

**PROTÓTIPO DE ALMOFADA PARA PREVENÇÃO DE LESÃO POR PRESSÃO****CUSHION PROTOTYPE FOR PRESSURE INJURY PREVENTION****PROTOTIPO DE COJÍN PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES POR PRESIÓN**<sup>1</sup>Francisca Cecília Viana Rocha<sup>2</sup>Fernanda Pupio Silva Lima<sup>3</sup>Alessandro Corrêa Mendes<sup>4</sup>Mário Oliveira Lima

<sup>1</sup>Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0837-6032>

<sup>2</sup>Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9834-7800>

<sup>3</sup>Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2079-324X>

<sup>4</sup>Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9990-5296>

**Autor correspondente****Francisca Cecília Viana Rocha**

Av. Shishima Hifumi, 2911 - Urbanova, São José dos Campos - SP, Brasil. 12244-390. Telefone: +55 (86) 9 8103-5468 - E-mail: fceciav@hotmai.com

**Submissão:** 08-07-2024**Aprovado:** 27-11-2024**RESUMO**

**Introdução:** A Lesão por Pressão é considerada um evento adverso de ocorrência mais frequente em pacientes hospitalizados em todo o mundo, com prevalência global de 12,8%. **Objetivo:** Descrever o desenvolvimento e a validação clínica de um protótipo de almofada com sensores para aferir a pressão de interface e temperatura em áreas de risco para o desenvolvimento de lesão por pressão. **Método:** Trata-se de um estudo experimental dividido em três etapas: desenvolvimento do programa, criação e validação clínica do protótipo. O programa utilizado foi o Arduino e a validação clínica foi realizada em 2 participantes. **Resultados:** O desenvolvimento e a criação ocorreram em um laboratório de engenharia de uma instituição de ensino superior privada. A validação clínica foi realizada em um hospital público no nordeste do Brasil. Antes de testar o protótipo, foi realizada calibragem do equipamento. No participante saudável, a pressão de interface máxima foi registrada na região occipital, porém a média de pressão de interface foi maior na região sacral. A temperatura corporal média de maior valor foi identificada na região sacral, sendo 34,92°C. No participante internado a pressão de interface máxima foi registrada na região do calcâneo esquerdo. A temperatura corporal média de ambos teve o valor máximo detectado na região sacral, sendo 35,31°C. **Conclusão:** O protótipo forneceu medidas objetivas que podem atuar como substitutos para orientar o alívio da pressão, promover circulação de ar reduzindo a temperatura e, assim, prevenir Lesão por Pressão de forma individualizada a cada paciente.

**Palavras-chave:** Lesão por pressão; Pressão; Temperatura; Monitoramento; Enfermagem.

**ABSTRACT**

**Introduction:** Pressure Injury is considered an adverse event that occurs most frequently in hospitalized patients worldwide, with a global prevalence of 12.8%. **Objective:** To describe the development and clinical validation of a prototype cushion with sensors to measure interface pressure and temperature in areas at risk for the development of pressure injuries. **Method:** This is an experimental study divided into three stages: program development, creation and clinical validation of the prototype. The program used was Arduino and clinical validation was carried out on 2 participants. **Results:** The development and creation took place in an engineering laboratory at a private higher education institution. Clinical validation was carried out in a public hospital in northeastern Brazil. Before testing the prototype, the equipment was calibrated. In the healthy participant, the maximum interface pressure was recorded in the occipital region, however, the average interface pressure was higher in the sacral region. The highest average body temperature was identified in the sacral region, being 34.92°C. In the hospitalized participant, the maximum interface pressure was recorded in the left calcaneal region. The average body temperature of both had the maximum value detected in the sacral region, being 35.31°C. **Conclusion:** The prototype provided objective measures that can act as substitutes to guide pressure relief, promote air circulation by reducing temperature and, thus, prevent Pressure Injury individually for each patient.

**Keywords:** Pressure Ulcer; Pressure; Temperature; Monitoring; Nursing.

**RESUMEN**

**Introducción:** La Lesión por Presión se considera un evento adverso que ocurre con mayor frecuencia en pacientes hospitalizados a nivel mundial, con una prevalencia global del 12,8%. **Objetivo:** Describir el desarrollo y validación clínica de un prototipo de cojín con sensores para medir la presión y temperatura de interfaz en áreas de riesgo para el desarrollo de lesiones por presión. **Método:** Se trata de un estudio experimental dividido en tres etapas: desarrollo del programa, creación y validación clínica del prototipo. El programa utilizado fue Arduino y la validación clínica se realizó con 2 participantes. **Resultados:** El desarrollo y creación se llevó a cabo en un laboratorio de ingeniería de una institución de educación superior privada. La validación clínica se realizó en un hospital público del noreste de Brasil. Antes de probar el prototipo, se calibró el equipo. En el participante sano, la presión de interfaz máxima se registró en la región occipital, sin embargo, la presión de interfaz promedio fue mayor en la región sacra. La temperatura corporal promedio más alta se identificó en la región sacra, siendo de 34,92°C. En el participante hospitalizado, la presión máxima de interfaz se registró en la región del calcáneo izquierdo. La temperatura corporal promedio de ambos tuvo el valor máximo detectado en la región sacra, siendo de 35,31°C. **Conclusión:** El prototipo proporcionó medidas objetivas que pueden actuar como sustitutos para guiar el alivio de la presión, promover la circulación del aire reduciendo la temperatura y, así, prevenir la lesión por presión de forma individual para cada paciente.

**Palabras clave:** Lesión por Presión; Presión; Temperatura; Supervisión; Enfermería.



## INTRODUÇÃO

Lesão por Pressão (LP) é um dano localizado à pele e aos tecidos moles subjacentes, resultado de uma pressão sustentada aliada a forças de cisalhamento e fricção<sup>(1)</sup>. A pressão externa de mais de 32 mmHg promove a oclusão dos vasos sanguíneos que, por consequência, deixa de suprir os tecidos subjacentes e circundantes. Caso a pressão continue por um longo período, ocorrerá morte celular, resultando em necrose dos tecidos moles e ulceração eventual<sup>(2)</sup>.

A LP é considerada um evento adverso de ocorrência mais frequente em pacientes hospitalizados em todo o mundo, com prevalência global de 12,8%<sup>(3)</sup>. No Brasil, um estudo multicêntrico detectou uma taxa de incidência de quase 6%<sup>(4)</sup>. Em pacientes de Unidade de Terapia Intensiva (UTI) a incidência é ainda maior.

A prevenção da LP pode ser realizada com a identificação de pacientes em risco (uso de escalas), educação de profissionais e pacientes, uso de superfícies de apoio para distribuição da carga do paciente e mudança de decúbito a cada duas horas, exceto em situações que haja contraindicações<sup>(5-7)</sup>. É importante destacar que não existe concordância na literatura sobre o tempo para desenvolver a LP, contudo existem dimerizes que orientam o tempo para a mudança de decúbito a cada 2 horas<sup>(8)</sup>.

Como não há consenso na literatura e, considerando a sua natureza multifatorial, a

literatura está apostando em tecnologias de mapeamento de parâmetros, como pressão e temperatura, em tempo real, para direcionar melhor o tempo de reposicionamento do paciente no leito<sup>(9-10)</sup>.

Este estudo objetiva descrever o desenvolvimento e a validação clínica de um protótipo de almofada com sensores para aferir a pressão de interface e temperatura em áreas de risco para o desenvolvimento de lesão por pressão. É importante destacar que são avaliações preliminares para verificar a funcionalidade do dispositivo e que, futuramente, novos estudos com um maior número de participantes será realizado.

## MÉTODO

### *Delineamento do estudo*

Trata-se de um estudo experimental, realizado em três etapas: desenvolvimento, criação e validação do protótipo. O desenvolvimento e a criação ocorreram em um laboratório de engenharia de uma instituição de ensino superior privada. A validação clínica foi realizada em um hospital público e de ensino localizado na cidade de Teresina – PI.

O desenvolvimento do protótipo ocorreu por meio da construção de um microprocessador, ou seja, programa Arduino que coleta e registra as informações no computador e a criação consistiu na elaboração do circuito eletrônico e equipamentos físicos utilizados para o seu



funcionamento. Para a criação do protótipo, foram utilizados os seguintes equipamentos:

**Quadro 1** - Equipamentos físicos utilizados para a criação do protótipo e suas respectivas características.

Teresina, PI, Brasil, 2022.

<b>Equipamento</b>	<b>Características</b>
Sensor de Temperatura DS18B20	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tensão de operação: -0.5V to +6.0V;</li> <li>✓ Erro de medição: <math>\pm 0.5</math> °C;</li> <li>✓ Encapsulamento blindado a resistente a líquidos;</li> <li>✓ Comunicação digital por um único fio 1-Wire®</li> </ul>
Sensor de Pressão MPX5700AP	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Leitura de pressão na faixa: 0 a 101.5 psi;</li> <li>✓ Tensão de operação: 4.75 a 5.25 V;</li> <li>✓ Erro de medição: 2.5%.</li> </ul>
Microprocessador ESP32	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Interface Bluetooth e WiFi integradas;</li> </ul>
Driver	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alimentação 12V – Alimentação do Relé;</li> <li>✓ Arduíno Saída Digital – Sinal de controle de baixa intensidade enviado do Microcontrolador;</li> <li>✓ NA, C, NF – Contatos elétricos do Relé, onde NA é Normalmente Aberto, C é Comum e NF é Normalmente Fechado;</li> <li>✓ Arduíno Terra – Referência 0V do circuito.</li> </ul>
Compressor de Ar Multilaser 250 PSI	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Possui tamanho reduzido, proporcionando seu uso em projetos portáteis;</li> <li>✓ Sua alimentação é de 12V, possibilitando seu uso com baterias.</li> </ul>
Alimentação	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bateria de 12V.</li> </ul>
Almofada inflável Bestway	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Composição: Policloreto de Vinila;</li> <li>✓ Peso de 110 g com medidas de 42 x 26 x 10 quando inflado e 48 x 30 x 0,45 quando desinflado.</li> </ul>

Para a validação, o protótipo foi testado quanto ao manuseio e à funcionalidade para detectar eventuais problemas antes de ser validado nos participantes selecionados. Participaram do estudo 1 (um) indivíduo saudável, ou seja, sem risco de desenvolver LP (Participante 1) e 1 (um) indivíduo com alto risco para o desenvolvimento de LP (Participante 2).

Em relação aos critérios de elegibilidade, considerou-se para a seleção do indivíduo

saudável: não apresentar, de acordo com a escala de Braden, risco para o desenvolvimento de LP; adulto com idade igual ou maior que 18 anos; ter peso aproximado ao do indivíduo com alto risco para o desenvolvimento de LP. Para a seleção do participante com risco de desenvolvimento de LP, considerou-se: internação em uma UTI não COVID-19; adulto com idade igual ou maior que 18 anos; e ter peso aproximado ao do indivíduo saudável. Foram 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 escolha por participantes adultos e com peso aproximado é referente a dois principais fatores intrínsecos para o desenvolvimento de LP, a idade e o peso corporal<sup>(13)</sup>.

Para a coleta de dados foram utilizados: um questionário sobre os dados sociodemográficos, dados antropométricos, dados clínicos, hábitos de vida, condições climáticas do ambiente e as medidas dos sensores de pressão e de temperatura do protótipo; a Escala de Braden; e o dispositivo com sensores de pressão e temperatura. A coleta de dados foi realizada no mês de fevereiro de 2022, no período da manhã e da tarde.

### ***Protocolo de utilização do protótipo***

O protocolo de utilização do protótipo seguiu, sistematicamente, os seguintes estágios em cada um dos participantes:

- Parte 1: Desinfecção do protótipo;
- Parte 2: Preparo do ambiente e participante na cama;
- Parte 3: Posicionamento do protótipo nas regiões pré-estabelecidas;

Parte 1: Utilizou-se algodão embebido em álcool a 70% e utilizado movimentos únicos e unidirecionais. Esperar até a total evaporação do produto.

Parte 2: Foram utilizados lençóis, cortinas e/ou biombos, para preservar a integridade. O participante foi colocado na em decúbito dorsal, sem o uso de roupa para que não houvesse interferência no equipamento e orientado quanto ao uso do protótipo e a finalidade do estudo.

Parte 3: Posicionamento do protótipo nas regiões occipital, sacral e calcânea, respectivamente, por serem pontos de pressão conhecidos na literatura<sup>(7)</sup>. Os participantes foram posicionados em decúbito dorsal e o protótipo foi posicionado em cada região a ser avaliada, de forma que cada região estivesse em contato direto com os sensores do protótipo. Em cada região, o protótipo ficou por duas horas, sendo avaliado continuamente os valores de pressão e temperatura captados pelos sensores e processados no computador da pesquisadora.

### ***Análise dos dados***

A leitura da pressão de interface e da temperatura foi realizada pelo programa Arduino e transferido para o computador da pesquisadora. A análise dos dados foi descritiva por meio de frequências absolutas e relativas e os resultados foram apresentados em tabelas e gráficos.

### ***Aspectos éticos e legais***

A pesquisa obedeceu à Resolução 466/2012 e a Resolução nº 580/2018<sup>(11-12)</sup>. A etapa de validação do protótipo foi realizada somente após aprovação no Comitê de Ética em



Pesquisa com Seres Humanos do hospital de referência no mês maio de 2021 sob o parecer nº 4.720.363 e CAAE: 463660021.2.0000.5613.

## RESULTADOS

### *Calibração*

Antes de utilizar o protótipo nos participantes, foi realizada uma calibragem, este foi conectado ao computador, em seguida o programa Arduino foi iniciado. Dentro do Arduino, clicou-se na lupa para fazer a leitura dos sensores de pressão e temperatura e depois clicou-se no número 1 para ativar o compressor de ar que inflou a almofada.

**Figura 1** - Protótipo conectado ao computador



Legenda: a – Computador com o programa Arduino; b – Compressor de ar; c – Sensores de temperatura; d – Almofada; e – Mangueiras

**Fonte:** Autor.

Para confirmar o volume ideal de ar na almofada foi utilizada uma verificação tátil de forma que a almofada não ficasse muito cheia ao ponto de interferir na leitura, nem muito vazia ao ponto de encostar um dedo no outro ao apertar a almofada, de forma que fosse possível inserir os leitores de temperatura de forma adequada.

A testagem inicial ocorreu na região do calcâneo esquerdo de um voluntário e, posteriormente, a leitura pelo Arduino foi realizada. Para melhorar o contato do sensor de temperatura com a pele do participante foi utilizado um micropore. O próximo passo foi encerrar a calibragem e iniciar a aplicação nos

participantes selecionados para a validação do estudo.

### *Caracterização da amostra*

#### *Participante 1*

O participante 1, sexo masculino, 33 anos, 74 kg, 1,70 m e 25,31 IMC. Não era tabagista e nem elitista. Com relação aos dados clínicos, negou doença crônica não transmissível. 23 pontos na escala de Braden, ou seja, sem risco de LP. O experimento foi realizado em uma sala com leito hospitalar, no turno da tarde, em três dias consecutivos, com a

temperatura ambiente de 22,50 °C. Para essa medição foi utilizado um termo-higrômetro digital. O início foi às 13h20 e terminou às 15h20.

### *Participante 2*

O participante 2, sexo masculino, tinha 55 anos, 75 kg, 1,74 m e 25,31 IMC. Não era tabagista e nem elitista. No tocante aos dados clínicos, o paciente estava internado na UTI no 5º pós-operatório de ressecção de tumor cerebral, em ventilação mecânica e estável. Não tinha doença crônica não transmissível. 11 pontos na escala de Braden, ou seja, com alto risco para LP. É importante destacar que mesmo com o risco alto, o paciente não apresentava nenhuma LP.

Como o participante estava inconsciente e não poderia colaborar no posicionamento da almofada, algumas alterações foram necessárias, a almofada foi esvaziada e posicionada nas regiões occipital e sacral, pois além de facilitar o posicionamento, reduzia muito a manipulação do participante. Depois de posicionada, a almofada foi enchida novamente. Todo o passo a passo do experimento foi explicado ao acompanhante e informado ao paciente durante o experimento. Como o paciente estava monitorizado, obteve-se uma maior facilidade em avaliar os sinais vitais durante todo o experimento e não houve intercorrências.

Os sinais vitais no início do experimento estavam estáveis: frequência cardíaca de 82 bpm,

saturação de oxigênio de 95%, frequência respiratória de 15 rpm, pressão arterial de 100/70 mmHg e temperatura corporal (TC) de 36°C. A temperatura ambiente (TA) era de 25°C. Não houve nenhuma alteração dos sinais vitais nas últimas 24 horas. 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, matutino após as 11hs e vespertino após as 13hs, pois os testes eram realizados entre um procedimento e outro, mais especificamente, após 20 minutos da última manipulação para oferecer conforto ao participante.

### *Avaliação dos dados de pressão de interface e temperatura*

Observa-se uma 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 (595,31 psi), seguida da região occipital (533,72 psi) e sacral (513,20 psi) do participante 1. Com relação à pressão mínima, a menor foi registrada na região occipital do participante 2 (314,76 psi), seguida da região do calcâneo E (328,45 psi) do participante 1 e a mesma região no participante 2 (355,82 psi).

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 a região sacral.

**Tabela 1** - Comparação entre os valores de pressão máxima, mínima e média entre os participantes 1 e 2, por região avaliada. Teresina, PI, Brasil, 2022.

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: Part. – Participante; D – Direito; E – Esquerdo.

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 influenciada TA que era 22,5°C. As médias de TC são maiores no participante 2 em todas as regiões. A temperatura e a pressão estão diretamente proporcionais nos dois participantes.

**Tabela 2** - Comparação entre os valores de temperatura corporal máxima, mínima e média entre os participantes 1 e 2, por região avaliada. Teresina, PI, Brasil, 2022.

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: Part. – Participante; D – Direito; E – Esquerdo.

Fonte: Autor.

## DISCUSSÃO

A elaboração de protótipo consistiu no desenvolvimento de um microprocessador, um circuito eletrônico que recebia os dados e os processava. Acerca do uso do monitoramento contínuo para a prevenção de LP, uma revisão destaca que essa temática é recente e justifica a afirmação pela data de publicação dos artigos, pelo delineamento utilizado e pela variação de

países em que esses artigos foram desenvolvidos<sup>(14)</sup>.

Depois que o programa foi criado e patentado, seguiu-se para a criação do protótipo. Estudos semelhantes utilizaram tanto sensores com fios, como sem fios<sup>(15-16)</sup>. Os dois sensores alcançam o seu propósito, mas os sem fios são mais cômodos.

Com relação ao local onde os sensores são acoplados, a literatura destaca o próprio



colchão do paciente, a capa de colchão e almofadas<sup>(17-18,15)</sup>. 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<sup>(14)</sup>.

A última fase do estudo corresponde a validação do protótipo. Essa etapa foi iniciada com a calibração do equipamento que identificou a necessidade de uma verificação tátil para confirmar o volume da almofada após ser insuflada. A calibragem 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 medição da pressão e na adaptação do tamanho dos sensores acoplados à pele do paciente<sup>(19,16)</sup>. As intercorrências identificadas na calibração foram corrigidas e outras tiveram o desempenho melhorado<sup>(15)</sup>.

Após a calibração, realizou-se o primeiro teste com um participante saudável, sem 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 e pacientes em UTI, com seus respectivos controles saudáveis<sup>(19,17)</sup>.

No primeiro teste, a pressão de interface máxima, a de maior valor, foi registrada na região occipital (533,72 psi), porém a média de pressão de interface foi maior na região sacral

(439,17 psi). No tocante a TC, o valor máximo foi detectado na região sacral (35,5°C), a mínima na região occipital (23°C) e a média de TC de maior valor foi identificada na região sacral (34,92°C). Estudo realizado na Coreia do Sul observou que os valores máximos de pressão de interface foram registrados no calcanhar direito e as temperaturas estavam na faixa de 22,9-34°C<sup>(16)</sup>.

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<sup>(15)</sup>. Então, mesmo que o participante 1 tenha apresentado uma pressão máxima na região occipital, ela não foi sustentada como ocorreu na região sacral. 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, com paciente na UTI, a pressão de interface máxima, a de maior valor, foi registrada na região do calcâneo E (595,31 psi). Quanto a pressão de interface média, o maior valor também foi encontrado na região sacral do participante 2 e com um valor um pouco maior (443,37 psi). A respeito da TC média, o valor máximo, também, foi detectado na região sacral (35,31°C). Estudo com adultos em uma UTI utilizou um sistema de mapeamento



de pressão nas primeiras 24 horas após a admissão e observou que a região com maior pressão de contato foi a occipital ( $44,7 \pm 19,6$  mmHg) e a sacral ( $44,7 \pm 10,7$  mmHg)<sup>(17)</sup>.

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<sup>(17)</sup>. No presente estudo, não transformamos a pressão de psi em mmHg, pois os valores são muito altos e de difícil comparação. Adiciona-se que os pacientes com alto risco de LP apresentam maiores pressões em regiões estratégicas no próprio decúbito adotado na UTI que, na maioria das vezes, é o decúbito dorsal.

Comparando os dois participantes, evidencia-se que a pressão e a temperatura estão diretamente proporcionais nos dois participantes, quando uma aumenta, a outra também aumenta. Corroborando esses achados, um estudo experimental evidenciou que um pequeno aumento ( $1^{\circ}\text{C}$ ) na temperatura da pele contribui de 12 a 15 vezes mais para a hiperemia reativa, ou seja, indicador de isquemia tecidual. Além disso, os efeitos da temperatura da pele mais alta são mais pronunciados em pressões de interface mais altas<sup>(20)</sup>.

Em resumo, verificou-se que mesmo com uma pressão elevada 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 é preciso avaliar cada

caso para assim verificar o momento certo da mudança de posição no leito, bem como a clínica e outros fatores intrínsecos. Entretanto, o monitoramento da pressão de interface é uma estratégia eficiente por mostrar que quanto maior o tempo de permanência na mesma posição maior é a pressão e maior probabilidade de ocorrer a lesão.

### Limitações

A respeito do delineamento do estudo, não foi possível avaliar uma quantidade maior de participantes por um tempo maior para obtenção de mais dados, entretanto este estudo atingiu o objetivo que foi descrever a desenvolvimento, a criação e a validação clínica do protótipo, ou seja, de verificar se o dispositivo faria a leitura dos parâmetros de forma precisa.

Percebe-se que o protótipo traz resultados positivos, porém é uma tecnologia que ainda necessita de melhorias com relação ao conforto do paciente e sistemas de visualização de valores e alarmes para sinalizar à equipe a necessidade de intervenção. Ressalta-se que o protótipo será testado futuramente com um maior número de pacientes.

### CONCLUSÃO

O protótipo de almofada teve o potencial de fornecer medidas objetivas que podem atuar como substitutos para orientar o alívio da pressão em determinadas áreas, bem como



promover circulação de ar para a redução da temperatura em locais específicos e, assim, prevenir LP de forma individualizada a cada paciente. Outros testes ainda serão realizados, mas foi possível verificar a funcionalidade do protótipo.

## REFERÊNCIAS

- Mondragon N, Zito PM. Pressure Injury. [Updated 2024 Jul 07]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32491791/>
- Zaidi SRH, Sharma S. Decubitus Ulcer. [Updated 2024 Jan 3]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553107/>
- Li, Z, Lin F, Thalib L, Chaboyer W. Global prevalence and incidence of pressure injuries in hospitalised adult patients: a systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud.* 2020; 105(1):103546. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103546>
- Serpa LF, Ortiz MM, Lima AC, Bueno L, Nogueira PC, Ferri C, Santos VLGC. Incidence of hospital-acquired pressure injury: A cohort study of adults admitted to public and private hospitals in Sao Paulo, Brazil. *Wound Repair Regen.* 2021; 29(1):79-86. <https://doi.org/10.1111/wrr.12868>
- Al About AM, Manna B. Wound Pressure Injury Management. [Updated 2021 Feb 20]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532897/?report=classic>
- Singh C, Shoqirat N, Thorpe L, Villaneuva S. Sustainable pressure injury prevention. *BMJ* Open Qual. 2023;12(2):e002248. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-002248>
- Lien RY, Wang CY, Hung SH, Lu SF, Yang WJ, Chin SI, Chiang DH, Lin HC, Cheng CG, Cheng CA. Reduction in the Incidence Density of Pressure Injuries in Intensive Care Units after Advance Preventive Protocols. *Healthcare (Basel).* 2023;11(15):2116. <https://doi.org/10.3390/healthcare11152116>
- Gillespie BM, Chaboyer WP, McInnes E, Kent B, Whitty JA, Thalib L. Repositioning for pressure injury prevention in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020; 1(6):1-22. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009958.pub3>
- Gunningberg L, Sedin IM, Andersson S, Pingel R. Pressure mapping to prevent pressure ulcers in a hospital setting: A pragmatic randomised controlled trial. *Int J Nurs Stud.* 2017; 72(1):53-59. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.04.007>
- Hultin L, Olsson E, Carli C, Gunningberg L. Pressure Mapping in Elderly Care: A Tool to Increase Pressure Injury Knowledge and Awareness Among Staff. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2017; 44(2):142-147. <https://doi.org/10.1097/WON.0000000000000301>
- Brasil. Ministério da Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde; 2012. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466\\_12\\_12\\_2012.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html). Acesso em: 02 jan. 2020.
- Brasil. Ministério da Saúde. Resolução nº 580, de 22 de março de 2018. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde; 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](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.
- Oliveira KF, Nascimento KG, Nicolussi AC, Chavaglia SRR, de Araújo CA, Barbosa MH.



Support surfaces in the prevention of pressure ulcers in surgical patients: An integrative review. *Int J Nurs Pract.* 2017; 23(1):1-10. <http://dx.doi.org/10.1111/ijn.12553>

14. Rocha FCV, Mendes AC, Lima FPS, Ramos MAR, Madeira MZA, Lima MO. Monitoramento da pressão interface e da temperatura para a prevenção de lesão por pressão: revisão integrativa. *Research, Society and Development.* 2022; 11(1):1-10. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.28985>

15. Saleh ZS, Al-Neami AQ, Raad HK. Smart Monitoring Pad for Prediction of Pressure Ulcers with an Automatically Activated Integrated Electro-Therapy System. *Designs. Projetos* 2021; 5(3):47-57. <https://doi.org/10.3390/designs5030047>

16. Oh YS, Kim JH, Xie Z, Cho S, Han H, Jeon SW, 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.* 2021; 5008:1-15. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25324-w>

17. Lucchini A, Bambi S, Elli S, Tuccio S, La Marca MA, Meduri D, Minotti D, Vimercati S, Gariboldi R, Iozzo P. Continuous bedside pressure mapping in a general intensive care unit: a prospective observational study. *Assist Infirm Ric.* 2020; 39(1):5-12. <https://doi.org/10.1702/3371.33471>

18. Caggiari S, Worsley PR, Bader DL. A sensitivity analysis to evaluate the performance of temporal pressure - related parameters in detecting changes in supine postures. *Med Eng Phys* 2019; 69:33-42. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2019.06.003>

19. Tavares C, Real D, Domingues MF, Alberto N, Silva H, Antunes P. Sensor Cell Network for Pressure, Temperature and Position Detection on Wheelchair Users. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022; 19(4):2195. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042195>

20. Lachenbruch C, Tzen YT, Brienza DM, Karg PE, Lachenbruch PA. The relative contributions of interface pressure, shear stress, and temperature on tissue ischemia: a cross-sectional pilot study. *Ostomy Wound Manage.* 2013; 59(3):25-34. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23475449/>

**Fomento:** A pesquisa não recebeu financiamento.

**Agradecimento:** Não se aplica.

#### **Crítérios de autoria (contribuições dos autores)**

FCVR e MOL: contribui substancialmente na concepção e/ou no planejamento do estudo; na obtenção, na análise e/ou interpretação dos dados; assim como na redação e/ou revisão crítica e aprovação final da versão publicada. FPSL e ACM: na obtenção, na análise e/ou interpretação dos dados; assim como na redação e/ou revisão crítica e aprovação final da versão publicada.

#### **Declaração de conflito de interesses**

“Nada a declarar”.

**Editor Científico:** Francisco Mayron Moraes Soares. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7316-2519>

