em Portugal. A matriz de sensores de pressão é baseada em sensores capacitivos cujo dielétrico é constituído por espuma polimérica. Por se tratar do primeiro protótipo, os resultados obtidos foram muito promissores e encorajadores. No entanto, existem algumas questões que devem ser melhoradas nos próximos protótipos (ROCHA *et al.*, 2008).

Estudo nos Estados Unidos da América criou uma matriz em tecido com sensor de pressão com bluetooth como uma ferramenta simples para avaliar objetivamente e monitorar continuamente o risco de LP. A intenção dos autores era integrar essa tecnologia de sensor a curativos de espuma ou hidrocóide, usados para reduzir o atrito quando era identificada LP em estágio I (CHUNG *et al.*, 2013).

De ante do exposto nesta revisão, o conhecimento sobre a anatomia da pele, parâmetros de pressão e temperatura associados ao desenvolvimento de LP e o uso de dispositivos a favor da prevenção de LP demonstram a necessidade de cooperação entre a tecnologia e o profissional de saúde, de forma que este deve estar atento aos parâmetros relacionados ao desenvolvimento de LP, bem como traçar um cuidado holístico e individual adaptado a sua realidade. Portanto, a busca por tecnologias que possam ajudar o profissional de saúde na prevenção de LP é de suma importância para melhora na qualidade do cuidado e na segurança do paciente.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta sessão apresenta os materiais e métodos utilizados no desenvolvimento experimental descritivo de um protótipo de almofada para aferição da pressão e da temperatura em áreas anatômicas de risco para desenvolvimento de lesão por pressão. Destaca-se que a opção de utilizar o vocábulo “protótipo” segue a definição apresentada por Michaelis (2000) de ser o primeiro tipo, original, exemplar ou modelo.

4.1 Tipo de estudo

Estudo experimental. O delineamento do tipo experimental é, também, denominado de estudo de intervenção no qual o pesquisador, de forma controlada e intencional, manipula o fator exposição (intervenção) com a finalidade de investigar os efeitos da alteração realizada. Esse tipo de estudo de caráter prospectivo que pode ter como foco de avaliação o indivíduo (*clinical trials*) ou uma comunidade inteira (*Community trials*). É importante destacar que o tipo de intervenção pode ser classificada como terapêutica ou profilática (HOCHMAN *et al.*, 2005; POLIT; BECK, 2011; MEDRONHO *et al.*, 2006).

4.2 Etapas para o desenvolvimento do estudo

O desenvolvimento do estudo percorreu três etapas: desenvolvimento do software, criação do protótipo e validação do protótipo.

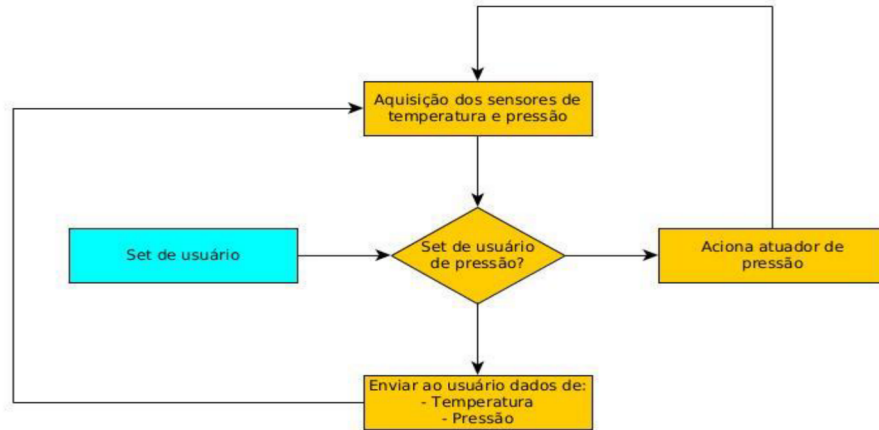
4.2.1 Etapa 1: Desenvolvimento do software

O desenvolvimento do protótipo se dividiu em duas partes: *Software* e *Hardware*. Essa etapa foi desenvolvida em um laboratório da Instituição de Ensino Superior.

Software – A inteligência do projeto está sintetizada em linhas de programação. Foi utilizada a Linguagem C para a escrita do software responsável pela aquisição dos sensores e decisões do atuador.

Na figura abaixo apresenta-se o fluxograma do programa utilizado para realizar o controle do *hardware*.

Figura 12 – Fluxograma do programa



Fonte: do Autor.

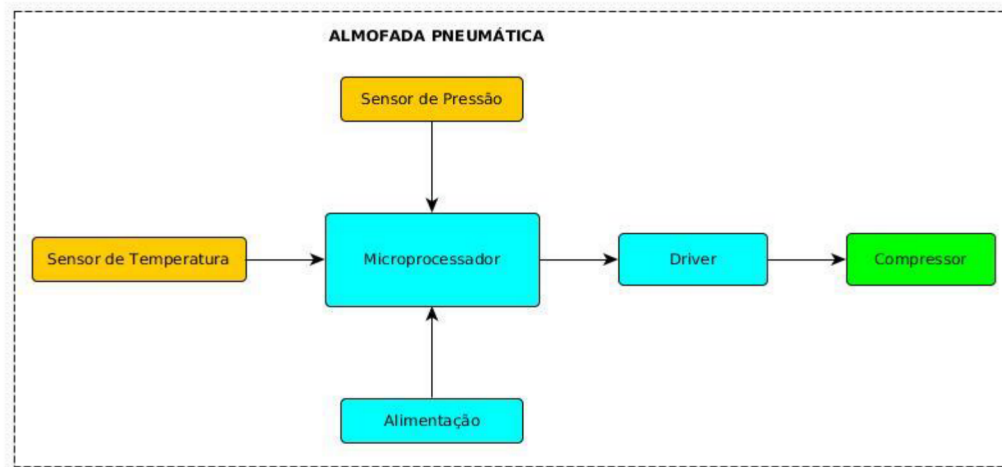
A sequência de execução segue como descrito abaixo:

1. Inserir os dados do usuário conforme perfil do paciente;
2. Dados dos sensores de pressão e temperatura são coletados e salvos em variáveis dedicadas no programa;
3. O valor de pressão adquirida é confrontado com a pressão alvo. Se o valor da pressão é diferente:
4. É acionado manualmente o compressor de pressão para que a pressão adequada seja alcançada;
5. Se o valor de pressão está adequado, segue para a próxima etapa;
6. Envia dados de pressão e temperatura ao usuário do sistema.

Após a execução da sequência acima, é novamente iniciada uma nova sequência em *looping*. Essa sequência garante a manutenção dos valores adequados durante o funcionamento do protótipo.

Hardware– Consiste no circuito eletrônico e é descrito como uma placa com componentes eletrônicos. Aqui este circuito está representado por um diagrama em blocos na figura 13.

Figura 13 – Diagrama em blocos



Fonte: do Autor.

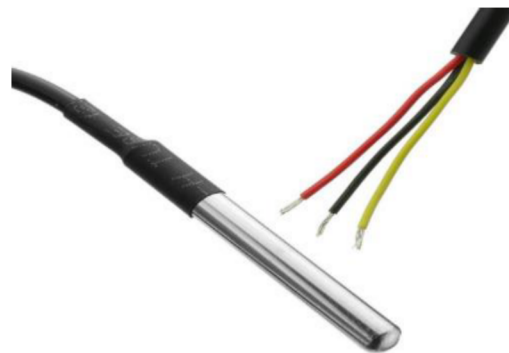
Após o desenvolvimento do *software*, ele foi registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) sob o processo de nº BR512021000185-0 em 17 de fevereiro de 2021 (ANEXO A).

4.2.2 Etapa 2: Criação do Protótipo

Para a criação do protótipo foram utilizados alguns equipamentos elencados a seguir.

Sensor de Temperatura– Foi utilizado nesse protótipo o sensor DS18B20 do fabricante Maxim Integrated™ mostrado na figura 14.

Figura 14 – Sensor de Temperatura DS18B20



Fonte: Cablematic

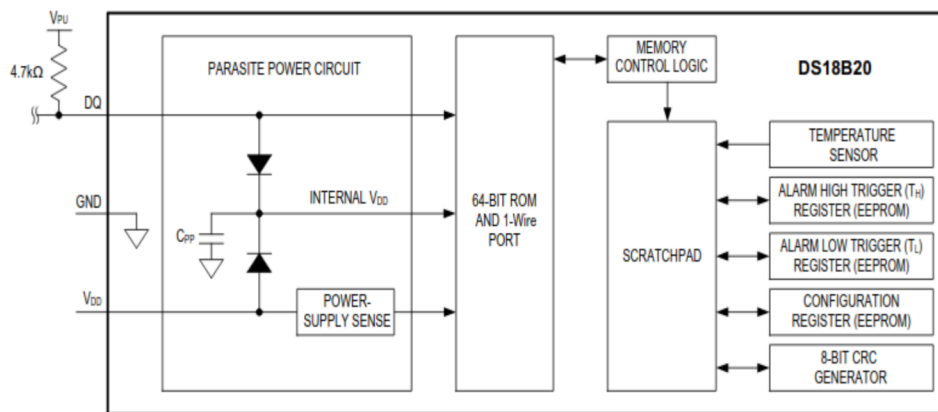
Este sensor foi escolhido devido suas características técnicas. Os principais parâmetros, descritos abaixo, foram retirados do *datasheet* de fabricação.

- Tensão de operação: -0.5V to +6.0V;
- Erro de medição: ± 0.5 °C;
- Encapsulamento blindado a resistente a líquidos;
- Comunicação digital por um único fio 1-Wire®.

A comunicação do sensor de temperatura é digital, ou seja, os valores possíveis de leitura são 0 ou 1, diferente de um valor analógico onde ruídos poderiam interferir nos valores lidos. Dessa forma toda leitura realizada no sensor digital é estável e dificilmente suscetível a ruídos ou interferências externas.

Esse sensor é também chamado de transdutor de temperatura por possuir, totalmente integrado, seu elemento sensível e o circuito de condicionamento do sinal no mesmo encapsulamento, como mostrado na figura 15.

Figura 15 – Diagrama interno do transdutor de temperatura DS20B18



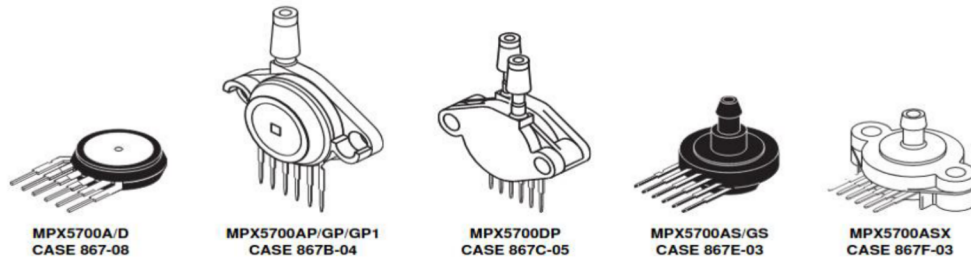
Fonte: Maxim Integrated.

Na Figura 15 é possível observar que dentro do sensor é encontrado um circuito completo, constituído de filtros, registradores, elemento sensível (sensor de temperatura), memória e interface de comunicação digital.

Sensor de Pressão– Este sensor é responsável pela leitura de pressão no interior da câmara de ar, ou interior da almofada. Foi utilizado o sensor MPX5700AP da empresa Freescale Semiconductor, mostrado na Figura 16. Note que nessa figura

também são apresentados diversos tipos de encapsulamento, além do utilizado nesse projeto.

Figura 16 – Sensor de Pressão MPX5700



Fonte: Freescale.

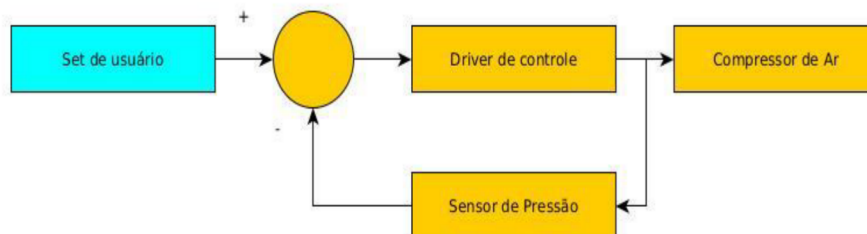
O MPX5700AP possui as seguintes características:

- Leitura de pressão na faixa: 0 a 101.5 psi;
- Tensão de operação: 4.75 a 5.25 V;
- Erro de medição: 2.5%.

Durante a operação de controle da pressão no interior da almofada, foi necessário o uso de *feedback* de pressão para que o controle (Drive) realizasse sua operação de forma correta.

A malha de controle implementada no software foi do tipo proporcional, descrita na figura 17.

Figura 17– Malha de Controle



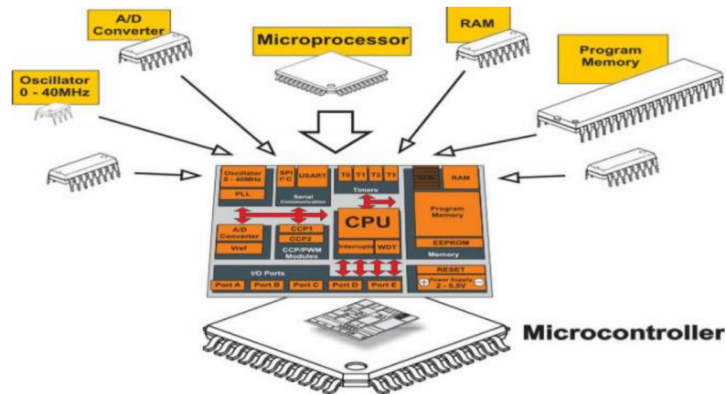
Fonte: o Autor.

A malha de controle possui a funcionalidade de manter a pressão o mais próximo possível da pressão de referência, aqui chamada de “Set de usuário”. Toda vez que é detectada diferença entre o valor de referência e o valor lido no sensor de

pressão, é enviado um sinal ao Drive de Controle, para que o compressor de pressão ajuste a pressão interna da almofada.

Microprocessador – Este componente, conhecido como “minicomputador”, possui a capacidade de armazenar e executar um software dedicado, além de possuir CPU e memória para armazenamento do software. Um micro controlador possui diversos periféricos internos, mostrados na figura 18, diferenciando-o dos microprocessadores que possuem apenas a CPU e memória.

Figura 18– Periféricos internos de um Micro controlador



Fonte: Electronics for You.

Foi adotado o micro controlador ESP32, mostrado na figura 19. Este microcontrolador possui como característica principal a interface *Bluetooth* e *WiFi* integradas.

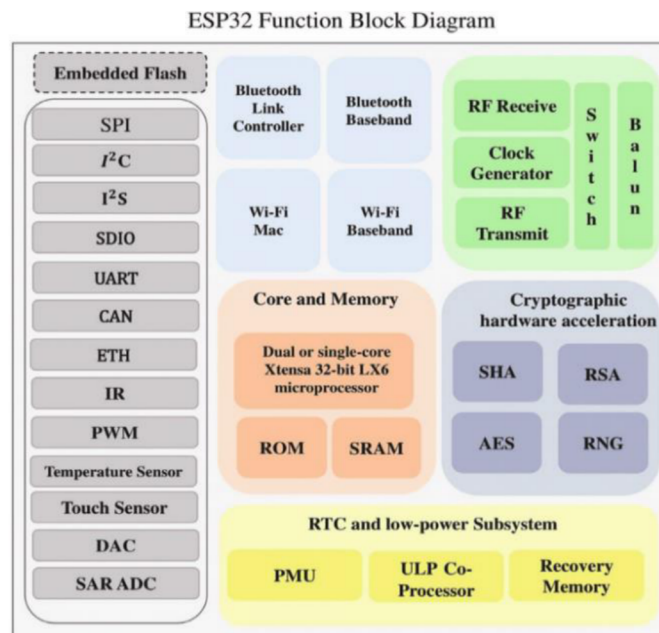
Figura 19 – Microcontrolador ESP32



Fonte: Embarcados.

Além disso, este micro controlador possui grande quantidade de periféricos integrados, mostrados na Figura 20.

Figura 20 – Periféricos internos do micro controlador ESP32



Fonte: Muhammad *et al.* (2020).

Driver – Também conhecido como Relé ou Chave de Comutação Eletromagnética, este circuito é responsável por receber um sinal de controle de baixa intensidade de corrente do micro controlador e converter em sinal com intensidade suficiente para comandar o compressor de ar comprimido. Além disso, o Driver proporciona maior isolamento entre os sinais de baixa e alta intensidade.

Na figura 21 é apresentado o drive utilizado no projeto para a realização de controle.

Figura 21– Driver ou chave Eletromagnética de comutação

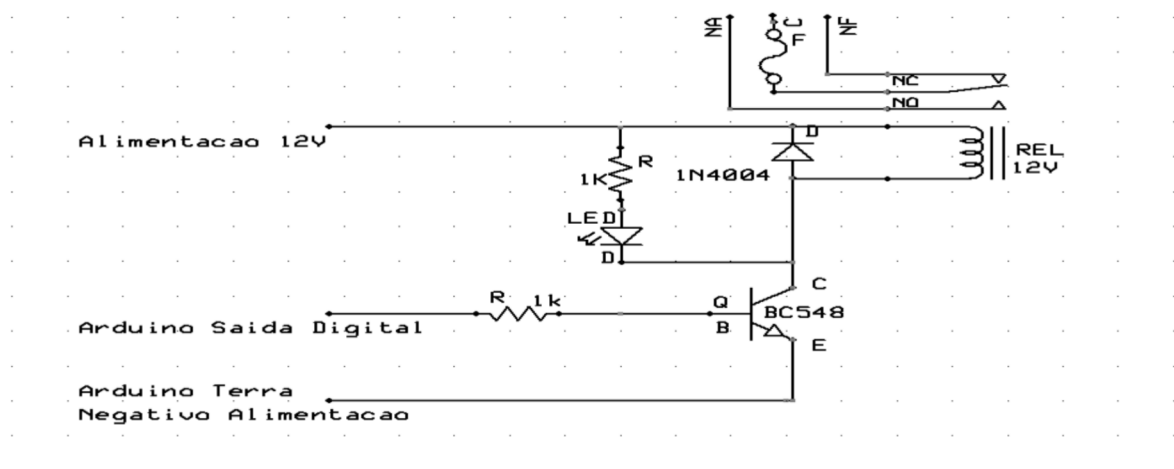


Fonte: Andrade e Licciardi Júnior (2020).

O circuito elétrico do Driver é apresentado na Figura 22. Nesse circuito cada sinal é representado como:

- Alimentação 12V – Alimentação do Relé;
- Arduino Saída Digital – Sinal de controle de baixa intensidade enviado do Microcontrolador;
- NA, C, NF – Contatos elétricos do Relé, onde NA é Normalmente Aberto, C é Comum e NF é Normalmente Fechado;
- Arduino Terra – Referência 0V do circuito.

Figura 22 – Circuito elétrico do Driver de comando



Fonte: Lab de Garagem.

Compressor de Ar– Esse componente tem por finalidade produzir ar comprimido para o sistema pneumático a fim de inflar a almofada (Figura 23).

Figura 23 – Compressor de Ar



Fonte: Connectparts (2022).

Este compressor possui as seguintes características:

- Tamanho reduzido, proporcionando seu uso em equipamentos portáteis;
- Alimentação de 12V, possibilitando seu uso com baterias;
- Capacidade de produzir ar comprimido a uma pressão de até 250 psi.

Alimentação – A alimentação pode ser realizada por fonte externa ou bateria de 12V.

Almofada Bestway– Almofada inflável e impermeável, que será utilizada como protótipo de estrutura resistente com coluna de sustentação e válvula de segurança. A composição da almofada protótipo é de Policloreto de Vinila, peso de 110 g, apresentando as medidas 42 x 26 x 10 quando inflado e 48 x 30 x 0,45, quando desinflado.

Figura 24 – Almofada Inflável



Fonte: Shopee (2022).

É relevante destacar que os sensores de monitoramento foram acoplados na almofada e, uma vez acoplados, os dados de mensuração de interface e da temperatura foram enviados para o computador da pesquisadora.

4.2.3 Etapa 3: Validação do Protótipo

O protótipo foi testado quanto à leitura, o manuseio e à funcionalidade. Para elaboração do protocolo de utilização do protótipo foram usados os recursos da pesquisa bibliográfica e documental como fundamento.

Local do estudo

Esta etapa foi realizada em hospital público e de ensino localizado na cidade de Teresina – PI. A instituição apresenta capacidade de 349 leitos distribuídos em diversas especialidades. Dispõe serviços de ambulatório e internações nas clínicas: médica, cirúrgica, ortopédica, ginecológica, neurológica, nefrológica e hemodiálise, otorrinolaringológica, pneumológica, dermatológica, urológica, oftalmológica, cardiológica, vascular e terapia intensiva (TERESINA, 2019).

Participantes do estudo

A população do estudo refere-se a todos os pacientes internados ou em serviços de ambulatório do hospital. A amostra foi por conveniência, composta por participantes recrutados no mês de fevereiro de 2022 e, como o protótipo tem o objetivo final de prevenir uma LP, foi testado em 1 (um) indivíduo saudável, ou seja, sem risco de desenvolver uma LP e 1 (um) indivíduo com alto risco para o desenvolvimento de LP. Quadro 4.

Quadro 2 – Divisão dos participantes de acordo com a Escala de Braden

Participante 1	Participante 2
Sem risco	Risco Alto
>18 pontos*	10 a 12 pontos*

*Escala de Braden.

Critérios de inclusão e exclusão

- Indivíduo saudável que não apresente (1), de acordo com a escala de Braden, risco para o desenvolvimento de LP, de ambulatório, adulto, idade igual ou maior que 18 anos, peso aproximado ao do indivíduo com alto risco para o desenvolvimento de LP. Foram excluídos indivíduos com doenças crônicas não transmissíveis.

- Indivíduo com alto risco para o desenvolvimento de LP (1), internado em UTI não COVID-19, adulto, idade igual ou maior que 18 anos, peso aproximado ao do indivíduo saudável. Foram excluídos indivíduos com internação inferior a 5 dias; pacientes com instabilidade hemodinâmica e com lesão por pressão.

É relevante destacar que a escolha por participantes adultos e com peso aproximado é referente a dois principais fatores intrínsecos para o desenvolvimento de LP, idade e peso corporal (OLIVEIRA *et al.*, 2017; SPRUCE, 2017; RAO *et al.*, 2016).

Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada no mês de fevereiro, períodos da manhã e da tarde. Para coleta de dados foram utilizados: um questionário estruturado, com perguntas abertas e fechadas sobre os dados sociodemográficos, dados antropométricos e clínicos, hábitos de vida, condições climáticas do ambiente e as medidas dos sensores de pressão e de temperatura do protótipo (APÊNDICE A); a Escala de Braden (ANEXO A) que foi utilizada tanto para seleção dos participantes como para proporcionar dados sobre percepção sensorial, umidade, atividade, mobilidade, nutrição, fricção e cisalhamento no participante de alto risco para o desenvolvimento de LP (participante 2); e o dispositivo de aferição da temperatura e pressão em áreas anatômicas de risco para desenvolvimento de LP.

Protocolo de utilização do protótipo

O protocolo de utilização do protótipo seguiu, sistematicamente, as seguintes etapas em ambos os participantes. O protocolo foi utilizado pela pesquisadora após ser treinada pelo engenheiro criador do protótipo:

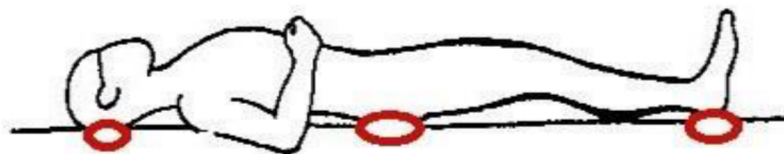
- Parte 1: Desinfecção do protótipo e dos sensores de temperatura;
- Parte 2: Preparo do ambiente e participante na cama;
- Parte 3: Posicionamento do protótipo nas regiões anatômicas pré-estabelecidas.

Parte 1: Desinfecção do protótipo – para a desinfecção foi utilizado algodão embebido em álcool (70%), realizando movimentos únicos e unidirecionais. Era esperada a total evaporação do produto para sua utilização.

Parte 2: Preparo do paciente na cama – o participante saudável foi convidado a sair do ambulatório e ir para uma sala reservada com um colchão de napa, no hospital em que foi realizado o estudo. O participante com alto risco de LP já estava acamado na UTI. Cada participante foi colocado em decúbito dorsal, desnudo, para que não houvesse interferência no equipamento. Para manter a integridade e a privacidade do participante foram utilizados lençóis, que cobriam as partes não avaliadas, bem como o uso de cortinas e/ou biombos, para preservar a sua integridade. O participante foi orientado quanto ao uso do protótipo de almofada inteligente, confortável sem ocorrências de danos ao mesmo, com a finalidade de mensurar a pressão de interface e a temperatura em três regiões do seu corpo (occipital sacral e calcânea). Em cada região, o protótipo de almofada ficou por duas horas, a pressão e a temperatura foram captadas pelo sensor e enviadas para o computador da pesquisadora.

Parte 3: Posicionamento do protótipo nas regiões anatômicas pré-estabelecidas – Foram estabelecidas três regiões. Região occipital, sacral e calcânea, respectivamente, por serem pontos de pressão já conhecidos e destacados na literatura (CARVALHO *et al.*, 2016; MENDONÇA *et al.*, 2018). Os participantes foram colocados em decúbito dorsal e o protótipo de almofada foi posicionado de forma que cada região estivesse em contato direto com os sensores do protótipo. O tempo de permanência do protótipo, em cada região, foi avaliado continuamente até completar as duas horas, com o objetivo de aferir a pressão de interface e a temperatura.

Figura 25 – Posição dorsal do participante no colchão de napa e a ilustração das regiões anatômicas de avaliação (região occipital, sacral e calcânea, respectivamente)



Fonte: Cortez (2020).

A leitura da pressão de interface e da temperatura foi realizado pelo protótipo e transferido para o computador da pesquisadora por meios dos fios que conectavam os sensores ao computador.

Todos os dados foram transportados para uma planilha de Excel para serem analisados e comparados com a literatura.

4.3 Aspectos éticos e legais

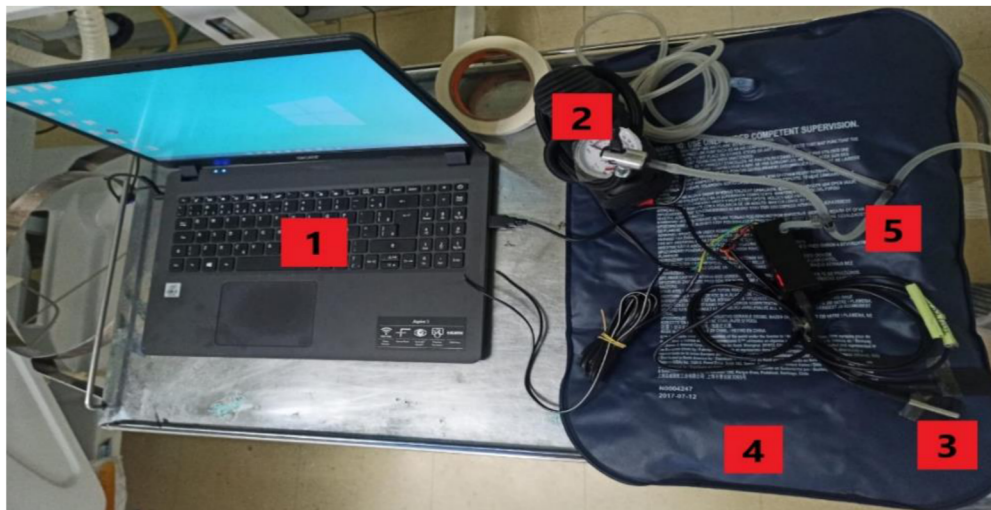
A pesquisa obedeceu a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos (BRASIL, 2012). A presente investigação também obedeceu a Resolução nº 580, de 22 de março de 2018 do CNS a qual regulamenta regras relativas às especificidades éticas das pesquisas de proveito tático para o Sistema Único de Saúde (SUS) (BRASIL, 2018).

A etapa de validação do protótipo foi realizada somente após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, do hospital de referência, no mês maio de 2021, sob o parecer nº 5.357.871 e CAAE: 463660021.2.0000.5613.

5 RESULTADOS

Antes de testar o protótipo nos participantes, foi realizada calibragem do equipamento. O protótipo foi conectado ao computador (Figura 26), em seguida o programa Arduino foi iniciado. Dentro do Arduino clicou-se na lupa para fazer a leitura dos sensores de temperatura e pressão (Figura 27) e depois clicou-se no número 1 para ativar o compressor de ar que inflou a almofada. O Arduino fez uma média de 348 leituras por minuto, em torno de 5,8 leituras por segundo. O que representa 1.392 informações por minuto.

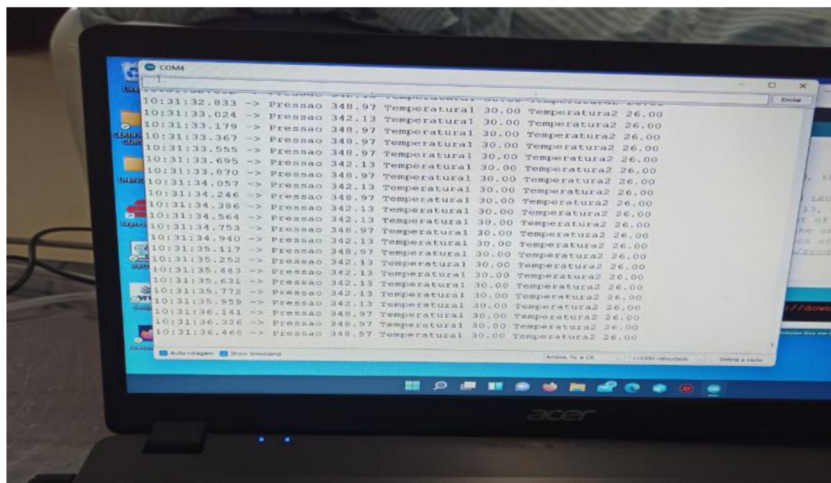
Figura 26 – Protótipo conectado ao computador



Legenda: 1 – Computador com o programa Arduino; 2 – Compressor de ar; 3 – Sensores de temperatura; 4 – Almofada; 5 – Mangueiras

Fonte: Autor.

Figura 27 – Leitura dos sensores de pressão e temperatura



Fonte: Autor.

Salienta-se que para confirmar o volume ideal de ar na almofada foi utilizada a verificação tátil, de forma que a almofada não ficasse muito cheia, visando não interferir na leitura, nem muito vazia, ao ponto de encostar um dedo no outro ao apertar a almofada, e de forma que fosse possível colocar os leitores de temperatura. Havia dois leitores de temperatura, mas somente um leitor foi utilizado e o outro foi isolado (não utilizado) (Figura 28).

Figura 28 – Verificação tátil da almofada

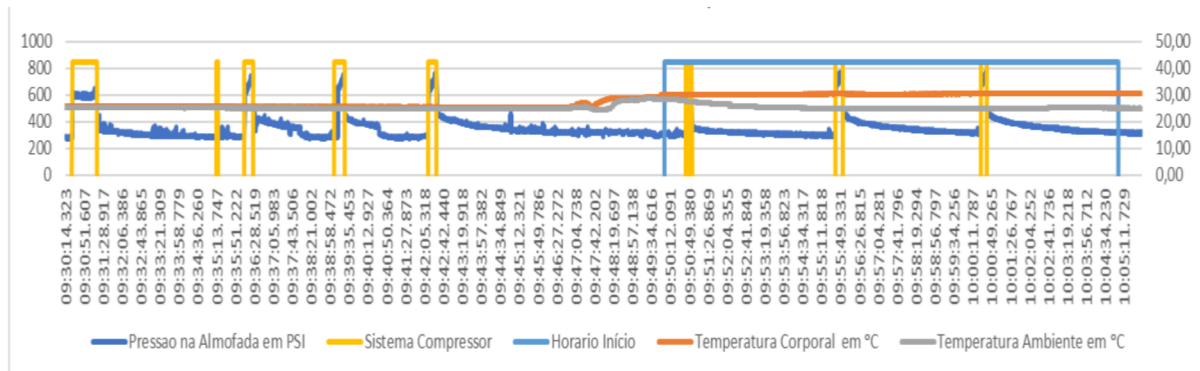


Fonte: Autor.

Foi avaliado o calcâneo esquerdo de um voluntário para testar o protótipo, observando-se algumas dificuldades como os tamanhos dos fios, de extensão reduzida, que não atenderam que uma extremidade fosse colocada no voluntário, enquanto a outra ficasse conectada ao computador; o elevado barulho do compressor de ar; foram detectados vazamentos de ar nas conexões e, por isso, a dificuldade em manter a almofada com o enchimento ideal por mais tempo; e dificuldade em manter o sensor de temperatura em contato com a região calcânea, por conta do seu formato cilíndrico.

A leitura pelo Arduino foi realizada das 9:30 às 9:49 e das 9:50 às 10:05. No gráfico abaixo é possível observar que a pressão na almofada (linha em azul mais escuro) estava caindo, então, toda vez que isso acontecia, o compressor de ar era ligado. Observa-se que o compressor de ar foi acionado oito vezes em um curto período de tempo para manter a almofada com a quantidade de ar adequada. O tempo entre uma compressão e outra era muito pequeno, o que tornava inviável a utilização do equipamento com os vazamentos por duas horas. Dessa forma, os gráficos de temperatura corporal e a temperatura ambiente quase não tiveram alterações (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Calibragem e percepções iniciais do produto em campo



Fonte: Autor.

O próximo passo foi encerrar a calibragem, solucionar ou amenizar os desafios que surgiram. Com relação ao tamanho dos fios, não foi possível fazer modificações naquele momento e a solução encontrada foi aproximar o computador ao participante. O barulho do compressor foi amenizado colocando-se um suporte embaixo dele. As conexões que enchiam a almofada foram protegidas contra vazamento com uma cola de silicone, o vazamento não foi interrompido 100%, mas foi possível continuar o experimento sem intercorrências. Para melhorar o contato do sensor de temperatura com a pele do participante foi utilizado um micropore.

Destaca-se que foram seguidas todas as etapas de utilização do protótipo, primeiro foi realizada a desinfecção da almofada e do sensor de temperatura, depois o preparo do participante na cama e, por fim, o posicionamento do protótipo nas regiões (região occipital, sacral, calcâneo direito e calcâneo esquerdo).

Participante 1

O participante 1, do sexo masculino, 33 anos, com os seguintes dados antropométricos: 74 kg, 1,70 cm e 25,31 IMC (sobrepeso). Não é tabagista e nem etilista. Com relação aos dados clínicos, nega doença crônica não transmissível. Na escala de Braden apresentou pontuação igual a 23, ou seja, sem risco de LP. O experimento foi realizado em 3 dias conforme a disponibilidade do mesmo, em uma sala do hospital, em cama hospitalar, no turno da tarde, com a temperatura ambiente de 22,50 °C. Para essa aferição foi utilizado um termohigrômetro digital. O início foi às 13:20 e terminou às 15:20.

Observa-se que a variação na pressão foi 157,38psi e na temperatura corporal foi de 9,5°C (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores de pressão e temperatura da região occipital do participante 1

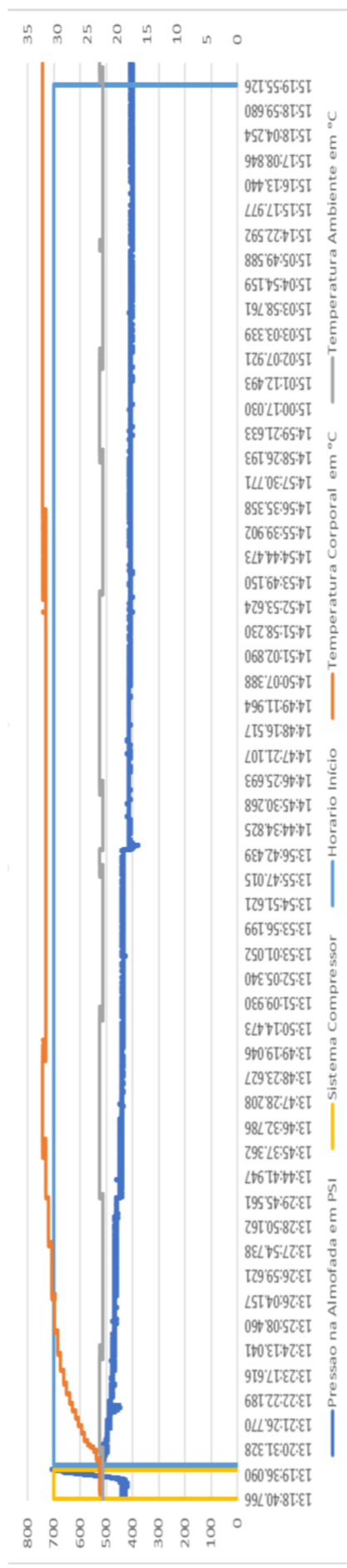
	PRESSÃO		TEMPERATURA	
	Pressão PSI	No Tempo	TA °C	TC °C
Valor máximo	533,72	13:20:00.419	22,50	32,50
Valor mínimo	376,34	14:44:01.860	22,50	23,00
Valor médio	428,86			31,67

Legenda: Libra-força por polegada quadrada (PSI); Temperatura ambiente (TA °C); Temperatura corporal (TC °C).

Fonte: Autor.

Com o passar do tempo, houve aumento da TC (23°C para 32,5°C) e redução da pressão na almofada (533,72 para 376,34 psi) (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Dados sobre a avaliação na região occipital do participante 1



Fonte: Autor.

Na região sacral, o teste foi iniciado às 12:59 e terminou às 14:59. A variação na pressão foi 102,64 psi, na TC foi de 7°C e na TA de 0,5°C(Tabela 2).

Tabela 2 – Valores de pressão e temperatura da região sacral do participante 1

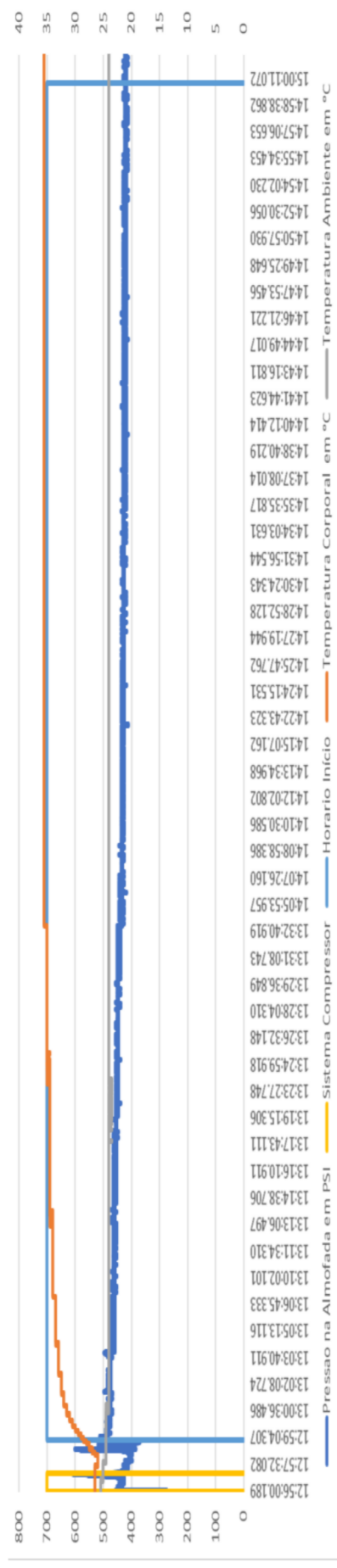
	PRESSÃO			TEMPERATURA		
	Pressão PSI	No Tempo	TC °C	TA °C	No Tempo	No Tempo
Valor máximo	513,20	12:59:07.068	35,50	24,50	14:04:44.923	14:04:44.923
Valor mínimo	410,56	14:22:22.082	28,50	24,00	12:59:00.174	12:59:00.174
Valor médio	439,17		34,92			

Legenda: Libra-força por polegada quadrada (PSI); Temperatura ambiente (TA °C); Temperatura corporal (TC ° C).

Fonte: Autor.

Observa-se, também, aumento da TC (28,5°C para 35,5°C) e redução da pressão na almofada (513,20 para 410,56 psi) (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Dados sobre a avaliação na região sacral do participante 1



Fonte: Autor.

No calcâneo direito, o teste ocorreu das 12:04 às 14:03. A variação na pressão foi 123,17psi, na TC foi de 4°C e na TA foi de 1°C (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores de pressão e temperatura do calcâneo direito do participante 1

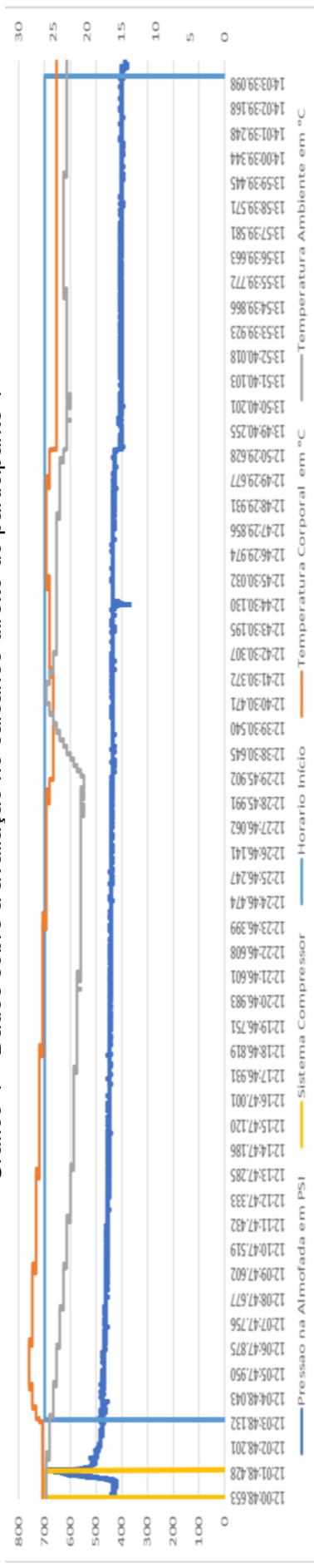
	PRESSÃO			TEMPERATURA		
	Pressão PSI	No Tempo	TC °C	TA °C	No Tempo	No Tempo
Valor máximo	492,67	12:04:00.203	28,50	25,50	12:05:13.068	
Valor mínimo	369,50	12:44:33.228	24,50	24,50	13:48:57.956	
Valor médio	433,35		25,93			

Legenda: Libra-força por polegada quadrada (PSI); Temperatura ambiente (TA °C); Temperatura corporal (TC °C).

Fonte: Autor.

Observa-se aumento da TC e depois redução enquanto TA aumentou e depois apresentou redução. Também a pressão na almofada apresentou redução (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Dados sobre a avaliação no calcâneo direito do participante 1



Fonte: Autor.

No calcâneo esquerdo, o teste ocorreu das 14:15 às 16:14. A variação na pressão foi 75,26 psi, na TC foi de 1°C e na TA foi de 0,5°C (Tabela 4).

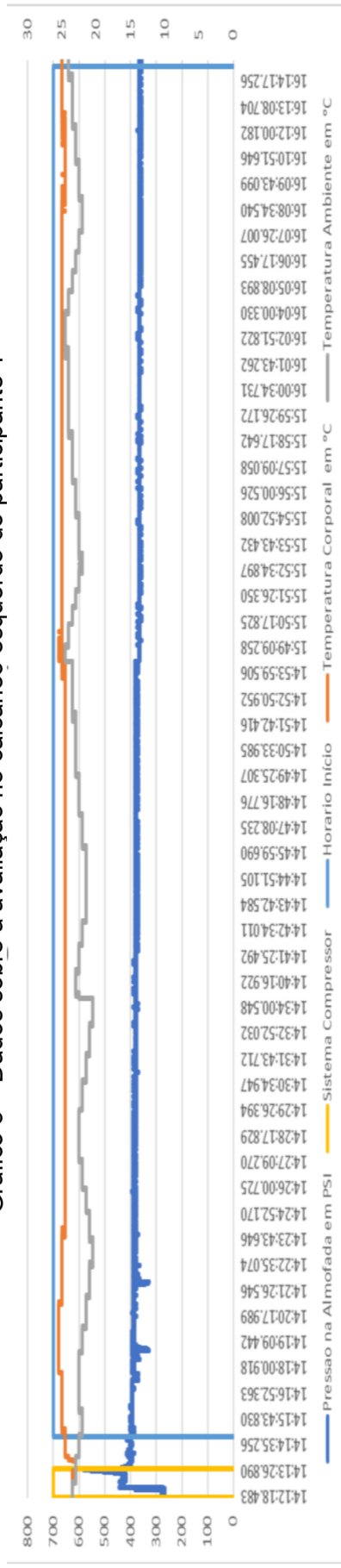
Tabela 4 – Valores de pressão e temperatura do calcâneo esquerdo do participante 1

	PRESSÃO			TEMPERATURA		
	Pressão PSI	No Tempo	No Tempo	TA °C	TC °C	No Tempo
Valor máximo	403,71	14:15:00.486	14:17:51.899	22,50	25,50	14:17:51.899
Valor mínimo	328,45	14:18:49.787	14:15:00.110	22,00	24,50	14:15:00.110
Valor médio	374,39				24,79	

Legenda: Libra-força por polegada quadrada (PSI); Temperatura ambiente (TA °C); Temperatura corporal (TC °C).
Fonte: Autor.

Observa-se que a TC sofreu poucas variações, diferentemente da TA que apresentou várias oscilações. A pressão na almofada apresentou redução (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Dados sobre a avaliação no calcâneo esquerdo do participante 1



Fonte: Autor.

Participante 2

O participante 2, sexo masculino, 55 anos, apresentava os seguintes dados antropométricos: 75 kg, 1,74 cm e 25,31 IMC (sobrepeso). Não é tabagista e nem etilista. No tocante aos dados clínicos, o paciente estava internado na Unidade de Terapia Intensiva, no 5º dia de pós-operatório de ressecção de tumor cerebral, em ventilação mecânica e estável. Sem doença crônica não transmissível. Apresentou pontuação igual a 11 na escala de Braden, ou seja, com alto risco para desenvolver LP. É importante destacar que mesmo com o risco elevado, o paciente não apresentava nenhuma LP.

Como o participante estava inconsciente, e não poderia colaborar no posicionamento da almofada, algumas alterações foram necessárias como, por exemplo, a almofada foi posicionada, vazia, nas regiões occipital e sacral, pois além de facilitar o posicionamento, reduzia muito a manipulação do participante. Todos os procedimentos foram explicados ao participante, mesmo inconsciente. Como o paciente estava monitorizado, obteve-se uma maior facilidade em avaliar seus sinais vitais durante todo o experimento e não houve intercorrências.

Os sinais vitais estavam estáveis no início do experimento: frequência cardíaca de 82 bpm, saturação de O₂ de 95%, frequência respiratória de 15 rpm, pressão arterial de 10/70 mmHg e TC de 36°C. A TA era de 25°C. Os sinais vitais nas últimas 24 horas não apresentaram alteração. Pontua-se que, como era um participante que estava na UTI e necessitava de cuidados intensivos, o experimento foi realizado em dois dias, utilizando os dois turnos, pois os testes eram realizados entre um procedimento e outro, mais especificamente, 20 minutos após a última manipulação, para oferecer conforto ao participante.

Na região occipital, o teste ocorreu das 13:15 às 15:15. A variação na pressão foi 68,43psie 4 °C na TC (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores de pressão e temperatura da região occipital do participante 2

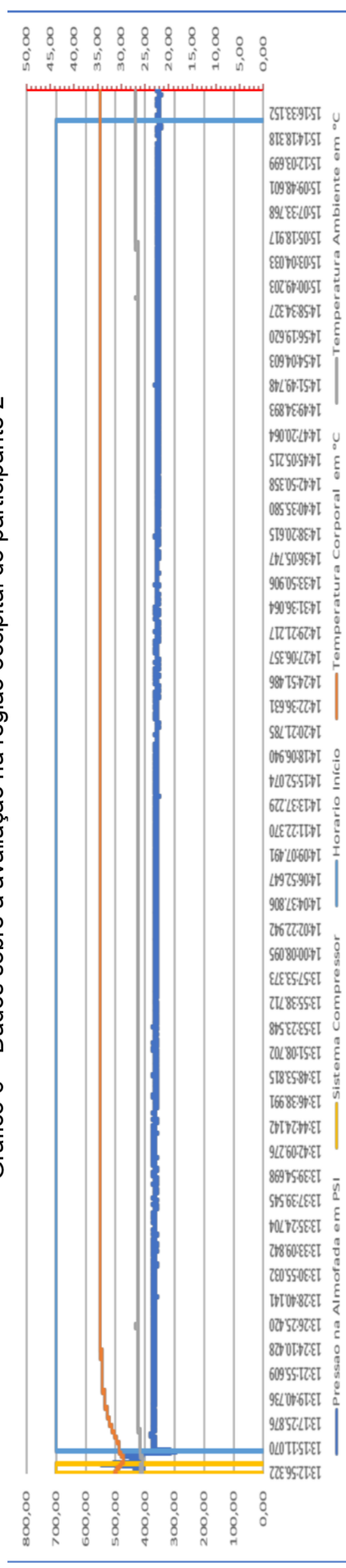
	PRESSÃO		TEMPERATURA	
	Pressão PSI	No Tempo	TA °C	TC °C
Valor máximo	383,19	13:16:22.170	26,00	34,50
Valor mínimo	314,76	13:15:00.536	26,00	30,50
Valor médio	361,34			34,39

Legenda: Libra-força por polegada quadrada (PSI); Temperatura ambiente (TA °C); Temperatura corporal (TC ° C).

Fonte: Autor.

Observa-se que a TC aumentou no início e ficou estável ao longo do teste, a TA foi a mesma no início e no fim do teste, e a pressão na almofada apresentou leve redução do início ao fim do experimento, observando-se algumas oscilações também (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Dados sobre a avaliação na região occipital do participante 2



Fonte: Autor.

Na região sacral, o teste ocorreu das 11:10 às 13:10. A variação na pressão foi 68,43psi e na TC foi de 2°C (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores de pressão e temperatura da região sacral do participante 2

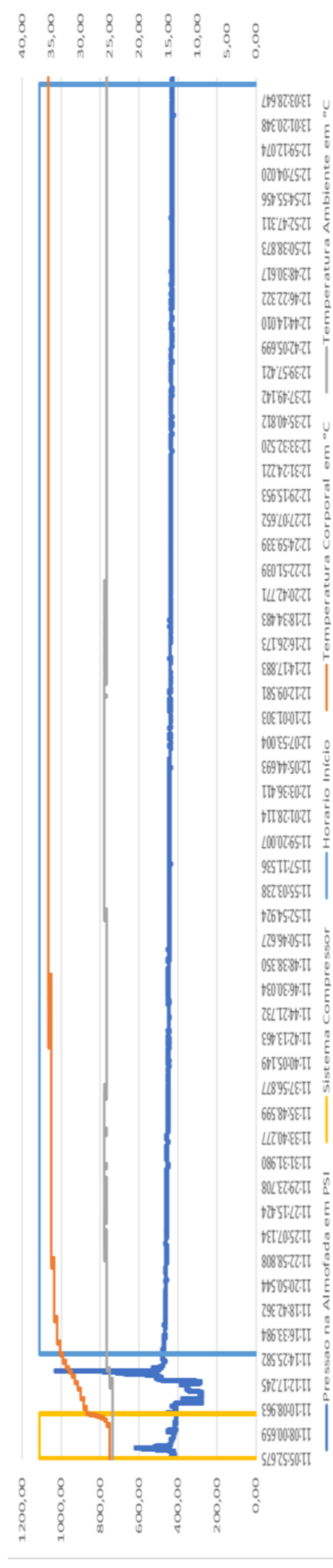
	PRESSÃO		TEMPERATURA	
	Pressão PSI	No Tempo	TA °C	TC °C
Valor máximo	485,83	11:15:24.839	25,50	35,50
Valor mínimo	417,40	13:02:17.190	25,50	33,50
Valor médio	443,37			35,31

Legenda: Libra-força por polegada quadrada (PSI); Temperatura ambiente (TA °C); Temperatura corporal (TC °C).

Fonte: Autor.

Verifica-se que a TC aumentou no início (33,5°C) e ficou estável (35,31°C), a TA foi a mesma no início e no fim do teste (25,5°C). A pressão apresentou um pico (485,83 psi), que pode ser justificado pelo enchimento da almofada, e depois ela diminuiu (443,37psi) (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Dados sobre a avaliação na região sacral do participante 2



Fonte: Autor.

Na região do calcâneo direito, o teste ocorreu das 11:52 às 13:52. A variação na pressão foi 102,64 psi, na TC foi de 1,5°C e na TA foi de 1°C (Tabela 7).

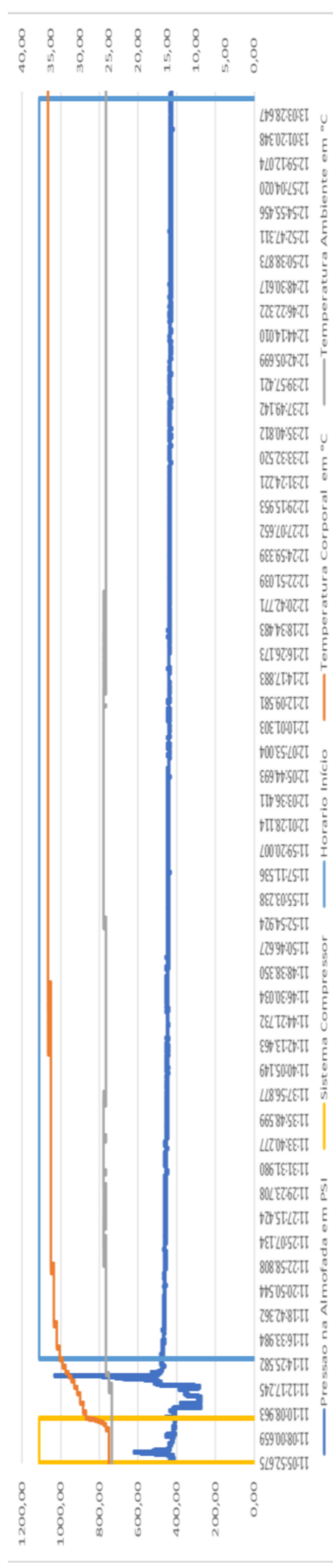
Tabela 7 – Valores de pressão e temperatura da região do calcâneo direito do participante 2

	PRESSÃO			TEMPERATURA		
	Pressão PSI	No Tempo	No Tempo	TA °C	TC °C	No Tempo
Valor máximo	465,30	11:52:13.326		24,50	33,00	13:23:17.955
Valor mínimo	362,66	13:25:01.884		25,00	31,50	11:52:00.064
Valor médio	384,23				32,65	

Legenda: Libra-força por polegada quadrada (PSI); Temperatura ambiente (TA °C); Temperatura corporal (TC ° C).
Fonte: Autor.

Verifica-se que a TC aumentou no início (33°C) e estabilizou (32,65°C), a TA iniciou em 24,5°C e terminou em 25 °C. A pressão na almofada apresentou um pico (465,30 psi), que pode ser justificado pelo enchimento da almofada, e depois ela diminuiu (362,66 psi) (Gráfico 8).

Gráfico 8 – Dados sobre a avaliação na região do calcâneo direito do participante 2



Fonte: Autor.

Na região do calcâneo esquerdo, o teste ocorreu das 09:45 às 11:45. A variação na pressão foi 239,49 psi, na TC foi de 2,5°C e na TA foi de 0,5°C (Tabela 8).

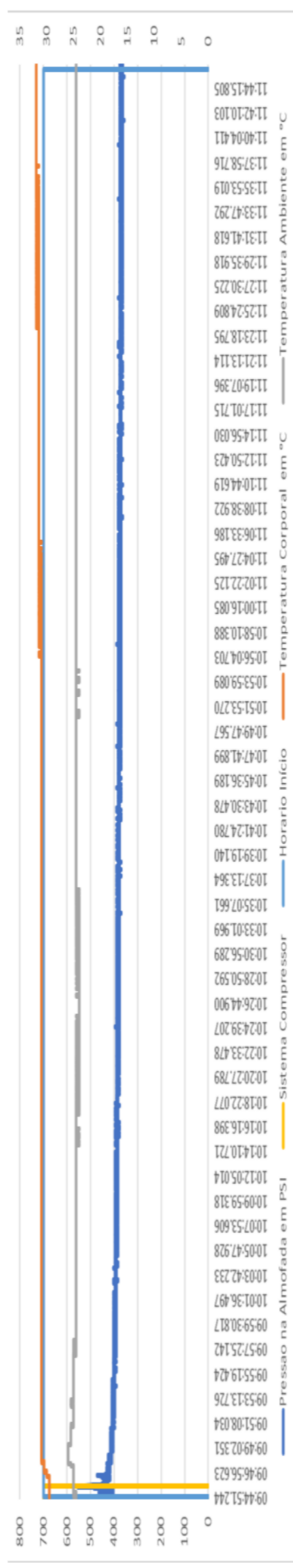
Tabela 8 – Valores de pressão e temperatura da região do calcâneo esquerdo do participante 2

	PRESSÃO		TEMPERATURA		No Tempo
	Pressão PSI	No Tempo	TA °C	TC °C	
Valor máximo	595,31	09:45:58,436	25,00	32,00	11:24:04,553
Valor mínimo	355,82	11:41:37,444	24,50	29,50	09:45:00,064
Valor médio	382,27			31,24	

Legenda: Libra-força por polegada quadrada (PSI); Temperatura ambiente (TA °C); Temperatura corporal (TC °C).
Fonte: Autor.

Verifica-se que a TC aumentou no início (29,50 °C) e estabilizou (31,24°C), a TA aumentou no início (24,5°C para 25°C). A pressão na almofada apresentou um pico (595,31 psi), que pode ser justificado pelo enchimento da almofada, e depois ela diminuiu (355,82 psi) (Gráfico 9).

Gráfico 9– Dados sobre a avaliação na região do calcâneo esquerdo do participante 2



Fonte: Autor.

Observa-se variação de pressão de interface entre as diferentes regiões avaliadas e entre os participantes. A pressão máxima, de maior valor, foi registrada no participante 2 na região do calcâneo E (595,31psi), seguida da região occipital (533,72psi) e sacral (513,20psi) do participante 1. Com relação à pressão mínima, a menor foi registrada na região occipital do participante 2 (314,76psi), seguida da região do calcâneo E (328,45psi) do participante 1 e a mesma região no participante 2 (355,82psi).

É válido destacar que as médias de pressão de interface entre os dois participantes, por cada região, são próximas, sendo que o participante 1 apresentou médias um pouco maiores que o participante 2 em todas as regiões, exceto na região sacral.

Tabela 9 – Comparação entre os valores de pressão máxima, mínima e média entre os participantes 1 e o 2, por região avaliada.

Região	PRESSÃO					
	Máxima		Mínima		Média	
	Part. 1	Part. 2	Part. 1	Part. 2	Part. 1	Part. 2
Occipital	533,72	383,19	376,34	314,76	428,86	361,34
Sacral	513,20	485,83	410,56	417,40	439,17	443,37
Calcâneo D	492,67	465,30	369,50	362,66	433,35	384,23
Calcâneo E	403,71	595,31	328,45	355,82	374,39	382,27

Legenda: Participante (Part.); Direito (D); Esquerdo (E).

Fonte: Autor.

A TC máxima de maior valor foi registrada na região sacral dos dois participantes (35,50°C). O participante 2 obteve maiores TC máximas quando comparado ao participante 1. Com relação à TC mínima, destaca-se o valor de 23°C na região occipital do participante 1, que pode ter sofrido influência da TA, que era 22,5°C. As médias de TC foram maiores no participante 2 em todas as regiões.

Tabela 10– Comparação entre os valores de temperatura corporal máxima, mínima e média entre os participantes 1 e o 2, por região avaliada.

Região	TEMPERATURA					
	Máxima		Mínima		Média	
	Part. 1	Part. 2	Part. 1	Part. 2	Part. 1	Part. 2
Occipital	32,50	34,50	23,00	30,50	31,67	34,39
Sacral	35,50	35,50	28,50	33,50	34,92	35,31
Calcâneo D	28,50	33,00	24,50	31,50	25,93	32,65
Calcâneo E	25,50	32,00	24,50	29,50	24,79	31,24

Legenda: Participante (Part.); Direito (D); Esquerdo (E).

Fonte: Autor.

O gráfico 10 e 11 faz uma comparação na variação, respectivamente, dos valores de pressão e TC. Com relação à pressão, pontua-se variação considerável na região do calcâneo esquerdo do participante 2 (239,49), seguido da região occipital do participante 1 (157,38) e região do calcâneo direito do participante 1 (123,17). Acerca da TC, pontua-se variação da região occipital do participante 1 (9,5°C), seguida da região sacral do participante 1 (7,0°C) e região do calcâneo direito do participante 1 (4,0°C). Observa-se que a temperatura e a pressão são diretamente proporcionais nos dois participantes.

Gráfico 10 – Comparação na variação dos valores de pressão máxima e mínima

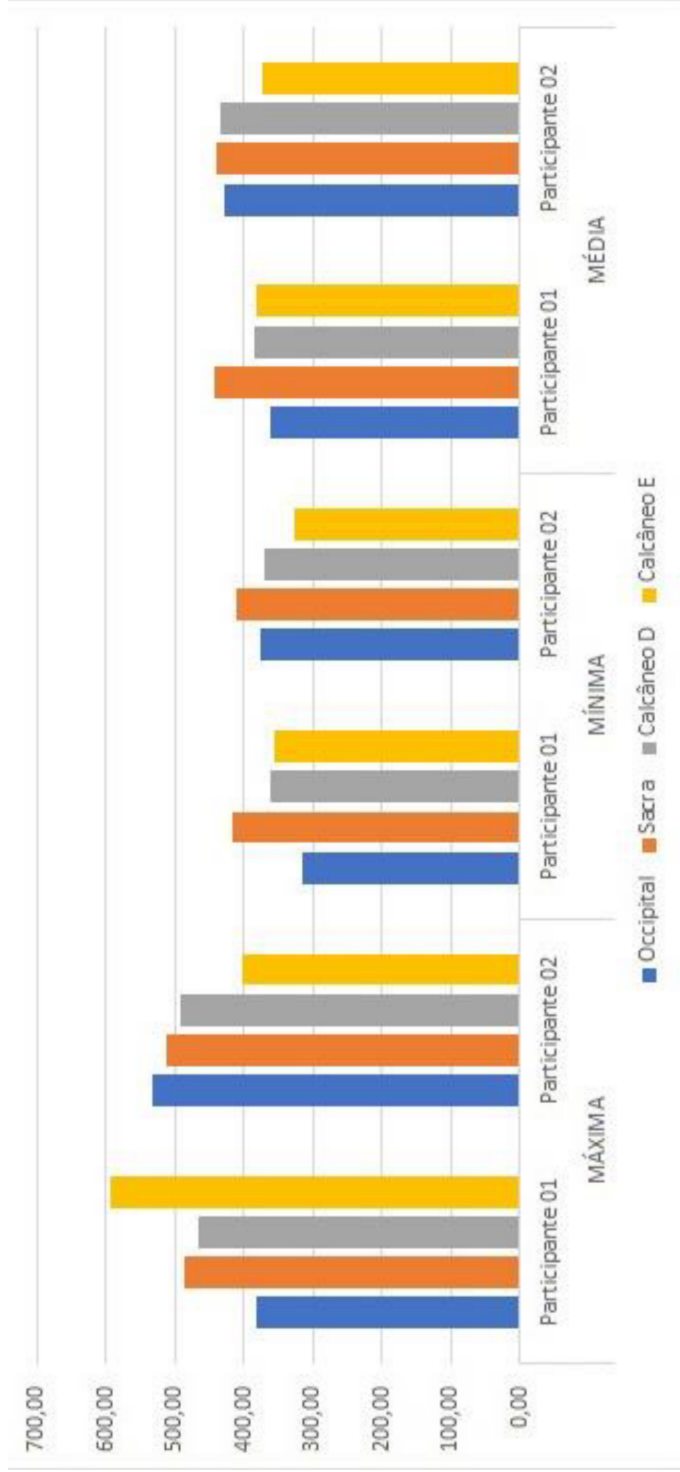
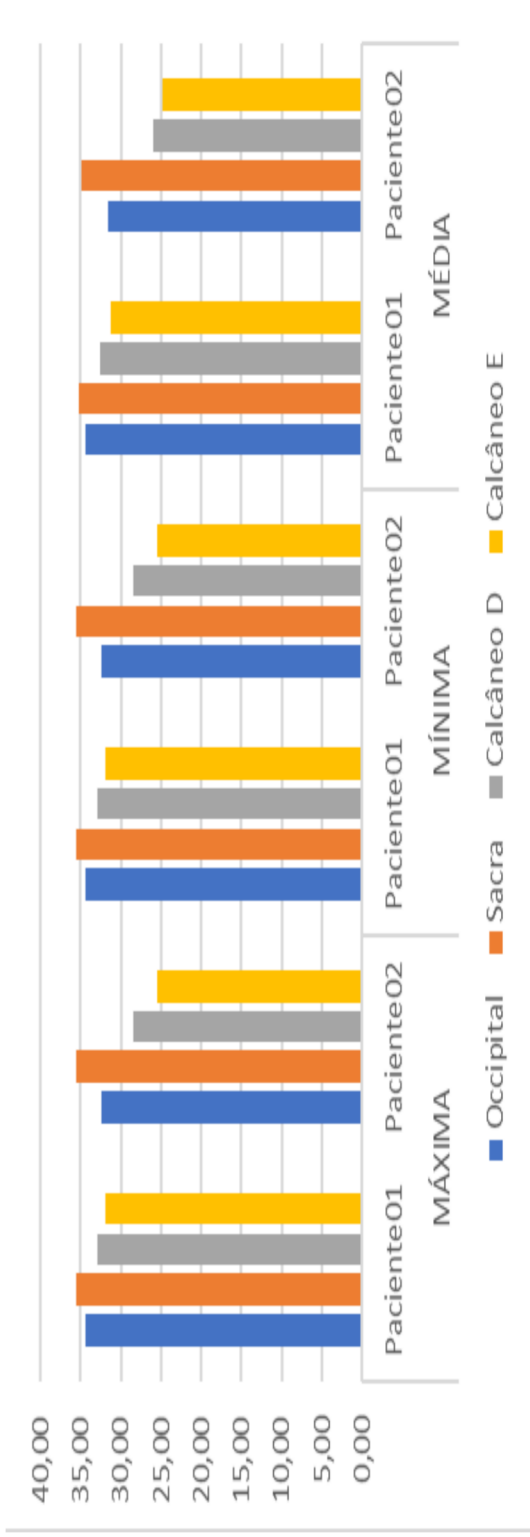


Gráfico 11 – Comparação na variação dos valores de temperatura máxima e mínima



Fonte: Autor.

6 DISCUSSÃO

A confecção do protótipo de almofada com sensores para aferir a pressão de interface e a temperatura em áreas anatômicas de risco para o desenvolvimento de LP percorreu três etapas. A primeira consistiu no desenvolvimento do software em linguagem C e do hardware, um circuito eletrônico que recebia os dados e os processava. Acerca do uso do monitoramento contínuo para a prevenção de LP, uma revisão integrativa da literatura destaca que essa temática é recente, justificando essa afirmação pela data de publicação dos artigos, pelo delineamento utilizado e pela variação de países em que esses artigos foram desenvolvidos (ROCHA *et al.*, 2022).

Com relação à segunda etapa, depois que o software foi criado e patenteado, seguiu-se para a criação do protótipo em que foram utilizados sensores de temperatura e pressão, microprocessador, driver, compressor de ar, e uma almofada inflável e impermeável. Estudos semelhantes utilizaram tanto sensores com fios (SALEH; AL-NEAMI; RAAD, 2021), como sem fios (OH *et al.*, 2021). Salienta-se que os dois tipos de sensores alcançam o seu propósito, mas os sem fios são mais cômodos de acordo com os relatos dos usuários.

A respeito do local onde os sensores são acoplados, o presente estudo acoplou o sensor de pressão na almofada inflável e o sensor de temperatura era um transdutor de temperatura em formato cilíndrico. A literatura destaca outros locais em que esses sensores são acoplados como o próprio colchão do paciente (LUCCHINI *et al.*, 2020; SAKAI *et al.*, 2009), a capa de colchão (CAGGIARI; WORSLEY; BADER, 2019) e almofadas (GRAP *et al.*, 2017; SALEH; AL-NEAMI; RAAD, 2021). Alguns estudos, além de monitorar parâmetros de pressão de interface e temperatura, utilizam o monitoramento contínuo para subsidiar alterações posturais no leito, acionar dispositivos de alívio de pressão e alertar a equipe de enfermagem quanto aos cuidados preventivos de LP (ROCHA *et al.*, 2022).

A terceira etapa do presente estudo corresponde a validação do protótipo. Essa etapa foi iniciada com a calibração do equipamento que identificou a necessidade de verificação tátil para confirmar o volume da almofada após seu enchimento; o tamanho reduzido dos fios conectados entre o computador e a almofada; o barulho do compressor de ar; os vazamentos de ar nas conexões; e a

dificuldade em manter o sensor de temperatura em contato com a região calcânea, por conta da sua forma cilíndrica.

A calibragem é utilizada com a finalidade de testar o equipamento antes de ir para o participante e objetiva fazer correções e/ou melhorar o desempenho dos equipamentos. Os estudos de construção e validação de protótipos, similar a este, destacam alguns erros na aferição da pressão (TAVARES *et al.*, 2022) e na adaptação do tamanho dos sensores acoplados à pele do paciente (OH *et al.*, 2021). As intercorrências identificadas na calibração foram corrigidas e outras tiveram o desempenho melhorado (TAVARES *et al.*, 2019; SALEH; AL-NEAMI; RAAD, 2021).

Após a calibração, realizou-se o primeiro teste com um participante 1 saudável, sem risco de desenvolver LP e o segundo teste com um participante internado na UTI, com alto risco de LP. A literatura pontua que o monitoramento contínuo da pressão de interface e da temperatura estão voltados para populações cadeirantes (TAVARES *et al.*, 2022; TAVARES *et al.*, 2019) e pacientes em UTI (LUCCHINI *et al.*, 2020; GRAP *et al.*, 2017; BEHRENDT *et al.*, 2014; SAKAI *et al.*, 2009), com seus respectivos controles saudáveis.

No primeiro teste, participante 1 (saudável), a pressão de interface máxima, a de maior valor, foi registrada na região occipital, porém, a média de pressão de interface foi maior na região sacral. No tocante a TC, o valor máximo foi detectado na região sacral, a mínima na região occipital e a média de TC de maior valor foi identificada na região sacral. Estudo realizado na Coreia do Sul observou localizações de maior pressão diferentes. Nos pacientes saudáveis, os valores máximos de pressão de interface foram registrados no calcanhar direito, com temperaturas na faixa de 22,9-34,0°C (OH *et al.*, 2021).

Essas diferenças entre pressão de interface máxima (região occipital) e média (região sacral) podem ser justificadas pelo peso, pois maiores IMCs levaram a maiores valores de força (peso) aplicada na região sacral, e menores IMCs levaram a menores valores de força (peso) aplicada na região sacral (SALEH; AL-NEAMI; RAAD, 2021). Então, mesmo que o participante 1 tenha apresentado pressão máxima na região occipital, ela não foi sustentada como ocorreu na região sacral. Ressalta-se também que este tinha IMC um pouco elevado o que corrobora com o que foi citado pelos autores acima. Com relação à TC, a máxima foi observada na região sacral e esse aquecimento pode ser causado pelo baixo nível de ventilação

na área monitorada, além da pressão sustentada na área (pressão de interface média).

No segundo teste, participante 2, paciente na UTI, a pressão de interface máxima, a de maior valor, foi registrada na região do calcâneo E. Quanto a pressão de interface média, o maior valor também foi encontrado na região sacral do participante 2 e com valor um pouco maior. A respeito da TC média, o valor máximo, também, foi detectado na região sacral. Estudo observacional, realizado na Itália, com pacientes adultos em UTI, utilizou um sistema de mapeamento de pressão nas primeiras 24 horas após a admissão e observou que as regiões com maior pressão de contato foram a occipital e a sacral (LUCCHINI *et al.*, 2020).

Ainda sobre o estudo acima, pontua-se que os valores de pressão em milímetros de mercúrio (mmHg) ficaram acima dos níveis críticos que, de acordo com a literatura, é 32 mmHg, demonstrando um alerta aos profissionais da saúde da UTI (LUCCHINI *et al.*, 2020). No presente estudo, não transformamos a pressão de psi em mmHg, pois os valores são muito altos e de difícil comparação. Adiciona-se que o paciente com alto risco de LP apresenta valores mais elevados de pressão em regiões estratégicas, pelo próprio decúbito adotado na UTI que, na maioria das vezes, é o decúbito dorsal. Além disso, estava acamado, sedado, totalmente relaxado e o relaxamento aumenta a pressão de interface.

Comparando os dois participantes, evidencia-se que temperatura e a pressão estão diretamente proporcionais nos dois participantes, quando uma aumenta, a outra também aumenta. Corroborando esses achados, estudo experimental, realizado em Pittsburgh, objetivou determinar o grau em que a pressão da interface, o estresse de cisalhamento e a temperatura da pele contribuem para a isquemia, evidenciando que um discreto aumento (1°C) na temperatura da pele contribui de 12 a 15 vezes mais para a hiperemia reativa. Os efeitos da temperatura da pele mais elevada são mais pronunciados em pressões de interface mais altas (LACHENBRUCH *et al.*, 2013). Pontua-se que o calor faz com que haja uma vasodilatação e a presença do suor faz atrito causa a fricção colocando o paciente em risco em virtude do enrugamento da pele.

Em resumo, verificou-se que mesmo com elevação da pressão não houve mudança na cor da pele dos participantes e nem sinal de lesão, apesar do participante 2 apresentar fatores de risco. Percebeu-se que indivíduos diferentes apresentam respostas distintas, pois mesmo estando acamado e com uso de drogas

vasoativas não foi detectado dano tecidual. De fato, será necessário avaliar cada caso para verificar o momento certo da mudança de posição no leito, bem como a clínica e outros fatores intrínsecos. Portanto, o monitoramento da pressão é uma estratégia eficiente por mostrar que quanto maior for a pressão maior, haverá mais chance de ocorrer a lesão e, essa vai variar de pessoa para pessoa.

Portanto, o monitoramento da pressão e temperatura pelo protótipo sinaliza as alterações e constitui um efeito positivo para sinalizar a equipe de enfermagem quanto ao alívio de pressão nas áreas anatômicas. Ressalta-se que o desenvolvimento da LP é multifatorial, então, o monitoramento contínuo devem complementar os atuais protocolos de prevenção de LP, além disso, outros parâmetros devem ser avaliados conjuntamente.

Limitações

A respeito do delineamento do estudo, não foi possível avaliar uma quantidade maior de participantes por um tempo prolongado para obtenção de mais dados, entretanto, este estudo atingiu o objetivo geral de construir e validar o protótipo.

Percebe-se que o protótipo traz resultados positivos, porém, é uma tecnologia que ainda necessita de melhorias com relação ao conforto do paciente, além disso, as perspectivas para esse protótipo seria que as medidas fossem interligadas ao monitor do paciente para a visualização de valores e alarmes para sinalizar a equipe a necessidade de intervenção, bem como, o acoplamento dos sensores no colchão.

7 CONCLUSÃO

O presente estudo revelou que o protótipo de almofada dotada de sensor para aferir a pressão de interface e a temperatura em áreas de risco para o desenvolvimento de LP permitiu obter medidas objetivas que podem atuar como substitutos para orientar o alívio da pressão em determinadas áreas anatômicas, bem como promover circulação de ar para a redução da temperatura em locais específicos e, assim, prevenir LP de forma individualizada a cada paciente.

O protótipo apresentou baixo custo, pois seus dispositivos são acessíveis em lojas de produtos eletrônicos. Outro ponto positivo foi a facilidade no manuseio, visto que os comandos a serem executados pelo profissional são simples, em um clique de botão para iniciar o programa (Arduíno) e para inflar a almofada. Destaca-se a adaptação a qualquer ambiente, desde um ambiente complexo como a UTI, até um ambiente simples como uma sala reservada com um colchão. O protótipo conseguiu reunir muitos dados, de forma rápida, por conta da sua leitura em segundo.

Percebe-se que o protótipo traz resultados positivos, porém, é uma tecnologia que ainda necessita de melhorias com relação ao desconforto do paciente e por ser equipamento externo que tenha que montar. As perspectivas para aprimoramento do protótipo são: transferir os dados de temperatura e pressão a um monitor do paciente, permitindo visualizar seus valores, e alarme para sinalizar à equipe a necessidade de intervenção, bem como, que esses sensores fossem acoplados em toda a extensão do colchão.

É importante ressaltar que o uso dessas tecnologias é fundamental para melhorar o cuidado com o paciente, principalmente, na prevenção, mas não se pode deixar de refletir que todos esses dispositivos são construídos para agregar, para somar às estratégias utilizadas ou melhorá-las. Por isso, estudos como estes são promissores e necessários para trilhar um caminho sem LP ou LP mínima.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. H. A. S.; LICCIARDI JÚNIOR, A. N. Sistema de otimização de cargas elétricas em residência. *In: XVI Jornada de Iniciação Científica e X Mostra de Iniciação Tecnológica. Anais [...]*. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349486024_SISTEMA_DE_OTIMIZACAO_DE_CARGAS_ELETRICAS_EM_RESIDENCIA. Acesso em: 16 ago. 2022.
- AGRAWAL, K.; CHAUHAN, N. Pressure ulcers: back to the basics. **Indian J Plast Surg.**, v. 45, n. 2, p. 244-54, 2012. <https://doi.org/10.4103/0970-0358>.
- ALBUQUERQUE, A. M. *et al.* Assessment and prevention of pressure ulcer by nurses from intensive care: knowledge and practice. **J Nurs UFPE on line.**, v. 8, n. 2, p. 229-39, 2014. <https://doi.org/10.5205/1981-8963-v8i2a9666p229-239-2014>.
- ALOWENI, F. *et al.* A prediction tool for hospital-acquired pressure ulcers among surgical patients: Surgical pressure ulcer risk score. **Int Wound J.**, v. 16, n. 1, p. 164-175, 2019. <https://doi.org/10.1111/iwj.13007>.
- AMIR, Y. *et al.* Pressure ulcers in four Indonesian hospitals: prevalence, patient characteristics, ulcer characteristics, prevention and treatment. **Int Wound J.**, v. 14, n. 1, p. 184-93, 2017. <http://dx.doi.org/10.1111/iwj.12580>.
- APOSTOLOPOULOU, E. *et al.* Pressure ulcer incidence and risk factors in ventilated intensive care patients. **Health Sci J**, v. 8, n. 1, p. 333-342, 2014. <https://www.hsj.gr/medicine/pressure-ulcer-incidence-and-risk-factors-in-ventilated-intensive-care-patients.php?aid=2658>
- BECKER, D. *et al.* Pressure ulcers in ICU patients: incidence and clinical and epidemiological features: a multicenter study in southern Brazil. **Intensive Crit Care Nurs**, v. 42, n. 1, p. 55-61, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iccn.2017.03.009>.
- BEHRENDT, R. G. A. M. *et al.* Continuous bedside pressure mapping and rates of hospital-associated pressure ulcers in a medical intensive care unit. **Am J Crit Care.**, v. 23, n. 2, p. 127-33, 2014. <http://dx.doi.org/10.4037/ajcc2014192>.
- BERGSTRON, N. *et al.* Pressure ulcers in adults: prediction and prevention. Quick reference guide for clinicians. Agency for Health Care Policy And Research. **Decubitus.**, v. 5, n. 3, p. 26-30, 1992. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1596349/>.
- BERLOWITZ, D. R.; BRIENZA, D. M. Are all pressure ulcers the result of deep tissue injury? A review of the literature. **Ostomy Wound Manage.**, v. 53, n. 10, p. 34-8, 2007. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17978413/>.
- BORGHARDT, A. T. *et al.* Pressure ulcers in critically ill patients: incidence and associated factors. **Rev Bras Enferm**, v. 69, n. 3, p. 460-7, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167.2016690307i>

- BRAGAZZI, N. L. *et al.* Fasting and Its Impact on Skin Anatomy, Physiology, and Physiopathology: A Comprehensive Review of the Literature. **Nutrients**, v. 11, n. 2, p. 249-57, 2019. <https://doi.org/10.3390/nu11020249>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 529 de 1º de abril de 2013. Institui o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 abr. 2013a. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt0529_01_04_2013.html. Acesso em: 02 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Anexo 02**: Protocolo para prevenção de úlcera por pressão. Brasília: MS, 2013b. Disponível em: <https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/publicacoes/item/ulcera-porpressao>. Acesso em: 02 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Relatórios dos Estados - Eventos Adversos. **Relatório Nacional de Incidentes Relacionados à Assistência à Saúde** 2019-2020. Brasília, DF: MS, 2020. Disponível em: <https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/publicacoes/category/relatorios-dos-estados>. Acesso em: 02 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 580, de 22 de março de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/31546309/do1-2018-07-16-resolucao-n-580-de-22-de-marco-de-2018-31546295. Acesso em: 02 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html. Acesso em: 02 jan. 2020.
- CAGGIARI, S.; WORSLEY, P. R.; BADER, D. L. A sensitivity analysis to evaluate the performance of temporal pressure - related parameters in detecting changes in supine postures. **Med Eng Phys**, v. 69, p. 33–42, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2019.06.003>
- CAMARGO, B. *et al.* The Effect of Support Surfaces on the Incidence of Pressure Injuries in Critically Ill Patients: A Randomized Clinical Trial. **Crit Care Res Pract.**, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2018. <http://dx.doi.org/10.1155/2018/3712067>
- CAMPANILI, T. C. G. F. *et al.* Incidência de úlceras por pressão em pacientes de Unidade de Terapia Intensiva Cardiopneumológica. **Rev Esc Enferm USP**, v. 4, n. 1, p. 7-14, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0080-623420150000700002>
- CARVALHO, F. P. B. *et al.* Pressure injuries: predisposing conditions and risk factors in adult ICU. **Int Arch Med.**, v. 9, n. 159, p. 1-8, 2016. <http://dx.doi.org/10.3823/2030>.
- CASTANHEIRA, L. S. *et al.* Escalas de predição de risco para lesão por pressão em pacientes criticamente enfermos: revisão integrativa. **Enferm Foco**, v. 9, n. 2, p. 1-10, 2018. <https://doi.org/10.21675/2357-707X.2018.v9.n2.1073>

CAVALCANTE, M. L. *et al.* Indicators of health and safety among institutionalized older adults. **RevEscEnferm USP**, v. 50, n. 4, p. 602-9, 2016.
<https://dx.doi.org/10.1590/S0080-623420160000500009>

CAVALCANTI, E. O.; KAMADA, I. Lesão por pressão relacionada a dispositivo médico em adultos: revisão integrativa. **Texto contexto - enferm.**, v. 29, n. 1, p. 1-10, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-265x-tce-2018-0371>.

CHARALAMBOUS, C. *et al.* Evaluation of the Validity and Reliability of the Waterlow Pressure Ulcer Risk Assessment Scale. **Med Arch.**, v. 72, n. 2, p. 141-144, 2018.
<http://dx.doi.org/10.5455/medarh.2018.72.141-144>

CHUNG, P. *et al.* Fabric-based pressure sensor array for decubitus ulcer monitoring. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. **Annual International Conference.**, v. 2013, n. 1, p. 6506-9, 2013.
<http://dx.doi.org/10.1109/EMBC.2013.6611045>

CICHOSZ, S. L. *et al.* Prediction of In-Hospital Pressure Ulcer Development. **Adv Wound Care (New Rochelle)**, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2019.
<https://doi.org/10.1089/wound.2018.0803>

CONNECTPARTS. **Compressor Ar Automotivo Multiuso 12V 250 PSI Manômetro 3 Bicos Pneu Bola Multilaser AU601**. São Paulo: Connectparts, 2022. Disponível em: <https://www.connectparts.com.br/mini-compressor-de-ar-54587/p>. Acesso em: 16 ago. 2022.

CORTEZ, R. **Posições para Exames e Tratamentos**. Santa Cruz do Piauí: Enfermagem Piauí, 2020.

COSTA, T. L. da. **Desenvolvimento de um colchão inteligente, com modulação local da pressão por células de ar a baixa pressão**. 2015. 156f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade do Minho Escola de Engenharia, 2015.

FARD, F. D.; MOGHIMI, S.; LOTFI, R. Design and evaluation of a pressure and temperature monitoring system for pressure ulcer prevention. **Iran J Med Phys**, v. 11, n. 2, p. 1-10, 2014.
https://ijmp.mums.ac.ir/article_3097_29c992e6635092d14bd12793f5ec9e17.pdf

FURINI, A. C. A.; NUNES, A. A.; DALLORA, M. E. L. do V. Notificação de eventos adversos: caracterização dos eventos ocorridos em um complexo hospitalar. **Rev Gauch Enferm**, v. 40, n. 1, p. 1-12, 2019.
<https://doi.org/10.1590/19831447.2019.20180317>.

GALVÃO, N. S. *et al.* Conhecimento da equipe de enfermagem sobre prevenção de úlceras por pressão. **Rev Bras Enferm**, v. 70, n. 2, p. 312-8, 2017.
<https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0063>

GEFEN, A. How Much Time Does it Take to Get a Pressure Ulcer? Integrated Evidence from Human, Animal, and In Vitro Studies. **Ostomy Wound Management.**, v. 54, n. 10, p. 26-35, 2008.

<https://www.hmpgloballearningnetwork.com/site/wmp/content/how-much-time-does-it-take-get-a-pressure-ulcer-integrated-evidence-human-animal-and-in-vitr>

GEFEN, A. Why is the heel particularly vulnerable to pressure ulcers? **Br J Nurs.**, v. 26, n. 20, p. 62-74, 2017. <http://dx.doi.org/10.12968/bjon.2017.26.Sup20.S62>.

GILLESPIE, B. M. *et al.* Repositioning for pressure injury prevention in adults.

Cochrane Database Syst Rev, v. 6, n. 6, p. 1-15, 2020.

<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009958.pub3>

GOMES, F. S. L. *et al.* Fatores associados à úlcera por pressão em pacientes internados nos Centros de Terapia Intensiva de Adultos. **Rev. esc. enferm. USP**, v. 44, n. 4, p. 1070-1076, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0080-62342010000400031>.

GONZALEZ, A. C. de O. *et al.* Wound healing - A literature review. **An. Bras.**

Dermatol., v. 91, n. 5, p. 614-620, 2016. [https://doi.org/10.1590/abd1806-](https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20164741)

[4841.20164741](https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20164741)

GONZÁLEZ-MÉNDEZ, M. I. *et al.* Incidence and risk factors associated with the development of pressure ulcers in an intensive care unit. **J Clin Nurs**, v. 27, n. 1, p. 1028-1037, 2018. <http://dx.doi.org/10.1111/jocn.14091>

GOULD, L. J. *et al.* Pressure ulcer summit 2018: An interdisciplinary approach to improve our understanding of the risk of pressure-induced tissue damage. **Wound Repair Regen.**, v. 27, n. 5, p. 497-508, 2019. <https://doi.org/10.1111/wrr.12730>

GRAP, M. J. *et al.* Tissue interface pressure and skin integrity in critically ill, mechanically ventilated patients. **Intensive Crit Care Nurs**, v. 38, p. 1-9, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2016.07.004>

HOCHMAN, B. *et al.* Desenhos de pesquisa. **Acta Cir Bras**, v. 20, n. 2, p. 2-9, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-86502005000800002>

HOOGENDOORN, I. *et al.* The effect of pressure and shear on tissue viability of human skin in relation to the development of pressure ulcers: a systematic review. **J Tissue Viability.**, v. 26, n. 3, p. 157-171, 2017.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtv.2017.04.003>

INOUE, K. C.; MATSUDA, L. M. Cost-effectiveness of two types of dressing for prevention of pressure ulcer. **Acta Paul Enferm.**, v. 28, n. 5, p. 415-9, 2015.

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-0194201500070>

JANSEN, R. C. S.; SILVA, K. B. de A.; MOURA, M. E. S. A Escala de Braden na avaliação do risco para lesão por pressão. **Rev. Bras. Enferm.**, v. 73, n. 6, p. 1-12, 2020. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2019-0413>.

JEWETT JUNIOR, J. W.; SERWAY, R. A. **Física para cientistas e engenheiros**. v. 1. São Paulo: Cenage Learning, 2011.

JONES, J. Evaluation of pressure ulcer prevention devices: a critical review of the literature. **J Wound Care**., v. 14, n. 9, p. 422-5, 2005.

<http://dx.doi.org/10.12968/jowc.2005.14.9.26836>

KAPP, S.; SANTAMARIA, N. The financial and quality-of-life cost to patients living with a chronic wound in the community. **Int Wound J**., v. 16, n. 6, p. 1108-1119, 2017. <http://dx.doi.org/10.1111/iwj.12767>

KOTTNER, J. *et al.* Microclimate: A critical review in the context of pressure ulcer prevention. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**., v. 59, n. 1, p. 62-70, 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.09.010>

KWON, R.; JANIS, J. E. **Pressure sores**. 2016. Disponível em:

<https://plasticsurgerykey.com/pressure-sores/>. Acesso em: 24 fev. 2022.

LACHENBRUCH, C. *et al.* The relative contributions of interface pressure, shear stress, and temperature on tissue ischemia: a cross-sectional pilot study. **Ostomy Wound Manage**., v. 59, n. 3, p. 25-34, 2013.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23475449/>

LAVERS, I. Exploring skin anatomy, function and site-specific treatment options. **J Aesthetic Nurs**., v. 6, n. 4, p. 1-12, 2017. <https://doi.org/10.12968/joan.2017.6.4.172>

LIAO, F.; BURNS, S.; JAN, Y. K. Skin blood flow dynamics and its role in pressure ulcers. **J Tissue Viability**., v. 22, n. 2, p. 25-36, 2013.

<https://doi.org/10.1016/j.jtv.2013.03.001>

LIN, F. *et al.* The effectiveness of multicomponent pressure injury prevention programs in adult intensive care patients: A systematic review. **Int J Nurs Stud**., v. 102, n. 1, p. 1-15, 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.103483>

LINDAN, O.; GREENWAY, R. M.; PIAZZA, J. M. Pressure distribution on the surface of the human body. I. Evaluation in lying and sitting positions using a "bed of springs and nails". **Arch phys med rehabil**., v. 46, n. 1, p. 378-85, 1965.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14282001/>

LOUDET, C. I. *et al.* Diminuição das úlceras por pressão em pacientes com ventilação mecânica aguda prolongada: um estudo quase-experimental. **Rev Bras Ter Intensiva**, v. 29, n. 1, p. 39-46, 2017. <https://doi.org/10.5935/0103-507x.20170007>

LUCCHINI, A. *et al.* Continuous bedside pressure mapping in a general intensive care unit: a prospective observational study. **Assist InfermRic**, v. 39, n. 1, p. 5-12, 2020. <https://doi.org/10.1702/3371.33471>

MARVAKI, A. *et al.* A Comparative study between two support surfaces for Pressure Ulcer Prevention and Healing in ICU Patients. **Cureus.**, v. 12, n. 6, p. 1-12, 2020. <https://doi.org/10.7759/cureus.8785>

MCINNES, E. *et al.* Support surfaces for pressure ulcer prevention. **Cochrane Database Syst Rev.**, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2015. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD001735.pub5>

MCINNES, E. *et al.* Support surfaces for treating pressure ulcers. **Cochrane Database Syst Rev.**, v. 11, n. 10, p. 1-10, 2018. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009490.pub2>

MEDEIROS, A. B. A. *et al.* Predictors of pressure ulcer risk in adult intensive care patients: a retrospective case-control study. **Intensive Crit Care Nurs**, v. 45, n. 1, p. 6-10, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iccn.2017.09.007>.

MEDRONHO, R. A. *et al.* **Epidemiologia**. São Paulo: Atheneu, 2006.

MENDONÇA, P. K. *et al.* Prevenção de lesão por pressão: ações prescritas por enfermeiros de centros de terapia intensiva. **Texto contexto - enferm.**, v. 27, n. 4, p. 1-12, 2018. <https://doi.org/10.1590/0104-07072018004610017>

MERVIS, J. S.; PHILLIPS, T. J. Pressure ulcers: pathophysiology, epidemiology, risk factors, and presentation. **J Am Acad Dermatol.**, v. 81, n. 4, p. 881-890, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2018.12.069>

MICHAELIS. **Moderno dicionário da língua Portuguesa**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 2000.

MOLINA, F. J. *et al.* Adverse events in critical care: search and active detection through the trigger tool. **World J Crit Care Med.**, v. 7, n. 1, p. 9-15, 2018. <https://doi.org/10.5492/wjccm.v7.i1.9>

MOORE, Z. E.; COWMAN, S. Repositioning for treating pressure ulcers. **Cochrane Database Syst Rev.**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2015. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD006898.pub4>

MOORE, Z. E.; WEBSTER, J.; SAMURIWO, R. Wound-care teams for preventing and treating pressure ulcers. **Cochrane Data base Syst Rev**, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2015. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD011011.pub2>

MORAES, J. T. *et al.* Conceito e classificação de lesão por pressão: atualização do National Pressure Ulcer Advisory Panel. **Enferm. Cent. O. Min.**, v. 6, n. 2, p. 2292-2306, 2016. <https://doi.org/10.19175/recom.v6i2.1423>

MORO, J. V. *et al.* Pressure ulcer after hospital discharge and home care. **Esc Anna Nery**, v. 20, n. 3, p. 1-10, 2016. <https://doi.org/10.5935/1414-8145.20160058>.

MUHAMMAD, A. *et al.* Wi-ESP—A tool for CSI-based Device-Free Wi-Fi Sensing (DFWS). **J Comput Design Engineering**, v. 7, n. 5, p. 644-656, 2020. <https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa048>

NATIONAL PRESSURE ULCER ADVISORY PANEL - NPUAP. European Pressure Ulcer Advisory Panel. **National Pressure Ulcer Advisory Panel**. Washington, DC: NPUAP/EPUAP, 2016.

NATIONAL PRESSURE ULCER ADVISORY PANEL - NPUAP. **Prevention and Treatment of Pressure Ulcers/Injuries**: Clinical Practice Guideline. 3. ed. Washington, DC: EPUAP, 2019. Disponível em: <https://npiap.com/page/2019Guideline>. Acesso: 24 jan. 2020.

OH, Y.S. *et al.* Battery-free, wireless soft sensors for continuous multi-site measurements of pressure and temperature from patients at risk for pressure injuries. **Nat Commun**, v. 5008, p. 1-15, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25324-w>

OLIVEIRA, K. F. *et al.* Support surfaces in the prevention of pressure ulcers in surgical patients: An integrative review. **Int J Nurs Pract.**, v. 23, n. 1, p. 1-10, 2017. <http://dx.doi.org/10.1111/ijn.12553>

OLKOSKI, E.; ASSIS, G. M. Application of measures for preventing pressure ulcers by the nursing team before and after an education campaign. **Esc. Anna Nery**, v. 20, n. 2, p. 363-369, 2016. <http://dx.doi.org/10.5935/1414-8145.20160050>

PASPARAKIS, M.; HAASE, I.; NESTLE, F. O. Mechanisms regulating skin immunity and inflammation. **Nat Rev Immunol.**, v. 14, n. 5, p. 289-301, 2014. <https://doi.org/10.1038/nri3646>

PETERSON, M. J. *et al.* Effects of turning on skin-bed interface pressures in healthy adults. **J Adv Nurs**, v. 66, n. 7, p. 1556-1564, 2010. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2648.2010.05292.x>.

PIEPER, B. Mechanical forces: pressure, shear and friction. *In*: BRYANT, R. A. **Acute and chronic wounds**: current management concepts. 3 ed. St. Louis: Mosby; 2007, p. 205-34.

POLIT, D. F.; BECK, C. T. **Fundamentos de Pesquisa em Enfermagem**: Avaliação de evidências para a prática da enfermagem. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

PURCELL, A. *et al.* The Effectiveness of EMLA as a Primary Dressing on Painful Chronic Leg Ulcers: Effects on Wound Healing and Health-Related Quality of Life. **Int J Low Extrem Wounds**, v. 16, n 3, p. 163-172, 2017. <http://dx.doi.org/10.1177/1534734617726678>

RAE, K. E.; ISBEL, S.; UPTON, D. Support surfaces for the treatment and prevention of pressure ulcers: a systematic literature review. **J Wound Care**, v. 27, n. 8, p. 467-474, 2018. <https://doi.org/10.12968/jowc.2018.27.8.467>

RAO, A. D. *et al.* Risk factors associated with pressure ulcer formation in critically ill cardiac surgery patients: a systematic review. **J Wound Ostomy Continence Nurs.**, v. 43, n. 3, p. 242-7, 2016. <https://doi.org/10.1097/WON.0000000000000224>

ROCHA, F. C. V. *et al.* Monitoramento da pressão interface e da temperatura para a prevenção de lesão por pressão: revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. 1-9, 2022

ROCHA, J. G. *et al.* System providing discomfort monitoring for people in wheelchairs. In: Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos. **Conference [....]**. Cambridge, UK: Industrial Electronics, 2008. p. 1-7.
<https://doi.org/10.1109/ISIE.2008.4677167>

ROLIM, J. A. *et al.* Prevenção e tratamento de úlceras por pressão no cotidiano de enfermeiros intensivistas. **Rev RENE.**, v. 14, n. 1, p. 148-57, 2013.
<http://www.periodicos.ufc.br/rene/article/view/3346>.

ROSA, G. B. **Guia de cuidados de enfermagem relacionados com lesão por pressão em unidade de terapia intensiva**: uma construção coletiva. 2016. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

RUBIN, D. T. *et al.* ACG Clinical Guideline: Ulcerative Colitis in Adults. **Am J Gastroenterol.**, v. 114, n. 3, p. 384-413, 2019.
<http://dx.doi.org/10.14309/ajg.0000000000000152>

SAKAI, K. *et al.* Continuous monitoring of interface pressure distribution in intensive care patients for pressure ulcer prevention. **J Adv Nurs.**, v. 65, n. 1, p. 809-817, 2009. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2648.2008.04935.x>

SALDANHA, O. C. A. *et al.* Elaboração de um protocolo de prevenção de úlcera por pressão. **Rev Salus j. Health Sci.**, v. 2, n. 2, p. 48-63, 2016.
<http://www.salusjournal.org/wp-content/plugins/download-attachments/includes/download.php?id=867>

SALEH, Z. S.; AL-NEAMI, A. Q.; RAAD, H. K. Smart Monitoring Pad for Prediction of Pressure Ulcers with an Automatically Activated Integrated Electro-Therapy System. **Designs. Projetos**, v. 5, n. 3, p. 47-57, 2021. <https://doi.org/10.3390/designs5030047>

SALGADO, L. P. *et al.* Escalas preditivas utilizadas por enfermeiros na prevenção de lesão por pressão. **Saber Digital**, v. 11, n. 1, p. 18-35, 2018.
<http://revistas.faa.edu.br/index.php/SaberDigital/article/view/468>.

SERRAES, B. *et al.* Prevention of pressure ulcers with a static air support surface: A systematic review. **Int Wound J.**, v. 15, n. 3, p. 333-343, 2018.
<https://doi.org/10.1111/iwj.12870>

SHI, C.; DUMVILLE, J. C.; CULLUM, N. Support surfaces for pressure ulcer prevention: A network meta-analysis. **PLoS One.**, v. 13, n. 2, p. 1-12, 2018.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192707>

SHOPEE. Travesseiro/Almofada inflável 42cm x 26cm. **Shopee**, 2022. Disponível em: <https://shopee.com.br/Travesseiro-Almofada-infl%C3%A1vel-42cm-x-26cm-perfeito-para-transporte-camping-e-viagens-por-n%C3%A3o-ocupar-esp%C3%A7o-i.600012532.15930616936>

SOARES, C. F.; HEIDEMANN, I. T. S. B. Promoção da saúde e prevenção da lesão por pressão: expectativas do enfermeiro da atenção primária. **Texto contexto - enferm.**, v. 27, n. 2, p. 1-12, 2018. <https://doi.org/10.1590/0104-070720180001630016>

SPRIGLE, S.; SONENBLUM, S. Assessing evidence supporting redistribution of pressure for pressure ulcer prevention: a review. **J Rehab Res Dev.**, v. 48, n. 1, p. 203-214, 2011. <http://dx.doi.org/10.1682/jrrd.2010.05.0102>

SPRUCE, L. Back to basics: preventing perioperative pressure injuries. **AORN J.**, v. 105, n. 1, p. 92-9, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aorn.2016.10.018>

SURIADI, F. *et al.* A new instrument for predicting pressure ulcer risk in an intensive care unit. **Tissue Viability Soc.**, v. 16, n. 1, p. 21-26, 2006. [http://dx.doi.org/10.1016/s0965-206x\(06\)63006-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0965-206x(06)63006-4)

TAREEN, A. *et al.* Eruptive nevi after burn injury. **Dermatol Pract Concept.**, v. 8, n. 1, p. 66-67, 2018. <https://doi.org/10.5826/dpc.0801a16>

TAVARES, C. *et al.* Sensor Cell Network for Pressure, Temperature and Position Detection on Wheelchair Users. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 19, n. 4, p. 2195, 2022. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042195>

TAVARES, C. *et al.* Wheelchair Pressure Ulcer Prevention Using FBG Based Sensing Devices. **Sensors**, v. 20, n. 1, p. 212-20, 2019. <https://doi.org/10.3390/s20010212>

TAYYIB, N.; COYER, F.; LEWIS, P. Saudi Arabian adult intensive care unit pressure ulcer incidence and risk factors: a prospective cohort study. **Int Wound J**, v. 13, n. 1, p. 912-919, 2016. <http://dx.doi.org/10.1111/iwj.12406>

TERESINA (Município). Secretaria de Estado da Saúde do Piauí (SESAPI). **Hospital Getúlio Vargas**. Teresina: SESAPI, 2019.

TOMOVA-SIMITCHIEVA, T. *et al.* Comparing the effects of 3 different pressure ulcer prevention support surfaces on the structure and function of heel and sacral skin: An exploratory cross-over trial. **Int Wound J**, v. 15, n. 3, p. 429-437, 2018. <https://doi.org/10.1111/iwj.12883>

VIJAYAVENKATARAMAN, S.; LU, W. F.; FUH, J. Y. 3D bioprinting of skin: a state-of-the-art review on modelling, materials, and processes. **Biofabrication.**, v. 8, n. 3, p. 1-12, 2016. <https://doi.org/10.1088/1758-5090/8/3/032001>

WANG, Z. *et al.* A systematic review and meta-analysis of tests to predict wound healing in diabetic foot. **J VascSurg.**, v. 63, n. 2, p. 29-36, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2015.10.004>

WECHI, J. S. E. A. Escala de Braden: instrumento orientador para prevenção de úlceras de pressão. **ESTIMA**, v. 15, n. 3, p. 145-51, 2017. <https://doi.org/10.5327/Z1806-3144201700030005>

WONG, H. *et al.* Efficacy of a pressure-sensing mattress cover system for reducing interface pressure: study protocol for a randomized controlled trial. **Trials.**, v. 16, n. 1, p. 434-44, 2015. <http://dx.doi.org/10.1186/s13063-015-0949-x>.

WONG, R. *et al.* The dynamic anatomy and patterning of skin. **Exp Dermatol.**, v. 25, n. 2, p. 92-8, 2016. <http://dx.doi.org/10.1111/exd.12832>

ZAIDI, S. R. H.; SHARMA, S. **DecubitusUlcer**. [Updated 2021 Feb 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553107/>

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA
INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

PROTÓTIPO DE ALMOFADA PARA AFERIÇÃO DA PRESSÃO E DA
TEMPERATURA EM ÁREAS ANATÔMICAS DE RISCO PARA
DESENVOLVIMENTO DE LESÃO POR PRESSÃO

QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS

Data da coleta: ___/___/___ Código do participante: _____

1. DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS:

1.1 Sexo: 1. () masculino 2. () feminino

1.2 Idade(em anos completos): _____

2. DADOS ANTROPOMÉTRICOS

2.1 Peso ___ kg;

2.2 Altura ___ cm;

2.3 IMC: 1. () muito abaixo do peso ($\leq 22 \text{ kg/m}^2$) 2. () peso adequado (>22 e $<27 \text{ kg/m}^2$) 3. () sobrepeso ($\leq 27 \text{ kg/m}^2$).

3. DADOS CLÍNICOS

3.1 Doença de base: _____

3.2 Doença crônica não transmissível: () sim () não. Se sim qual?

4. HÁBITOS DE VIDA

4.1 Tabagista: () sim () não

4.2 Uso de ingestão de bebida alcoólica: () sim () não

5. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO AMBIENTE

5.1 Temperatura Climática: () 36° () 37° () 38° () 39° () 40°

5.2 Turno do teste: () manhã () tarde () noite

6. MEDIDAS DOS SENSORES DE PRESSÃO E DE TEMPERATURA DO
PROTÓTIPO _____

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título do estudo: Protótipo de almofada especial para medir a pressão e a temperatura em áreas de risco para desenvolver lesão por pressão

Pesquisador responsável: Mário Oliveira Lima.

Pesquisador participantes: Francisca Cecília Viana Rocha.

Instituição/coordenação: Hospital Getúlio Vargas

Telefones para contato: (86) 3221-4749

Local da coleta de dados: Hospital Getúlio Vargas.

Prezado participante:

Você está sendo convidado (a) a participar desta pesquisa de forma totalmente voluntária. Antes de concordar em participar, é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento, que é redigido em duas vias, ficando uma das vias em sua posse e a outra com os pesquisadores. E que também será assinado ao final e rubricado em todas as páginas por você, participante da pesquisa, caso deseje participar, bem como pelos pesquisadores. Os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas antes que você decida a participar. Você tem o direito de decidir não participar desta pesquisa sem nenhum prejuízo para sua pessoa, bem como tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade e sem perder os benefícios aos quais tem direito. Para melhor esclarecer, de acordo com a resolução 466/12, do CNS, o participante pesquisado (a), individual ou coletivamente, de caráter voluntário, é vedada qualquer forma de remuneração.

Justificativa: O despertar e interesse pela pesquisa se deu por inquietação na prescrição de cuidados de enfermagem, em que se coloca que a mudança de posição do paciente deve ser realizada de 2/2hs, tempo esse padrão para todos os pacientes com risco baixo, médio e elevado para desenvolver lesão de pele. Na busca da literatura para fundamentar esse tempo não foi encontrado nenhuma definição específica de quanto tempo leva para produzir lesão previsível. Entretanto o desenvolvimento de uma almofada capaz de medir a pressão (dos vasos) e a temperatura, poderá prevenir o surgimento de feridas no corpo e ao reconhecer o tempo de aparecimento de vermelhidão nos locais de maior pressão do corpo, haverá a possibilidade de orientar a equipe para fazer a mudança de posição no tempo correto, conforme a individualidade de cada pessoa. Deixaria de ser um cuidado com tempo fixo, para ser um cuidado com tempo estabelecido pelo equipamento.

Objetivo do estudo: Desenvolver e validar um protótipo de uma almofada especial com sensor para medir a pressão e a temperatura em áreas de risco para o desenvolvimento de Lesão por Pressão.

Procedimentos: Os dados serão coletados a partir da aplicação de dois questionários, um questionário estruturado com perguntas abertas e fechadas sobre o sexo, idade, peso, altura, avaliação do índice de massa corpórea para verificar se o peso está adequado, doença, vícios como o fumo e ingestão de bebidas alcoólicas, bem como as condições climáticas do ambiente e as medidas dos sensores de pressão e de temperatura da almofada, e o outro é um questionário com a aplicação de uma escala que avalia a percepção sensorial, umidade, atividade, mobilidade, nutrição, fricção e cisalhamento no participante de alto risco para o desenvolvimento de lesão por pressão. Você será colocado em um colchão de napa na posição de decúbito dorsal (posição com as costas no colchão), sem o uso de roupa para que não haja interferência no equipamento que possa prejudicar a leitura após a sua utilização, e para manter a integridade e a sua privacidade serão utilizados lençóis para cobrir as partes que não serão utilizadas, bem como o uso de cortinas e/ou biombos. O equipamento a ser colocado é uma almofada inteligente, confortável sem ocorrências de danos a você, e tem a finalidade de mensurar a pressão e a temperatura em três regiões do seu corpo (cabeça, costas parte inferior e calcâneo). Em cada região, a almofada ficará por duas horas e os parâmetros de temperatura e pressão serão coletados pelo sensor continuamente. Quando o tempo de duas horas terminar, a almofada será posicionada na próxima região e assim por diante.

Benefícios: O estudo trará benefícios diretos e indiretos. O benefício direto será a possibilidade de se desenvolver o protótipo de uma almofada especial com sensor para medir a pressão e a temperatura nas áreas de maior risco para o desenvolvimento de uma Lesão por Pressão que se caracteriza como objetivo principal do estudo. Os benefícios indiretos configuram-se como perspectiva para que se possa reconhecer o tempo para mudar a posição do paciente no leito e assim prevenir o dano causado na pele desse paciente, dentre eles figura a possibilidade de conhecimento da pressão e a temperatura nos locais de maior pressão do corpo. Outro benefício é a promoção da qualidade de vida de pacientes internados com a prevenção da Lesão por Pressão ao subsidiar estratégias de assistência de enfermagem com procedimentos adequados e adaptados a cada paciente. Ou seja, o serviço de saúde poderá refletir sobre a assistência prestada, visando aperfeiçoar as orientações para a prevenção da lesão durante a internação, assim como na alta hospitalar se houver necessidade da continuidade do cuidado no domicílio.

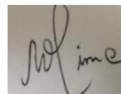

Riscos: A participação, nesta pesquisa, pode acarretar riscos de ordem pessoal podendo provocar incômodo e/ou constrangimento, na etapa de validação do protótipo, ao ser questionado com as perguntas do questionário. Para minimizar constrangimentos, as perguntas serão feitas de forma individual em locais afastados e/ou com a cortina do leito fechada ou com a ajuda de biombo evitando que quem estiver próximo possa ouvir suas respostas. O nome dos participantes ficará no anonimato e os questionários serão numerados com códigos numéricos, preservando assim a identidade dos participantes. Além disso, os pesquisadores garantem o direito de desistir da pesquisa em quaisquer momentos e sem nenhum prejuízo, além de garantir também o anonimato do participante e instituições envolvidas. Na ocorrência de constrangimento o participante receberá escuta ativa do pesquisador e será referenciado ao atendimento psicológico da instituição onde está sendo realizada a pesquisa. Serão garantidos o sigilo das informações fornecidas e a suspensão da pesquisa em caso de ocorrer qualquer dano, conforme Resolução Conselho Nacional de Saúde 466/2012. Você será acompanhado pelo pesquisador durante o tempo de realização da aferição das medidas nos locais estabelecidos. Em caso de necessidade terá toda a assistência necessária.

Em caso de dano comprovado decorrente da pesquisa, assegura-se o direito de indenização ao participante. Em adição, informa-se que não haverá quaisquer tipos de bônus ou ônus ao participante e, portanto, também não há ressarcimento. Este termo constará de duas vias, uma ficará com você participante e a outra com o pesquisador. Ressalta-se que o estudo tem a proposta de que com essa almofada possa se prevenir de forma eficiente a lesão de pele nos pacientes que requeiram a mudança de posição no tempo correto.

Sigilo: A sua privacidade é garantida pelo pesquisador responsável. As informações somente serão divulgadas preservando o anonimato dos participantes e serão mantidos na residência dos pesquisadores por um período de cinco anos sob a responsabilidade de Mário Oliveira Lima, após este período os dados serão destruídos.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica) do participante:

Teresina, 14 de abril de 2021

Mário Oliveira Lima	Francisca Cecília Viana Rocha
CPF: 86028367168 / RG: 33002553897648SSP-GOCPF: 28713699334 / RG: 374454 SSP-PI	CPF: 28713699334 / RG: 374454 SSP-PI
Pesquisador responsável	Pesquisador participante

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa da HGV na Av. Frei Serafim, 2352 – Centro, Teresina-PI; Tel: (86) 3221-4749 ou e-mail: cep@hgv.pi.gov.br

ANEXO A – ESCALA DE BRADEN

Data da coleta: ___/___/___

Código participante: _____

1. Percepção sensorial:

- Completamente limitada (1 ponto)
- Muito limitada (2 pontos)
- Levemente limitado (3 pontos)
- Nenhuma limitação (4 pontos)

2. Umidade:

- Constantemente úmida (1 ponto)
- Muito úmida (2 pontos)
- Ocasionalmente úmida (3 pontos)
- Raramente úmida (4 pontos)

3. Atividade:

- Acamado (1 ponto)
- Restrito a cadeira (2 pontos)
- Caminha ocasionalmente (3 pontos)
- Caminha frequentemente (4 pontos)

4. Mobilidade:

- Completamente imóvel (1 ponto)
- Movimento bastante limitado (2 pontos)
- Levemente limitado (3 pontos)
- Sem limitação (4 pontos)**

5. Nutrição:

- Muito pobre (1 ponto)
- Provavelmente inadequado (2 pontos)
- Adequado (3 pontos)
- Excelente (4 pontos)

6. Fricção e cisalhamento:

- Problema (1 ponto)
- Potencial problema (2 pontos)
- Nenhum problema aparente (3 pontos)

ANEXO B – REGISTRO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR NO INSTITUTO NACIONAL A PROPRIEDADE INDUSTRIAL



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512021000185-0**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 12/12/2020, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: Controle Pneumático Inteligente para Almofada Pressurizada com Sistema de Telemetria de Temperatura e Pressão Monitoradas

Data de publicação: 12/12/2020

Data de criação: 12/02/2020

Titular(es): MÁRIO OLIVEIRA LIMA; ALESSANDRO CORRÊA MENDES; FERNANDA PUPIO SILVA LIMA; FRANCISCA CECÍLIA VIANA ROCHA

Autor(es): MÁRIO OLIVEIRA LIMA; ALESSANDRO CORRÊA MENDES; FERNANDA PUPIO SILVA LIMA; FRANCISCA CECÍLIA VIANA ROCHA

Linguagem: C; C#

Campo de aplicação: EN-05; FQ-04; FQ-08; SD-06; SD-09

Tipo de programa: AP-03; AT-01; GI-02; IT-03

Algoritmo hash: SHA-224

Resumo digital hash: 8f53a9328802776a87d917f7683d876239863410b10bf9fd2e493f99

Expedido em: 17/02/2021

Aprovado por:
Carlos Alexandre Fernandes Silva
Chefe da DIPTO

ANEXO C – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

HOSPITAL GETÚLIO VARGAS



PARECER DO COLEGIADO

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: PROTÓTIPO DE ALMOFADA ESPECIAL PARA MEDIR A PRESSÃO E A TEMPERATURA EM ÁREAS DE RISCO PARA DESENVOLVER LESÃO POR

Pesquisador: FRANCISCA CECÍLIA VIANA ROCHA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 46366021.2.0000.5613

Instituição Proponente: PIAUI SECRETARIA DE SAUDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.357.871

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo experimental para desenvolvimento e validação de um protótipo para medir a pressão e a temperatura em áreas de risco para desenvolver lesão por pressão. A pesquisa será realizada em um hospital público de ensino em Teresina -Pi. A população do estudo refere -se a todos os pacientes internados ou em serviços de ambulatório do hospital. A amostra será por conveniência, composta por participantes recrutados no mês de junho e, como o protótipo tem o objetivo final de prevenir uma LPP, será testado em 1 (um) indivíduo saudável, ou seja, sem risco de desenvolver uma LPP e 1 (um) indivíduo com alto risco para o desenvolvimento de LPP. Será incluído 1 (um) indivíduo saudável que não apresente, de acordo com a escala de Braden, risco para o desenvolvimento de LPP; adulto com idade igual ou maior que 18 anos; ter peso aproximado ao do indivíduo com alto risco para o desenvolvimento de LPP. Será incluído 1 (um) indivíduo com alto risco para o desenvolvimento de LPP o qual esteja internado em uma UTI não COVID-19; adulto com idade igual ou maior que 18 anos; e ter peso aproximado ao do indivíduo saudável. Serão excluídos aqueles com internação em UTI não COVID-19 inferior a 5 dias; pacientes com instabilidade hemodinâmica, em uso de colchão de ar e com lesão por pressão. A coleta de dados será realizada no mês de junho no período da manhã. Para a coleta de dados serão utilizados: um questionário estruturado com perguntas abertas e fechadas sobre os dados sociodemográficos, dados antropométricos, dados clínicos, hábitos de vida, condições climáticas

Endereço: Av. Frei Serafim, Prédio Anexo (Setor Administrativo) - 3º Andar

Bairro: Centro

CEP: 64.001-020

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-3040

E-mail: cep@hgv.pi.gov.br

HOSPITAL GETÚLIO VARGAS



Continuação do Parecer: 5.357.871

da do ambiente e as medidas dos sensores de pressão e de temperatura do protótipo (APÊNDICE A); e a Escala de Braden, que será utilizada tanto para seleção dos participantes como para proporcionar dados sobre percepção sensorial, umidade, atividade, mobilidade, nutrição, fricção e cisalhamento no participante de alto risco para o desenvolvimento de LPP (participante 2). A pesquisa obedecerá a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. A presente investigação também obedecerá a Resolução nº 580, de 22 de março de 2018 do CNS a qual regulamenta regras relativas às especificidades éticas das pesquisas de proveito tático para o Sistema Único de Saúde. A etapa de validação do protótipo será realizado.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Primário:

Desenvolver e validar um protótipo de uma almofada especial com sensor para medir a pressão e a temperatura em áreas de risco para o desenvolvimento de Lesão por Pressão.

Objetivo Secundário:

Descrever o desenvolvimento do protótipo de uma almofada especial com sensor para medir a pressão e a temperatura;

Descrever a validação do protótipo;

Descrever dados sociodemográficos, antropométricos, clínicos e hábitos de vida dos participantes do estudo;

Identificar o risco de LPP dos pacientes participantes do estudo;

Identificar a pressão capilar e a temperatura dos participantes do estudo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Entende-se que toda pesquisa possa oferecer algum risco e nesta eles podem ser de ordem pessoal podendo provocar incômodo e/ou constrangimento ao participante (etapa de validação do protótipo) ao ser questionado com alguma perguntas. Para minimizar constrangimentos, as perguntas serão feitas de forma individual em locais afastados e/ou com a cortina do leito fechada ou com a ajuda de biombo evitando que quem estiver próximo possa ouvir suas respostas.

Os participantes da pesquisa serão informados que seu nome ficará no anonimato e os questionários serão numerados com códigos numéricos, preservando assim a identidade dos participantes. Além disso, os pesquisadores garantem o direito de desistir da pesquisa em quaisquer momentose sem nenhum prejuízo, além de garantir também o anonimato do

Endereço: Av. Frei Serafim, Prédio Anexo (Setor Administrativo) - 3º Andar

Bairro: Centro

CEP: 64.001-020

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-3040

E-mail: cep@hgv.pi.gov.br

HOSPITAL GETÚLIO VARGAS



Continuação do Parecer: 5.357.871

participante e instituições envolvidas. Na ocorrência de constrangimento o participante receberá escuta ativa do pesquisador e será referenciado ao atendimento psicológico da instituição onde está sendo realizada a pesquisa. Serão garantidos o sigilo das informações fornecidas e a suspensão da pesquisa em caso de ocorrer qualquer dano, conforme Resolução

Conselho Nacional de Saúde 466/2012. Em caso de dano comprovado decorrente da pesquisa, assegura-se o direito de indenização ao participante. Em adição, informa-se que não haverá quaisquer tipos de bônus ou ônus ao participante e, portanto, também não há ressarcimento.

Benefícios:

O estudo trará benefícios diretos e indiretos relacionados a novas evidências a respeito da pesquisa aplicada. O benefício direto será a possibilidade de se desenvolver o protótipo de uma almofada especial com sensor para medir a pressão capilar e a temperatura nas áreas de maior risco para o desenvolvimento de uma Lesão por Pressão que se caracteriza como objetivo principal do estudo. Os benefícios indiretos configuram-se como perspectiva para que se possa reconhecer o tempo para mudar a posição do paciente no leito e assim prevenir o dano causado na pele desse paciente, dentre eles figura a possibilidade de conhecimento da pressão capilar, temperatura e o tempo que leva para acontecer a hiperemia nos locais de maior pressão do corpo. Outro benefício é a promoção da qualidade de vida de pacientes internados com a prevenção da LPP ao subsidiar estratégias de assistência de enfermagem com procedimentos adequados e adaptados a cada paciente. Ou

seja, o serviço de saúde poderá refletir sobre a assistência prestada, visando aperfeiçoar as orientações para a prevenção da lesão durante a internação, assim como na alta hospitalar se houver necessidade da continuidade do cuidado no domicílio.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo viável e de grande relevância.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram apresentados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com a análise e conforme a Resolução do CNS/MS 466/12 e seus complementares, a EMENTA solicitada apresenta o parecer de aprovado, por se apresentar dentro das normas éticas vigentes.

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com a análise e conforme a Resolução do CNS/MS 466/12 e seus complementares, a

Endereço: Av. Frei Serafim, Prédio Anexo (Setor Administrativo) - 3º Andar
Bairro: Centro **CEP:** 64.001-020
UF: PI **Município:** TERESINA
Telefone: (86)3221-3040 **E-mail:** cep@hgv.pi.gov.br

HOSPITAL GETÚLIO VARGAS



Continuação do Parecer: 5.357.871

EMENTA solicitada apresenta o parecer de aprovado, por se apresentar dentro das normas éticas vigentes.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_193309 5 E1.pdf	18/04/2022 12:19:04		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	consentinst.pdf	26/04/2021 16:31:16	FRANCISCA CECÍLIA VIANA ROCHA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declarcomp.pdf	26/04/2021 16:30:02	FRANCISCA CECÍLIA VIANA ROCHA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle.pdf	26/04/2021 16:29:09	FRANCISCA CECÍLIA VIANA ROCHA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	26/04/2021 16:28:04	FRANCISCA CECÍLIA VIANA ROCHA	Aceito
Folha de Rosto	folharosto.pdf	26/04/2021 16:26:16	FRANCISCA CECÍLIA VIANA ROCHA	Aceito

Situação do

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

TERESINA, 19 de Abril de 2022

Assinado por:

Arquimedes Cavalcante Cardoso
(Coordenador(a))

Dr. Arquimedes Cavalcante Cardoso
MÉDICO
CRM-PI: 1798 / CPF: 227.800.683-53
COORD. COM. DE ÉTICA EM PESQ. HGV
CER. HGV-PI

Endereço:
Bairro: Cer
UF: PI
Telefone: (86)3221-3040

Arquimedes Cavalcante Cardoso
COORDENADOR DO CEP/HGV

E-mail: cep@hgv.pi.gov.br

ANEXO D – PESQUISA BIBLIOMÉTRICA

Análise da produção científica internacional sobre lesão por pressão e uso de colchões: estudo bibliométrico

Analysis of the international scientific production on pressure injury and use of mattresses: bibliometric study

Francisca Cecília Viana Rocha¹ • Mario Oliveira Lima² • Adriana Vasconcelos Gomes³
Fernanda Kaline Nogueira dos Santos⁴ • Lucas Pazollini Viana Rocha⁵

RESUMO

Este estudo objetiva mapear a produção científica internacional sobre lesões por pressão e colchões. Realizou-se um levantamento bibliométrico e cientométrico utilizando os termos de busca: "pressure ulcer*", "mattress*" e "beds" na base de dados *Web of Science/Clarivate Analytics*, entre os anos 1991 e 2017. Após filtros de refinamento, encontramos 310 registros de publicação em 139 periódicos distintos. Os principais resultados das análises foram a quantidade de artigos em evolução; os top *journals* da temática; autores com maior número de publicações; artigos publicados por áreas de estudos e os artigos mais citados. Os resultados das citações globais e locais foram analisados e discutidos como meio de difundir o conhecimento produzido acerca da evolução tecnológica sobre os colchões versus a relação pressão corporal e o surgimento das lesões por pressão.

Palavras-chave: Lesão por Pressão; Prevenção & controle; Enfermagem; Leitos; Bibliometria.

ABSTRACT

This study aims to map international scientific production on pressure ulcers and mattresses. A bibliometric and scientometric survey was performed using the search terms "pressure ulcer*", "mattress*" and "beds" in the *Web of Science / Clarivate Analytics* database between 1991 and 2017. After refinement filters, we found 310 publication records in 139 different journals. The main results of the analyzes were the number of articles in evolution; top journals of thematic; authors with more publications; articles published by areas of study and the most cited articles. The results of the global and local citations were analyzed and discussed as a means of disseminating the knowledge produced about the technological evolution on mattresses versus the relationship between body pressure and the appearance of pressure ulcers.

Keywords: Pressure Ulcers; Prevention & control; Nursing; Beds; Bibliometrics.

NOTA

¹Enfermeira, Doutoranda em Engenharia Biomédica pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), Enfermeira do Hospital Getúlio Vargas, Docente do Centro Universitário UNINOVAFAP, Teresina (PI), Brasil.

²Fisioterapeuta, Doutor em Engenharia Biomédica, Docente na Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), São José dos Campos (SP), Brasil.

³Enfermeira, Mestranda em Saúde da Família, Universidade Federal do Ceará, Sobral (CE), Brasil.

⁴Enfermeira, MBA em Gestão e Auditoria em Sistemas de Saúde, Unidades Integradas de Pós-graduação, Teresina (PI), Brasil.

⁵Médico Cirurgião Geral, Residente de Cirurgia Pediátrica, Hospital Infantil Albert Sabin, Fortaleza (CE), Brasil.



ANEXO E – REVISÃO INTEGRATIVA

Research, Society and Development, v. 11, n. 6, e23811628985, 2022
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i6.28985>

Monitoramento da pressão interface e da temperatura para a prevenção de lesão por pressão: revisão integrativa

Interface pressure and temperature monitoring for pressure injury prevention: integrative review

Monitoreo de presión y temperatura de interfaz para la prevención de lesiones por presión:
revisión integradora

Recebido: 08/04/2022 | Revisado: 16/04/2022 | Aceito: 22/04/2022 | Publicado: 26/04/2022

Francisca Cecília Viana Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0837-6032>
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: fceciliavr@hotmail.com

Alessandro Corrêa Mendes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2079-324X>
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: alcomen@univap.br

Fernanda Pupio Silva Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9834-7800>
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: fpupio@univap.br

Marco Antonio Ramirez Ramos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9667-5533>
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: marco.antonio@univap.br

Maria Zélia de Araújo Madeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2877-2806>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: zeliamadeira15@yahoo.com.br

Mário Oliveira Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9990-5296>
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: mol@univap.br

Resumo

Introdução: A lesão por pressão configura-se como resultado da pressão exercida pelo corpo sobre a superfície em que o indivíduo se encontra e tem grande impacto na qualidade de vida por promover dor e interferir na realização das funções motoras do paciente. **Objetivo:** Realizar uma revisão integrativa sobre o monitoramento contínuo da pressão de interface e da temperatura na prevenção de lesão por pressão. **Métodos:** A revisão foi realizada no mês de março de 2022 em quatro bases de dados: LILACS, BDNF, MEDLINE, CINAHL e SCOPUS. Foram utilizados os seguintes descritores: interface pressure, temperature, pressure ulcer e monitoring. **Resultados:** Utilizou-se nove artigos, sendo que a maioria foi publicada nos anos de 2019 e 2021, em vários países, com participantes saudáveis, pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva com alto risco de desenvolver lesão por pressão e pacientes com lesão por pressão. Quanto ao monitoramento, além da pressão de interface e da temperatura, destacam-se a umidade e a saturação de oxigênio, em intervalos de tempo de 30 minutos a 2 meses. Os dispositivos utilizados eram sensores aderidos diretamente na pele, fibras, almofadas, tapete, capa de colchão ou colchões. O monitoramento contínuo na prevenção de lesão por pressão é recente e isso pode ser justificado pela data de publicação dos artigos e pelo delineamento dos estudos. **Conclusão:** Os estudos são promissores, mas não podem deixar de serem complementares aos atuais protocolos de prevenção de lesão por pressão, pois o desenvolvimento dessa lesão é multifatorial e outros parâmetros deve ser analisado em conjunto.

Descritores: Lesão por pressão; Pressão; Temperatura; Monitoramento.

Abstract

Introduction: Pressure injury is a result of the pressure exerted by the body on the surface where the individual is and has a great impact on the quality of life by promoting pain and interfering with the performance of the patient's motor functions. **Objective:** To carry out an integrative review on continuous monitoring of interface pressure and temperature in pressure injury prevention. **Methods:** The review was carried out in March 2022 in four databases: LILACS, BDNF, MEDLINE, CINAHL and SCOPUS. The following descriptors were used: interface pressure, temperature, pressure ulcer and monitoring. **Results:** Nine articles were used, most of which were published in the