



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - CCS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA EM SAÚDE - PPGINFOS

Jamil Yahuza Felipe

Sistema para prevenção de lesão por pressão em pacientes acamados e sem mobilidade baseado na Internet das coisas da saúde

Florianópolis
2020

Jamil Yahuza Felipe

Sistema para prevenção de lesão por pressão em pacientes acamados e sem mobilidade baseado na Internet das coisas da saúde

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Informática em Saúde - PPGInfoS da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Informática em Saúde.
Orientadora: Prof^ª. Sayonara de Fátima Faria Barbosa, Dra.

Florianópolis
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Felippe, Jamil Yahuza

Sistema para prevenção de lesão por pressão em pacientes acamados e sem mobilidade baseado na Internet das Coisas da Saúde / Jamil Yahuza Felippe ; orientador, Sayonara de Fátima Faria Barbosa, coorientador, Jefferson Luiz Brum Marques, 2021.

102 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Informática em Saúde, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Informática em Saúde. 2. Informática em Saúde. 3. IoT - Internet of Things. 4. Pressure Injury. 5. Dispositivo para Monitorar Lesão por Pressão. I. Faria Barbosa, Sayonara de Fátima . II. Brum Marques, Jefferson Luiz . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Informática em Saúde. IV. Título.

Jamil Yahuza Felipe

Sistema para prevenção de lesão por pressão em pacientes acamados e sem mobilidade baseado na Internet das coisas da saúde

O presente trabalho em nível de Mestrado Profissional foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Fernanda Paese, Dr(a).
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof.(a) Jefferson Luiz Brum Marques, Dr(a).
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof.(a) Grace Teresinha Marcon Dal Sasso, Dr(a).
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Informática em Saúde.

Prof^ª. Grace Teresinha Marcon Dal Sasso,
Dra.
Coordenadora do Programa

Prof^ª. Sayonara de Fátima Faria Barbosa,
Dra.
Orientadora

Florianópolis, 23 de Novembro de 2020.

Este trabalho é, indiscutivelmente, dedicado a todos os meus irmãos, pois sem eles este sonho nunca teria sequer dado o primeiro passo. Agradeço toda Dedicção, Lealdade, Ação e Vigilância que sempre tiveram comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos tenho muitos a fazer, porém alguns nunca poderei esquecer:

Ao Grande Criador que, na Sua sabedoria infinita, traçou e planejou em Sua prancha meu sucesso, presente neste trabalho.

À pessoa que foi a razão da escolha deste tema, que colaborou intensamente com esta Dissertação, que segurou minha mão e não me deixou desistir: meu eterno obrigado e reconhecimento a você, Giseli Venturi.

Aos meus amigos, primeiramente aos que torceram por mim, aos que me auxiliaram – ou pelo menos tentaram – e também aos que nada fizeram, pois através deles percebi com quem realmente posso contar nessa vida.

Aos meus colegas de classe que, profissionalmente e particularmente, ajudaram-me a transformar mais de dois anos em um tempo de alegria e amizade.

Aos meus professores, especialmente ao Raul Sidnei Wazlawick e à minha orientadora, Professora Doutora Sayonara de Fátima Faria Barbosa, que mesmo diante de vários alunos brilhantes aceitou-me como seu orientando, acreditou em mim e no meu projeto, guiando-me como escrito no Livro Bíblico de Salmos 23:4 "Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam". Espero continuar sendo seu eterno aprendiz, muito obrigado.

E, por último, a todos aqueles que nunca acreditaram em mim, aos que nunca me entenderam ou estenderam a mão, aos que inúmeras vezes a recolheram quando mais precisei e aos que sem motivos não gostam de mim, fica aqui meu agradecimento, pois saibam que muitas vezes tudo isso foi o principal combustível para que eu alcançasse meus objetivos.

*"No princípio era o Verbo, e o Verbo estava com Deus e o Verbo era Deus.
Ele estava no princípio com Deus.
Tudo foi feito por ele, e sem ele nada do que foi feito se fez.
Nele estava a vida, e a vida era a luz dos homens.
A luz resplandece nas trevas, e as trevas não a compreenderam."
(Jo 1, 1-5)*

RESUMO

Na *World Health Assembly* em 2018 passou-se a entender o valor da tecnologia para melhoria da saúde pública, concordando com a criação da resolução WHA71.7 que faz com que os Estados membros priorizem um maior desenvolvimento e maior uso de tecnologias, no intuito de alcançar a cobertura universal da saúde com sustentabilidade. A Organização Mundial da Saúde define Informática em Saúde (*E-health*) como o uso de tecnologias da informação e comunicação para a saúde, utilizando sistemas eletrônicos e otimizando informações para dar suporte a serviços, gestão e sistemas de saúde. Com a tecnologia digital e a *wireless*, o potencial para revolucionar a forma de interação vem melhorando a qualidade e a abrangência dos cuidados e o acesso à informação, aperfeiçoando positivamente os comportamentos, serviços e habilidades em saúde e fazendo surgir uma nova forma de obtenção de dados e seu processamento: a Internet das Coisas da Saúde. Dentre as incontáveis áreas de abrangência da Internet das Coisas da Saúde, este trabalho aborda o tema sobre Segurança do Paciente, instituído pela Organização Mundial da Saúde e adotado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que desenvolveu seis protocolos que devem ser utilizados em todas as unidades de saúde do Brasil. Este estudo teve por objetivo o desenvolvimento de um dispositivo, baseado na Internet das Coisas, que permite a identificação e o registro da mudança de decúbito para a prevenção da Lesão por Pressão em pacientes acamados e sem mobilidade, utilizando dispositivos sem fio, contribuindo para o monitoramento do Protocolo de Lesão por Pressão. Como metodologia para o desenvolvimento deste estudo foi utilizada a *Design Science Research Methodology* (DSRM), que é composta por seis etapas, sendo que para este trabalho foi desenvolvido até a etapa 5, sendo a fase da demonstração. O dispositivo foi composto por um beacon com acelerômetro de três eixos e um aplicativo para o sistema Android (versão 9) formado por uma pilha de softwares baseada em Linux que se conectam por Bluetooth, com utilização do banco de dados SQLite e a IDE padrão do desenvolvimento Android, o AndroidStudio. O experimento realizado com o protótipo do dispositivo em um manequim demonstrou êxito na comunicação com o smartphone e o funcionamento do aplicativo com registro correto de todas as mudanças de decúbito e suas gravações na base de dados. Os resultados obtidos mostraram que o dispositivo desenvolvido é prático, simples, durável, de baixo custo de manutenção, sem a necessidade de fios, acoplamento a monitores ou equipamentos alimentados através de energia elétrica, resistente a água, vem com certificações que garantem a não interferência em outros dispositivos eletrônicos e/ou médicos e supre as necessidades básicas do monitoramento da mudança de decúbito.

Palavras-chave:

1. Internet das coisas. 2. Intervenção Baseada em Internet. 3. Lesão por Pressão. 4. Projetos de Pesquisa. 5. Sistemas de Informação em Saúde

ABSTRACT

At the World Health Assembly in 2018, he came to understand the value of technology for improving public health, agreeing with the creation of resolution WHA71.7, which makes member states prioritize the greater development and greater use of technologies in order to achieve in universal health coverage and with sustainability. The Mundial Health Organization defines Health Informatics (E-health) as the use of information and communication technologies for health, using electronic systems and optimizing information to support health services, management and systems. With digital technology and wireless, the potential to revolutionize the way of interaction has been improving the quality and comprehensiveness of care, access to information, positively improving health behaviors, services and skills, with a new way of obtaining data and processing of these, the Internet of Health Things. Among the countless areas of coverage of the Internet of Health Things, this work addresses the topic on Patient Safety, instituted by the World Health Organization and adopted by the National Health Surveillance Agency, which developed five protocols that must be used in all health units in Brazil. This study aimed at the development of a device based on the Internet of Things, which allows the identification and recording of the decubitus change for the prevention of Pressure Injury in bedridden and without mobility patients using wireless devices, contributing to the monitoring of Pressure Injury Protocol. As a methodology for the development of this study, the Design Science Research Methodology (DSRM) was used, which consists of six stages, and for this work it was developed up to stage 5, being the demonstration stage. The device developed was composed of a beacon with a three-axis accelerometer and gyroscope (?) And an application developed for the Android system (version 9) formed by a stack of software based on Linux, which are connected by bluetooth, using the bank SQLite database and the Android development standard IDE, AndroidStudio. The experiment carried out with the prototype of the device on a mannequin showed success in communicating with the smartphone and the operation of the application with correct record of all decubitus changes and their recordings in the database. The results obtained showed that the developed device is practical, simple, durable, with low maintenance cost, without the need for wires or accompanying monitors or devices powered by electricity, water resistant, and with certifications that guarantee the non interference with other electronic and / or medical devices, and meets the basic needs of monitoring the changing position.

Keywords: Internet of Things 1. Internet-Based Intervention 2. Pressure Ulcer 3. Research Design 4. Health Information Systems 5.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Camadas e anexos de pele	23
Figura 2 – LP: fatores extrínsecos e intrínsecos	25
Figura 3 – Fricção, cisalhamento e pressão	26
Figura 4 – Posição dos pontos de pressão	27
Figura 5 – Lesão por pressão: estágio 1	28
Figura 6 – LP: estágios 2, 3 e 4	28
Figura 7 – Lesão por pressão: não classificável e tissular profunda	30
Figura 8 – Exemplificação de um <i>hardware</i> de <i>Bluetooth®</i>	35
Figura 9 – Demonstrativo de aumento de velocidade	36
Figura 10 – Compatibilidade entre <i>single-mode</i> , <i>dual-mode</i> , <i>classic-only</i>	37
Figura 11 – Principais elementos que compoem <i>design science</i> :	42
Figura 12 – <i>Design Science Reach Methodology</i> segundo Peffers <i>et al.</i> (2007) .	43
Figura 13 – Posicionamentos de decúbito - dorsal, DLD e DLE	45
Figura 14 – Colchão de pressão: PS-256 de matriz 18X18 com 256 sensores de pressão	46
Figura 15 – Sistema de mapeamento de pressão da interface XSensor X3 e acelerômetro Activpal3	47
Figura 16 – Participação de mercado de sistemas operacionais móveis no Brasil segundo StatCounter (2019)	50
Figura 17 – Eixos corporais do manequim de alta fidelidade	51
Figura 18 – Ação principal da utilização do sistema sugerido	51
Figura 19 – Arquitetura sistema operacioanl android	52
Figura 20 – Tela de splash screen	54
Figura 21 – Tela inicial do sistema SICOMUDE	55
Figura 22 – Tela inicial nome do profissional de saúde	56
Figura 23 – Escolha do dispositivo para o pareamento e referenciamento do dis- positivo ao leito do paciente	57
Figura 24 – Configuração do sistema - tempo total do experimento e tempo de cada evento (mudança de decúbito):	58
Figura 25 – Execução da simulação, armazenamento dos dados e exportação em arquivo .csv:	59
Figura 26 – Fluxograma operacional usuário/aplicativo	60
Figura 27 – Apresentação ferramente Trello (<i>kanban</i>) Projeto SICOMUDE	61
Figura 28 – Apresentação do protótipo teste simulando com uma caixa	63
Figura 29 – Teste do protótipo simulando com uma caixa	64
Figura 30 – Teste do protótipo simulando registro da mudança de decúbito e início da nova contagem	64

Figura 31 – Teste do protótipo simulando registro da mudança de decúbito e início da nova contagem	65
Figura 32 – Teste do protótipo simulando registro da mudança de decúbito e início da nova contagem	65
Figura 33 – Teste do protótipo simulando registro da mudança de decúbito e início da nova contagem	66
Figura 34 – Teste do protótipo simulando movimento vertical	67
Figura 35 – Teste do protótipo simulando movimento vertical do protótipo	67
Figura 36 – Teste do protótipo demonstrando alarme e apresentação visual	68
Figura 37 – Teste do protótipo gerando, baixando e abrindo o arquivo .csv	69
Figura 38 – Teste do protótipo gerando, baixando e abrindo o arquivo .csv	69
Figura 39 – Teste do protótipo gerando, baixando e abrindo o arquivo .csv	70
Figura 40 – Teste do protótipo gerando, baixando e abrindo o arquivo .csv	70
Figura 41 – Teste do protótipo gerando, baixando e abrindo o arquivo .csv	71
Figura 42 – Manequim de fidelidade posicionado.	74
Figura 43 – Colocação do sensor	74
Figura 44 – Iniciado o Aplicativo	74
Figura 45 – Realizadas as Configurações.	75
Figura 46 – Configurações de tempo e angulação do decúbito dorçal e lateral em 8º e 30º respectivamente	75
Figura 47 – Pareamento do sensor	76
Figura 48 – Alteramos o nome do dispositivo para o número do leito/paciente e inserimos o nome do profissional	77
Figura 49 – Iniciamos a Simulação	77
Figura 50 – Simulação iniciada	78
Figura 51 – Alarme indicando o momento da mudança de decúbito	78
Figura 52 – Mudança de decúbito realizada pelos profissionais de saúde	79
Figura 53 – Registro da mudança de decúbito e início da nova contagem	79
Figura 54 – Mudança de decúbito realizada pelos profissionais de saúde antes de findar o tempo estabelecido	80
Figura 55 – Registro da mudança de decúbito e início da nova contagem	80
Figura 56 – Mudança de decúbito realizada pelos profissionais de saúde antes de findar o tempo estabelecido	81
Figura 57 – Registro da mudança de decúbito e início da nova contagem	81
Figura 58 – Fim do experimento do sensor e aplicativo utilizando manequim de fidelidade	82
Figura 59 – Downloading do arquivo .csv com os registros do experimento	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Apresentação de um UUID com <i>major</i> e <i>minor</i>	40
Tabela 2 – Apresentação do <i>namespace padrão</i> e com <i>Instance</i>	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.c.	Antes de Cristo
LE	<i>Low Energy</i>
BLE	<i>Bluetooth® Low Energy</i>
DLD	Decúbito Lateral Direito
DLE	Decúbito Lateral Esquerdo
DoC	<i>Declaration of Conformity</i>
DS	<i>Design Science</i>
DSR	<i>Design Science Reach</i>
DSRM	<i>Design Science Reach Methodology</i>
EA	Eventos Adversos
EMAD	Equipe Multiprofissional de Atenção Domiciliar
EMAP	Equipe Multiprofissional de Apoio
eHealth	<i>Electronic Health</i>
EUA	Estados Unidos da América
FCC	<i>Federal Communications Commission</i>
GE	<i>General Eletric</i>
GHz	Giga Hertz
GM	Gabinete do Ministro
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IIoT	<i>Industrial Internet of Things</i>
IoE	<i>Internet of Everything</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IoHT	<i>Internet of Health Things</i>

ISEDC	<i>Innovation, Science and Economic Development Canada</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
Kbps	<i>Kilo bites per seconds</i>
LP	Lesão por Pressão
LPP RDM	Lesões por pressão Relacionadas a Dispositivos Médicos
Mbps	<i>Mega bites per seconds</i>
mHealth	<i>Mobile Health</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MS	Ministério da Saúde
M2M	<i>Machine to Machine</i>
NE	<i>Never Events</i>
NHS	<i>National Health Service</i>
NSP	Núcleos de Segurança do Paciente
NUAP	<i>National Pressure Ulcer Advisory Panel</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNSP	Programa Nacional de Segurança do Paciente
PSP	Programa de Segurança do Paciente
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
ROI	<i>Return On Investment</i>
SIG	<i>Special Interst Group</i>
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUS	Sistema Único de Saúde
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
uHealth	<i>Ubiquity Health</i>
UE	União Europeia
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>

UP	Úlcera por Pressão
VNI	Ventilação Não Invasiva
WHA	<i>World Health Assembly</i>
3D	Três Dimensões
ID	<i>Identification</i>
UUID	<i>Universally Unique Identifier</i> - Identificador Universalmente Exclusivo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	PROBLEMAS DE INVESTIGAÇÃO	19
2	OBJETIVO	20
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
3.1	SEGURANÇA DO PACIENTE	21
3.2	ANATOMIA E FISIOLOGIA DA PELE	22
3.3	LESÃO POR PRESSÃO	23
3.3.1	Etiologia das Lesões por Pressão	24
3.3.2	Pontos de pressão mais vulneráveis para desenvolvimento de LPs	26
3.3.3	Sistema Internacional de Classificação da Lesão por Pressão da <i>National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP)</i>	27
3.3.4	Alternância de decúbito	30
3.3.5	Avaliação de riscos	31
3.4	INFORMÁTICA EM SAÚDE	32
3.4.1	<i>Internet of Health Things</i>	34
3.4.2	<i>Bluetooth®</i>	34
3.4.3	<i>Acelerômetro</i>	38
3.4.4	<i>Beacon</i>	38
4	METODOLOGIA DO ESTUDO	42
4.1	NATUREZA DO ESTUDO	42
5	RESULTADO E DISCUSSÃO	84
6	CONCLUSÃO	88
	REFERÊNCIAS	89
	APÊNDICE A – DESCRIÇÃO 1	100
	ANEXO A – FOLHETO BEACON COM ACELERÔMETRO	101
	ANEXO B – CONEXÕES E TOPOLOGIAS BLUETOOTH®	102

1 INTRODUÇÃO

Em maio de 2002, foi realizada a 55ª Assembleia Mundial de Saúde – *World Health Assembly* (WHA), resultando na adoção da resolução 55.18 que trata sobre a "Qualidade da atenção: segurança do Paciente", que solicitava a adoção pela Organização Mundial de Saúde (OMS), incluindo seus Estados Membros, para melhorar o foco na problematização da segurança do paciente. Dois anos depois, buscando dar continuidade ao tema, a 57ª WHA apoiou a criação da Aliança Mundial para Segurança do Paciente, com o intuito de liderar, em âmbito internacional, os programas de segurança do Paciente (ANVISA, 2015).

A ANVISA aderiu a estes desafios globais, mas o marco do Brasil sobre este tema foi em 2013, quando o Ministério da Saúde (MS) editou a Portaria GM/MS no 529, de 01/04/2013, instituindo o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP) cujos objetivos incluíam a promoção e o apoio à implementação de iniciativas voltadas à segurança do paciente em diferentes áreas de atenção, organização e gestão de serviços de saúde, através da implantação da gestão de risco e de Núcleos de Segurança do Paciente (NSP) nos estabelecimentos de saúde (SANTANA *et al.*, 2014).

Neste sentido, por intermédio das Portarias GM/MS no 1.377, de 09/07/2013 e GM/MS no 2095, de 24/09/2013 (SAÚDE, 2020), foram instituídos para a Segurança do Paciente em Serviços de Saúde seis protocolos que devem ser utilizados em todas as unidades de saúde do Brasil: Protocolo de Cirurgia Segura, Protocolo de Prática de Higiene das mãos, Protocolo de Úlcera por Pressão (atualmente chamado de Lesão por Pressão), Protocolo de Prevenção de Quedas, Protocolo de Identificação do Paciente e, por fim, Protocolo de Segurança na Prescrição de Uso e Administração de Medicamentos. (ANVISA, 2015)

Considerando as resoluções da WHA e portaria do MS, foi escolhido o Protocolo de Úlcera por Pressão (atualmente chamado de Lesão por Pressão – LP) como ponto de partida deste estudo.

Embora na maioria dos casos as LPs sejam consideradas evitáveis, representam uma grande problemática para os sistemas de saúde em todo o mundo. Apesar do aumento dos cuidados nos últimos 20 anos, a prevalência dessas lesões permaneceu praticamente inalterada, enquanto que os custos associados ao atendimento continuam aumentando (MERVIS; PHILLIPS, 2019).

As LPs prejudicam mais de 7 milhões de pacientes (TRUELAND, s.d.) e adicionam custos elevados. Os Estados Unidos da América (EUA), por exemplo, apresentam mais de 2,5 milhões de casos de lesões por pressão ao ano, causando mais de 60 mil óbitos, o que representa um índice maior do que o de mortes em acidentes de carro, e custam ao sistema de saúde entre US\$ 9,1 e US\$ 11,6 bilhões. (PADULA *et al.*, 2019)

No Reino Unido, cerca de 700 mil casos de LPs anualmente custam ao Serviço

Nacional de Saúde (NHS) por volta de 1,4 a 2,1 bilhões de libras esterlinas. O gasto com o tratamento de uma LP neste país é em torno de £1,064 a £10,551 (DEALEY *et al.*, 2012). Na Europa, o tratamento de LP custa entre 2,34 e 77,36 euros por paciente, por dia, em hospitais, e de 2,42 a 16,18 euros em lares de idosos.(DEMARRÉ *et al.*, 2015)

Os valores de prevalência e incidência de LP são altos. Estudos apontam que a prevalência varia entre 29% e 42% para UTIs, enquanto que para não UTIs os valores ficam entre 4% a 33%(BALLARD *et al.*, 2008; BOURS *et al.*, 2001; LAHMANN *et al.*, 2012).

Além disso, idosos acometidos por LP permanecem mais tempo internados quando comparados com casos semelhantes não acometidos (19,0 vs. 9,9 dias), evidenciando um efeito estatisticamente significativo ($p=0,0011$) no aumento do tempo de internação(THEISEN *et al.*, 2012).

Como mencionado anteriormente, o MS em 2013 publicou a normativa que trata do Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP), que desde esta data vem colhendo informações sobre Eventos Adversos (EA), sendo da responsabilidade dos Núcleos de Segurança dos Pacientes (NSP) a criação dos Programas de Segurança de Pacientes (PSP) e notificação destes EA no Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS). Uma das ações desenvolvidas pelo PSP visa prever LP no serviço de saúde.

De acordo com o relatório nacional de incidentes relacionados à assistência à saúde notificados ao SNVS no período de janeiro de 2014 a julho de 2017, dos 134.501 incidentes, 23.722 (17,6%) corresponderam às notificações de LP, sendo, durante este período, o terceiro tipo de evento mais frequentemente comunicado pelos NSPs dos serviços de saúde do país. Outro dado impressionante é que dos 3.771 casos classificados como *Never Events NE* – que nunca deveriam ocorrer na saúde –72,6% foram casos de LP estágio 3 e 22% casos de LP estágio 4, totalizando 94,6%(ANVISA, 2015).

Segundo Woodhouse *et al.* (2015), os indivíduos que são incapazes de se mover de forma independente estão predispostos a LPs se forem submetidos a posturas estáticas sustentadas.

Um estudo que determinou as deformações internas em indivíduos em decúbito dorsal e durante a inclinação apontou que estes têm as maiores tensões no músculo e na gordura, sugerindo como ideal um ângulo de 20 a 30 graus na mudança do decúbito(OOMENS *et al.*, 2016).

Para tanto, diretrizes recomendam que os profissionais de saúde realizem reposicionamento dos pacientes. Atualmente, uma inclinação de 30º para posições laterais (alternadamente para os lados direito, dorçal e esquerdo) é a técnica preferida para reposicionar indivíduos que estão acamados. Essa posição redistribui a pressão aos tecidos moles de apoio, diminuindo a carga de proeminências ósseas como o sacro e

os calcanhares(HAESLER, 2014).

Todo esse processo aumenta o tempo de internação do paciente, podendo levar a óbitos advindos dos *Never Events* e a complicações secundárias, sendo que a tecnologia poderia ajudar a coletar dados e auxiliar os profissionais no tocante a lembrar e monitorar as práticas seguras para prevenção de LP.

Com a criação e evolução da eletrônica desde o início do século e o nascimento da Internet, surge uma nova revolução capaz de captar informações através de dispositivos conectados em rede, fornecendo um grande volume de dados, abrangendo uma infinidade de objetivos.

Segundo Leiner *et al.* (2009), é nítida a mudança que a Internet obteve nas duas últimas décadas, sendo concebida na era de tempo compartilhado, na disseminação de conteúdo e pesquisas, passando pelos computadores pessoais, computadores ponto a ponto, cliente servidor, correio eletrônico, redes pervasivas juntamente com poderosos recursos de computação e comunicação móveis. Por meio destas redes pervasivas, a Internet se tornou a maior tecnologia disruptiva de todos os tempos, similar à invenção da roda ou da imprensa.

Vidal Ledo *et al.* (2019), em seu estudo, buscam conceitos concisos para entendermos melhor o que significa o adjetivo disruptivo em tecnologia. A palavra disruptiva significa mudança abrupta ou até mesmo decisiva, ou seja, quando ocorrem mudanças profundas em produtos, serviços ou em processos tecnológicos. Podemos, então, concluir que esta é uma tecnologia disruptiva.

O autor apresenta o conceito de inovação disruptiva, como tratando-se de um avanço que incorpora novas formas de ação e pensamento social e através do qual um serviço, processo ou modelo de negócio é apresentado ao mercado por meio de aplicações simples que venham mais tarde a conquistar este mercado, tornando os concorrentes obsoletos.

Com seu surgimento, as redes WI-FIR e tecnologias como 5G têm gerado inimagináveis oportunidades, criando novos horizontes em inúmeras áreas, quais sejam: segurança, educação, engenharia, eletrônica e saúde, na esperança de que os computadores dominem áreas que anteriormente seriam de exclusividade humana.

Na década de 90, especificamente no ano de 1999, o termo *Internet of Things - IoT* (Internet das Coisas) foi idealizado por Kevin Ashton do Massachusetts Institute of Technology (MIT), havendo uma explosão deste tipo de aplicação a partir do ano 2000.

Conforme Lueth (2015), a Internet das Coisas (IoT) é a expressão mais usada para definir o conceito de um mundo conectado.

Apesar das novas tecnologias disponíveis, ainda é possível identificar que o hospitalar continua sendo um dos ambientes que menos as adotam como meio facilitador das atividades da equipe de saúde, guiando o mercado à segmentação do universo da IoT, criando a Internet das Coisas da Saúde (*Internet of Health Things - IoHT*).

Rodrigues *et al.* (2018) em sua pesquisa definem *IoHT* como sendo:

"basicamente uma solução baseada em IoT que inclui uma arquitetura de rede que permite a conexão entre um paciente e instalações de saúde, como, por exemplo, sistemas de e-Health baseados em IoT..."

Histórica e tradicionalmente, o cuidado e a prevenção da LP são realizados por meio da utilização de protocolos de validação como a escala de Braden (que avalia o risco de os pacientes desenvolverem LP) e a mudança de decúbito, ações padrão nos ambientes de cuidado em saúde.

Deste modo, na busca de soluções para o aprimoramento do cuidado com o outro, tem-se desenvolvido novas tecnologias que podem auxiliar à equipe de saúde no processo de cuidar do paciente acamado e sem mobilidade.

Conseqüentemente, com vistas a responder aos problemas de investigação e atingir os objetivos previamente definidos, este estudo parte de uma realidade concreta, abordando um dos itens da segurança do paciente que é a Lesão por Pressão, buscando conhecer sua importância, conseqüências e prevenções, acreditando que o a utilização de um *hardware* em conjunto a uma aplicação poderá contribuir na prevenção de danos e no cuidado de pacientes acamados e sem mobilidade.

1.1 PROBLEMAS DE INVESTIGAÇÃO

Os problemas de investigação que nortearão o estudo estão assim formulados:

- Como a Internet das Coisas da Saúde (IoHT) pode auxiliar à equipe de saúde frente às dificuldades na prevenção da LP de pacientes acamados e sem mobilidade?
- Qual a contribuição de um dispositivo baseado em IoT na prevenção e no cuidado da LP em pacientes acamados e sem mobilidade?

2 OBJETIVO

Desenvolver um dispositivo baseado na IoT, que permita a identificação e o registro da mudança de decúbito, para a prevenção da LP em pacientes acamados e sem mobilidade, utilizando dispositivos sem fio.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 SEGURANÇA DO PACIENTE

A temática de segurança do paciente tem se transformado em questão prioritária pelas instituições de saúde por ser apostada como fundamental para a qualidade da assistência, a satisfação do paciente e o cuidado livre de danos.(MAGALHÃES *et al.*, 2019)

Apesar de Hipócrates tenha sugerido “antes de tudo, não causar dano”, até pouco tempo atrás os erros eram apontados como um subproduto inevitável da medicina moderna ou acontecimento indesejável de maus provedores de cuidado. Isso iniciou a mudar no final de 1999, quando o Institute of Medicine (IOM) publicou *to err is human: building a safer health care system*(DONALDSON *et al.*, 2000). Esse relatório apontava anualmente a morte de 44 mil a 98 mil americanos em virtude da decorrência de erros relacionados aos cuidados em saúde, chamando a atenção do público e da mídia, colocando o tema em evidência e desempenhando esforços sem precedentes para melhorar a segurança do paciente. (DONALDSON *et al.*, 2000).

Em 2000, o Dr. Lucian Leape, conhecido por muitos como mentor do movimento moderno de segurança do paciente, testemunhou perante o Congresso Americano: que O maior obstáculo à segurança do paciente é que punimos as pessoas por cometerem erros, mencionando que, em sua cultura médica, os médicos evidenciavam somente o que não podiam esconder(MARX, 2019).

Segundo Vincent *et al.* (2001) a segurança do paciente é definida "como o ato de evitar, prevenir ou melhorar os resultados adversos ou as lesões originadas no processo de atendimento médico-hospitalar".

Em seu estudo Carvalho e Vieira (2002) concluíram que mesmo em profissionais cautelosos, erros são inevitáveis dos humanos. Prevenir o erro deve fundamentar-se nas verdadeiras causas que, comumente estão envolvidas erros no sistema de organização e implementação do serviço. Erros devem ser vistos como evidência de falha no sistema, e considerados como oportunidade de revisão do processo de trabalho e aperfeiçoamento da assistência prestada ao paciente.

Perante a mobilização global e depois da publicação desse surpreendente relatório, a OMS em 2004, apresentou a Aliança Mundial para a Segurança do Paciente. O lançamento desse projeto despertou os países membros, incluindo o Brasil, para o compromisso de criar políticas públicas e práticas focadas na segurança do paciente. No Brasil, o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP), estabelecido através da portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 529, de 1º de abril de 2013, foi considerado o marco regulatório da política que fundou conceitos, estruturas, processos e estratégias de trabalho para otimizar o fortalecimento da segurança na assistência prestada ao paciente.

Já a Portaria MS/GM nº 529/2013 determina um conjunto de protocolos básicos, definidos pela OMS: prática de higiene das mãos em estabelecimentos de Saúde; cirurgia segura; segurança na prescrição, uso e administração de medicamentos; identificação de pacientes; comunicação no ambiente dos estabelecimentos de Saúde; prevenção de quedas; úlceras por pressão; transferência de pacientes entre pontos de cuidado; e uso seguro de equipamentos e materiais. Esses temas foram escolhidos em virtude do baixo investimento para a implantação e relevância dos erros e eventos adversos oriundos da ausência deles (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

Segundo Ministério da Saúde (2014) os Núcleos de Segurança do Paciente "devem, antes de tudo, atuar como articuladores e incentivadores das demais instâncias do hospital que gerenciam riscos e ações de qualidade, promovendo complementaridade e sinergias neste âmbito".

Em 2014, o MS em conjunto com a Fundação Osvaldo Cruz e Agência Nacional de Vigilância Sanitária publicaram o documento de referência para o PNSP, onde foi estabelecida a taxonomia a ser empregadas nas ações e pesquisas acerca do tema segurança do paciente, baseado na Classificação Internacional de Segurança do Paciente da OMS *International Patient Security Classification* (IPSC), além de criar ações prioritárias nessa área e metas a serem alcançadas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

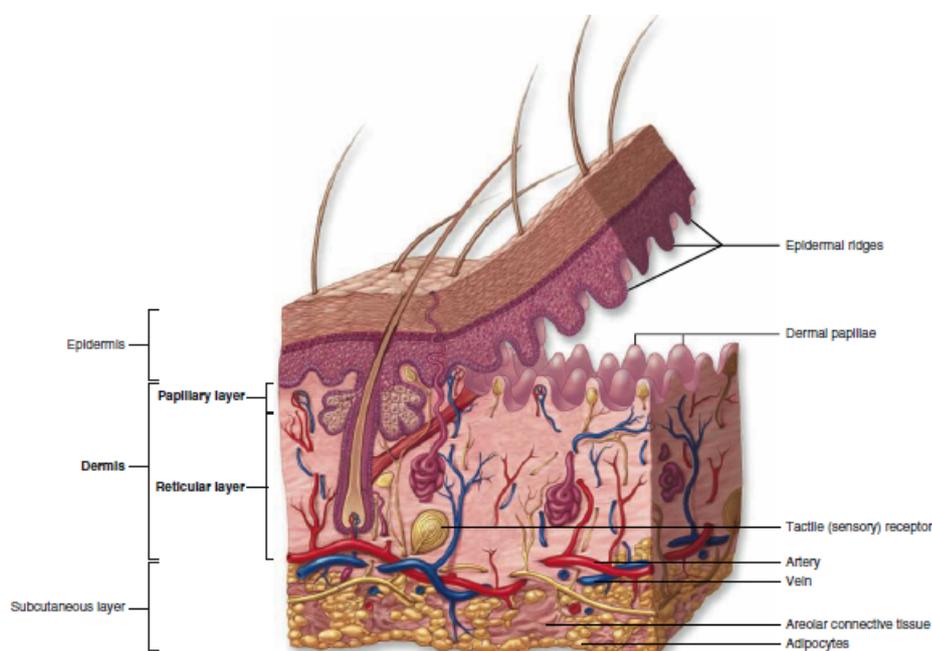
Entretanto, a implantação de um NSP traz desafios para a instituição, conforme aponta Macedo e Bohomol (2019), onde até junho de 2018 foram implantados 3.572 (52,6%) núcleos em um total de 6.794 hospitais. Destes, 63,1% dos NSP não realizaram nenhuma notificação de EA à ANVISA, apontando que os núcleos cadastrados não encontram-se atuantes.

3.2 ANATOMIA E FISIOLOGIA DA PELE

A pele é descrita como manto de revestimento do organismo que isola os componentes orgânicos do ambiente externo (FIGUEIREDO *et al.*, 2007), desempenhando funções específicas que se enquadram em várias categorias: protetiva, sensorial, termorreguladora, metabólica e de sinalização sexual (MESCHER, 2016). É considerada o maior órgão do corpo, contribuindo com 15% do peso corporal, cobrindo uma área superficial de aproximadamente 2 metros quadrados no adulto médio (FIGUEIREDO *et al.*, 2007; HWA *et al.*, 2011).

Ela é constituída de três camadas: epiderme (camada externa), derme (camada intermediária) e subcutânea (camada interna) (figura 1). Na epiderme existem camadas de queratinócitos na seguinte ordem: estrato basal (camada basal de células), estrato espinhoso, estrato granuloso e estrato córneo (HWA *et al.*, 2011).

Figura 1 – Camadas e anexos de pele



Fonte – Mescher (2016)

3.3 LESÃO POR PRESSÃO

A Lesão por Pressão, conforme estabelecido pelo *National Pressure Ulcer Advisory Panel*, é um dano instalado na pele e/ou tecido mole subjacente frequentemente sobre proeminência óssea, ou ainda está relacionado a equipamentos médicos ou outro dispositivo. Ela pode ocorrer em diversas regiões do corpo e apresentar variados tamanhos. Sua gravidade está associada à camada de tecido comprometido, que acomete desde a epiderme até o músculo e o osso, resultando de pressão, pressão intensa e/ou prolongada associada ao cisalhamento. Fatores como microclima, nutrição, perfusão, comorbidades e condição do tecido mole interferem em sua tolerância, para pressão e cisalhamento (NPUAP, 2016).

Em seu estudo, Moraes *et al.* (2016) enfatizam que a prevalência da LP tem aumentado, haja vista a maior expectativa da população com doenças crônicas e lentamente debilitantes. Daí a importância de um sistema de avaliação e classificação eficaz que, além de monitorar o nível de qualidade na prestação de serviços, possa nortear a elaboração de políticas públicas, tomadas de decisão, estabelecimento de metas e estudos comparativos entre as unidades hospitalares.

Segundo Rios *et al.* (2016), um trabalho de prevenção presume o conhecimento da etiologia e, também, da realidade na instituição. Com esta visão, Araújo e Santos (2016) enfatizam que o déficit de conhecimento técnico dos profissionais, associado à

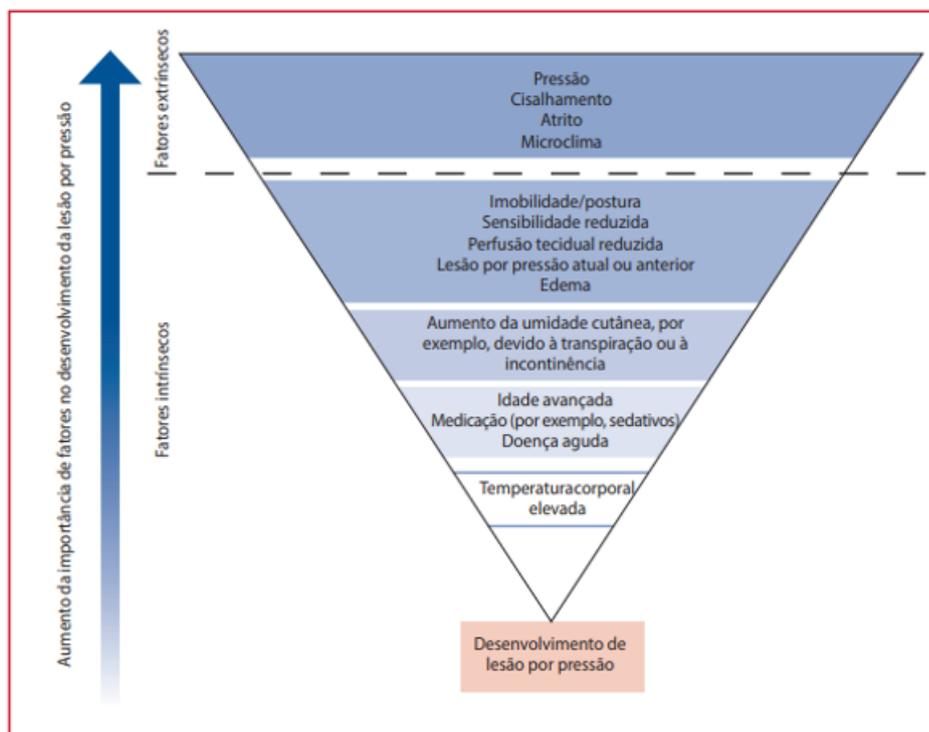
execução de práticas inadequadas pela equipe de saúde, propicia a estagnação ou o aumento do quadro de LPs.

Portanto, a avaliação de risco e a classificação das LPs são ferramentas eficazes, norteiam as ações de cuidado pela equipe de saúde e definem a terapêutica adequada para cada caso.

3.3.1 Etiologia das Lesões por Pressão

A causa das LPs é complexa e multifatorial, destacando-se o fator da pressão sobre a pele e sobre os tecidos subcutâneos do paciente. Fatores intrínsecos aos pacientes, tais como perfusão insuficiente, sensibilidade reduzida e alimentação inadequada, também podem estar ligados ao desenvolvimento de (WUWHS, 2016). A figura 2 apresenta os principais fatores extrínsecos e intrínsecos que contribuem para a formação de uma LP.

Figura 2 – LP: fatores extrínsecos e intrínsecos



Fonte – WUWHS (2016)

Rios *et al.* (2016) apontam como fatores extrínsecos: pressão, fricção e força de cisalhamento; e fatores intrínsecos: mobilidade reduzida ou ausente, perda do estado de consciência, estado de consciência, estado nutricional, medicamentos para dor, idade, desidratação, Diabetes mellitus, tabagismo, insuficiência arterial, hipertermia e incontinência urinária e fecal.

Em 1976, durante uma conferência sobre úlcera por pressão realizada no Reino Unido, Roaf (2006) destacou os fatores que contribuem no desenvolvimento das lesões, dentre eles o microclima. Manter a circulação da pele, evitar longos períodos de pressão contínua em abrasões, e extremos de calor e frio, conservar um microclima adequado, sem irritação por fluidos e infecção eram preocupações dos estudiosos para prevenir as LPs. Ao microclima sugerido por Roaf (2006) compreendem a temperatura da pele, a umidade e o ar movimento. Entretanto, desde a década de 70 o controle do microclima tem sido amplamente negligenciado, provavelmente pelo foco na redistribuição da pressão. Porém, em 2010, o microclima e seu gerenciamento na prevenção de LP retomou a atenção, refletindo a redescoberta sobre a etiologia da LP de trinta anos atrás (REVIEW, 2010; CLARK, Michael, 2018).

O microclima da pele refere-se às condições da temperatura, umidade e fluxo de ar próximo à superfície da pele, sendo considerado um modificador de efeito ou um fator de risco indireto para o desenvolvimento de LP (KOTTNER *et al.*, 2018).

Em seu estudo, Zeevi *et al.* (2018) apontam que a temperatura da pele na região sacra é considerada um fator de risco aumentado para desenvolver LP, pois cada aumento de 1°C contribui com aproximadamente 14 vezes mais se comparado a um aumento de 1 mmHg de pressão, enfatizando o uso de superfícies termicamente controladas. Sae-Sia *et al.* (2005) afirmam que a temperatura média da pele na região sacral pode aumentar cerca de 1 ou 2°C nas 24-96 horas antecedentes ao desenvolvimento da LP nesta região.

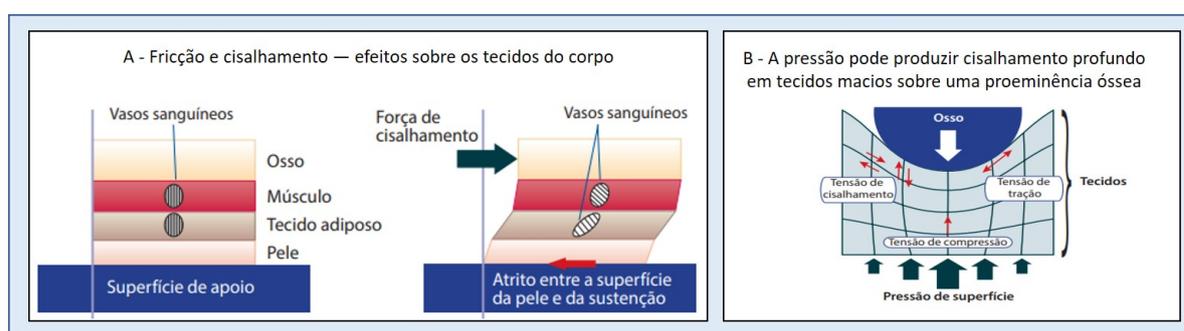
Os níveis aceitáveis de um microclima ainda são desconhecidos, porém é recomendado manter a pele seca e fresca e permitir períodos de recuperação entre as fases da oclusão, impedindo que o estrato córneo (camada mais externa da pele) fique super hidratado ou seco (KOTTNER *et al.*, 2018).

A carga mecânica, na forma de pressão e/ou cisalhamento, é considerada a principal causa da LP quando aplicada aos tecidos moles, principalmente em proeminência óssea (COLEMAN *et al.*, 2014).

Oomens *et al.* (2010) afirmam que altas cargas já podem ser prejudiciais após um período relativamente curto, portanto altas tensões internas devem ser evitadas ao máximo possível.

A pressão aplicada à pele sobre uma proeminência óssea acarreta compressão, deformação e distorção dos tecidos moles subjacentes resultando em cisalhamento, podendo este acometer às camadas de tecidos mais profundas, inclusive o músculo (WUWHS, 2016). A figura 3 ilustra os efeitos da fricção, cisalhamento e pressão sobre os tecidos do corpo.

Figura 3 – Fricção, cisalhamento e pressão



Fonte – Adaptado de WUWHS (2016)

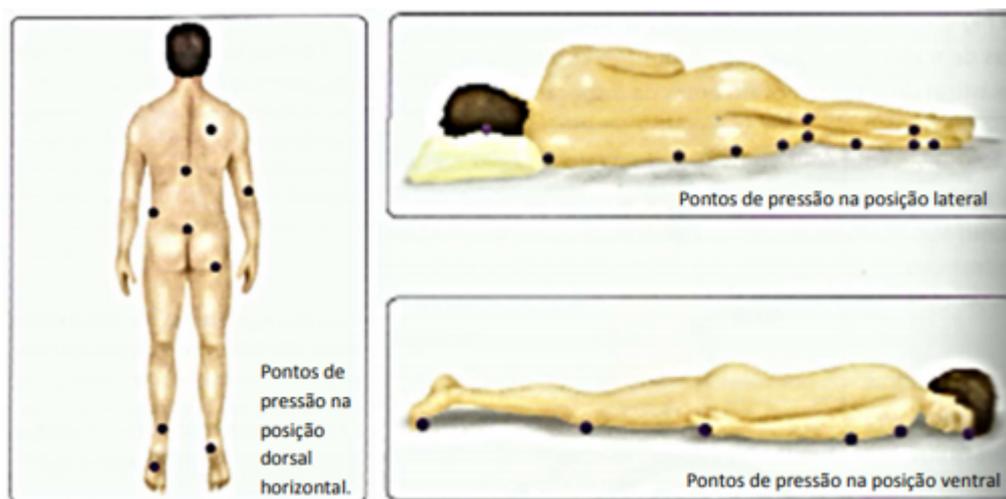
3.3.2 Pontos de pressão mais vulneráveis para desenvolvimento de LPs

Regiões anatômicas que se sobrepõem a uma proeminência óssea são as principais áreas para desenvolvimento de LP. Em adultos, a proeminência sacral é o local mais acometido, representando aproximadamente metade de todas as LPs.

Outras regiões como ísqüio, tornozelo, cotovelo e quadril também são frequentemente afetadas (WUWHS, 2016).

De acordo com VanGilder *et al.* (2008), o sacro é a região anatômica mais comumente afetada por LP, correspondendo a 28,3%, seguido por calcanhares (23,6%) e nádegas (17,2%). A figura 4 ilustra os pontos de pressão mais comuns.

Figura 4 – Posição dos pontos de pressão



Fonte – National Pressure Ulcer Advisory Panel (2016)

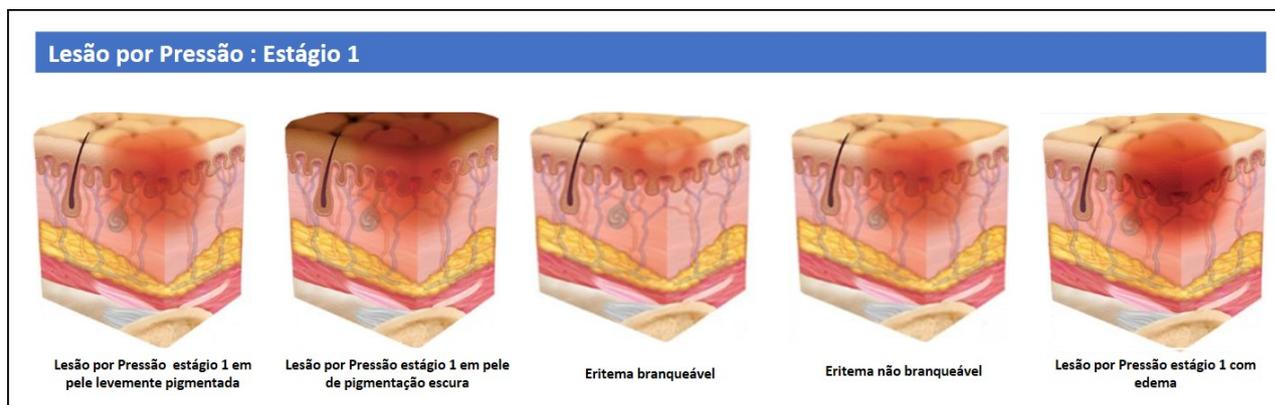
3.3.3 Sistema Internacional de Classificação da Lesão por Pressão da *National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP)*

O NPUAP refez a definição de ferimentos por pressão durante a Conferência de Consenso do NPUAP 2016, realizada de 8 a 9 de abril de 2016 em Rosemont (Chicago), IL. A terminologia de Úlcera por Pressão (UPP) foi alterada para Lesão por Pressão (LP), pois especifica de forma mais detalhada, tanto na pele intacta como na lesionada, os pontos das lesões. As definições de estadiamento foram expostas em uma reunião com a presença de centenas de profissionais de saúde que validaram, por meio de um processo interativo de discussão e votação, a nova terminologia, elucidando as lesões através de fotografias (NPUAP, 2016).

De acordo com (EDSBERG *et al.*, 2016), a LP pode ser classificada por estágios:

- *Estágio 1*: "pele íntegra com área localizada de eritema não branqueável", podendo aparecer de forma diferente em pele de cor escura. Alterações da pele na coloração púrpura ou castanha podem ser indicativo de lesão por pressão de tecido tissular profundo (figura 5). Segundo Moraes *et al.* (2016), neste estágio há alterações na sensação, temperatura ou consistência.

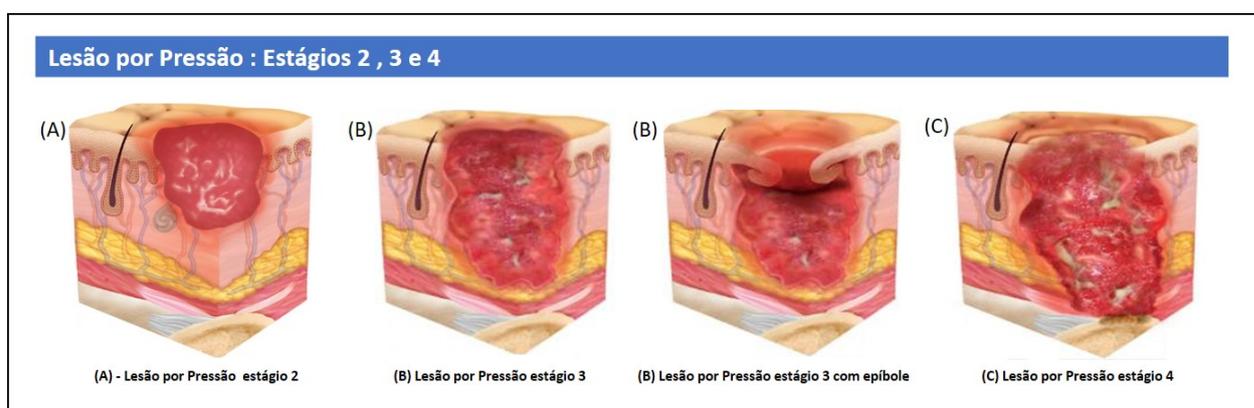
Figura 5 – Lesão por pressão: estágio 1



Fonte – Adaptado de (EDSBERG *et al.*, 2016)

- **Estágio 2:** perda de espessura parcial da pele com exibição da derme (figura 6(A)). O leito da ferida é viável, com coloração rósea ou vermelha, úmida, podendo apresentar flictena com exsudato seroso intacto ou rompido. Não há presença de tecido de granulação, esfacelo e/ou escara. Frequentemente decorrem de microclima e cisalhamento sobre a pele. Dermatites associadas à umidade causada na pele (*Moisture Associated skin damage- MASD*) ou à incontinência (DAI), dermatite intertriginosa (DIT), adesivo médico relacionado a lesão na pele (MARS) ou feridas traumáticas devem ser desconsideradas (EDSBERG *et al.*, 2016).

Figura 6 – LP: estágios 2, 3 e 4



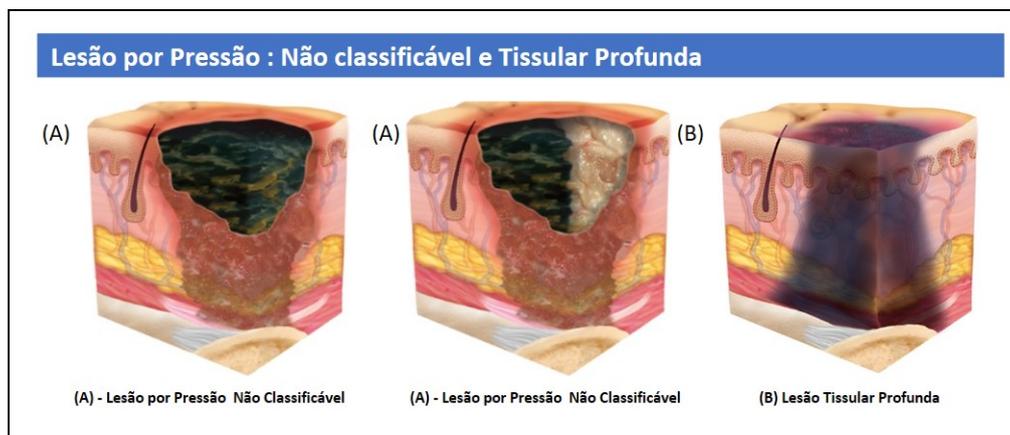
Fonte – Adaptado de (EDSBERG *et al.*, 2016)

- **Estágio 3:** perda total da espessura da pele (figura 6(B)). A lesão é caracterizada por perda total da espessura da pele, onde a profundidade pode variar de acordo

com a localização no corpo. O tecido adiposo é visível, os tecidos de granulação e epíbole (lesão com bordas enroladas) estão constantemente presentes, como também esfacelos e tecido necrótico, podendo ocorrer a tunelização. Fáscia, músculo, tendões, ligamentos, cartilagem e/ou osso não estão expostos nessa lesão. Em casos onde o esfacelo ou escara prejudicam a avaliação da extensão da perda tissular, a lesão deverá ser classificada como Lesão por Pressão Não Classificável (EDSBERG *et al.*, 2016).

- *Estágio 4*: perda total da espessura da pele com perda tissular (figura 6(C)). Neste estágio, há perda da espessura da pele associada com perda tissular com exposição de tendões, músculos, cartilagem ou osso. Esfacelo e/ou escara podem estar presentes. Epíbole (lesão com bordas enroladas), descolamento e/ou túneis ocorrem com certa frequência. A profundidade pode variar conforme a localização anatômica. Assim como no estágio 3, quando o esfacelo e/ou escara prejudicarem a avaliação da extensão da perda tissular, a lesão deverá ser classificada como Lesão por Pressão Não Classificável (EDSBERG *et al.*, 2016). De acordo com Wound e WOCN (2017), uma vez que a LP foi classificada em estágio 3 ou 4, a mesma não poderá receber nova classificação para um estágio menor, ou seja, deve ser caracterizada como LP de estágio 3 em processo de cicatrização ou epitelização.
- *Lesão por Pressão Não Classificável*: perda total da espessura da pele e perda tissular não visível (figura 7(A)). A extensão do dano tecidual não pode ser confirmada porque está coberta por esfacelo ou escara. Se removida, a LP poderá ser classificada como estágio 3 ou 4. Não é recomendada a remoção de escara estável, ou seja, seca, aderente, sem eritema ou flutuação, localizada em membro isquêmico ou no calcâneo.
- *Lesão por Pressão Tissular Profunda*: coloração vermelho escura, marrom ou púrpura, persistente e não branqueável (figura 7(B)). Área localizada da pele com aspecto de hematoma, ferida escura ou bolha com exsudato sanguinolento. A descoloração pode mostrar-se diferente em indivíduos com pele de tonalidade mais escura, dificultando sua detecção. Esse dano é resultado de pressão intensa e/ou prolongada e de cisalhamento na interface osso-músculo, podendo evoluir rapidamente e apresentar a extensão atual da lesão tissular. Essa categoria não deve ser empregada em situações vasculares, traumáticas, neuropáticas ou dermatológicas (EDSBERG *et al.*, 2016).
- *Definições adicionais de lesão por pressão*: As definições de LPP RDM e LP em membrana mucosa foram adicionadas na atualização da NPUAP 2016:
 - Relacionadas a dispositivos médicos (LPP RDM):

Figura 7 – Lesão por pressão: não classificável e tissular profunda



Fonte – Adaptado de (EDSBERG *et al.*, 2016)

Lesões por pressão resultantes do uso de dispositivos médicos utilizados para fins diagnósticos ou terapêuticos, onde a LP que se desenvolve tem a mesma forma que o dispositivo. Deverão ser classificadas conforme o sistema de classificação (EDSBERG *et al.*, 2016).

Em relação aos dispositivos de risco para o desenvolvimento dessas lesões, foram descritos onze, destacando-se as máscaras de Ventilação Não Invasivas (VNI) e o tubo orotraqueal, responsáveis por ocasionar lesão em seis diferentes regiões do corpo (SILVA GALETTO *et al.*, 2019).

Um estudo prospectivo e descritivo, realizado em cinco unidades de terapia intensiva (UTI) de um hospital universitário na Turquia, avaliou a prevalência de LPP RDM e fatores de risco para esses eventos. Dos 175 pacientes internados, 70 deles, ou seja, 40% desenvolveram LPP RDM, totalizando 211 casos de LPP RDM. Os principais incidentes foram: 95 (45%) ocasionados pelo uso de tubo orotraqueal, 22 (10,4%) decorrentes das máscaras de VNI, 17 (8%) por oxímetros, 15 (7,1%) por máscara de O₂ e 14 (6,6%) resultantes de cânulas nasais. Em relação à gravidade da lesão, o tipo mais frequente (42,6%) foi o estágio 2 (HANONU; KARADAG, 2016).

- LP da membrana mucosa: o uso de dispositivos médicos no local da lesão deve estar presente. Essas lesões não são estadiadas devido à anatomia do tecido (EDSBERG *et al.*, 2016).

3.3.4 Alternância de decúbito

A importância de mudar de posição para prevenir as UPs foi proposta em 1848 por Robert Graves. Esse cirurgião irlandês escreveu em suas palestras clínicas na prá-

tica da medicina que as UPs podem ser prevenidas através de mudanças de posição.

No ano de 1955, Guttman apud Sebastian orientaram o reposicionamento de pacientes paraplégicos a cada 2 horas. Entretanto, os primeiros estudos sobre o efeito da duração e a intensidade da pressão no desenvolvimento de úlceras por pressão iniciaram em 1961, e em 1965 foram realizadas as primeiras medições de pressão (SEBASTIAN, 2000).

Atualmente, as melhores práticas internacionais defendem o emprego do reposicionamento como componente integral de uma estratégia de gerenciamento de LP (MOORE, ZEH; PATTON, 2019).

Este procedimento tem o objetivo de evitar longos períodos de pressão sustentada, componente fundamental para a prevenção de UP. Um consenso entre especialistas recomenda tradicionalmente o reposicionamento a cada 2 horas (EDSBERG *et al.*, 2016).

O reposicionamento dos pacientes com risco de desenvolvimento de lesão por pressão deve ser previsto pela equipe de saúde, de forma individualizada, levando em consideração que pacientes que não podem se reposicionar precisam de assistência, além da estabilidade hemodinâmica quando tratar-se de paciente grave (CLARK *et al.*, 2010).

Segundo Zena Moore *et al.* (2011), outros fatores de risco, tais como ângulo de inclinação e posição específica, também são considerados relevantes. As forças de cisalhamento e fricção estão diretamente relacionadas ao maior grau de inclinação da cabeceira da cama. Com o uso da inclinação de 30 graus e uma prática de reposicionamento de três horas, foi realizada uma redução de 67% nas UPs.

Assim sendo, é razoável sugerir que o reposicionamento tenha uma contribuição preciosa para subsidiar estratégias eficazes de prevenção de UP, que incluem: superfícies de apoio apropriadas, reposicionamento frequente, nutrição adequada e gerenciamento da umidade. A adoção de medidas de prevenção frequentemente demanda custos iniciais, porém as evidências apontam que essa abordagem reduz custos, em comparação com o tratamento (MERVIS; PHILLIPS, 2019).

Considerando que algumas capas de colchão são feitas de material que evita a dissipação de calor, o reposicionamento auxilia no controle do microclima, permitindo que a pele transpire e torne-se mais fria devido à exposição ao ar (CLARK *et al.*, 2010).

3.3.5 Avaliação de riscos

O reconhecimento de quais pacientes estão propensos geralmente pela análise da pele e pelo uso de ferramentas de avaliação de risco das LPs, como a Escala de Braden (BERGSTROM *et al.*, 1987), Escala de Waterlow (WATERLOW, 1998) e Escala de Norton (NORTON *et al.*, 1962).

Pancorbo-Hidalgo *et al.* (2006), por meio de uma revisão bibliográfica sistemá-

tica, apontarak que a Escala de Braden oferece o melhor equilíbrio entre sensibilidade e especificidade, e a melhor estimativa de risco. As escalas Braden e Norton são mais precisas do que o julgamento clínico dos enfermeiros na previsão do risco de UP.

O Ministério da Saúde também orienta o uso da Escala de Braden no Protocolo para prevenção de LP(SANITÁRIA, 2014).

A escala de Braden é uma escala psicométrica de avaliação de risco de lesão por pressão, criada para identificar pacientes em risco de desenvolver LP em lares de idosos (BRADEN; BERGSTROM, 1989).

Esse instrumento consiste em seis subescalas relacionadas a percepção sensorial, umidade, atividade, mobilidade, nutrição, fricção e cisalhamento, com quatro classificações pontuadas de 1 a 4 para níveis crescentes de severidade, exceto fricção e cisalhamento, que são pontuadas de 1 a 3. A soma das pontuações da subescala determina o nível de risco de lesão por pressão do indivíduo. Uma pontuação mais baixa indica um risco maior de desenvolver LP. A pontuação corresponde a cinco níveis de risco: 'muito alto' (9 ou menos), 'alto' (10 a 12), 'médio' (13 ou 14), 'baixo' (15 ou 16) e 'sem risco' (17 ou superior) (MORDIFFI *et al.*, 2018).

3.4 INFORMÁTICA EM SAÚDE

Na *World Health Assembly - WHA* em 2018 passou-se a entender o valor da tecnologia para melhoria da saúde pública, resultando na criação da resolução *WHA71.7* que faz com que os Estados membros priorizem um maior desenvolvimento e maior uso de tecnologias, com o intuito de alcançar a cobertura universal da saúde com sustentabilidade.

A WHO (2019) define *E-health* como o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC) para a saúde. Podemos dizer que *E-health*, através de sistemas eletrônicos, otimiza informações para dar suporte aos serviços, gestão e sistemas de saúde (WHO, 2010).

A tecnologia digital e *wireless* tem potencial para revolucionar a forma de interação, melhorando a qualidade e a abrangência dos cuidados e o acesso à informação, aperfeiçoando positivamente os comportamentos, serviços e habilidades em saúde (WHO, 2017).

Como citado anteriormente, a tecnologia *wireless* impulsionou o desenvolvimento da IoT, e International (2012) apresenta em seu estudo conceitos para Internet das Coisas (IoT):

"Primeiro é a definição básica, *Internet of Things* refere-se à variedade de dispositivos de detecção de informações, como dispositivos de identificação por radiofrequência (RFID), sensores infravermelhos, sistemas de posicionamento global (GPS), laser, *scanners* e vários outros dispositivos que a Internet combinar para formar uma enorme rede. O objetivo é ter todos os itens conectados com a rede para facilitar a identificação e gestão.

Segundo, é a definição de UE (União Europeia), ou seja, um computador conectado à rede existente para interconectar a rede de itens.

Terceira definição é da *International Telecommunication Union* (ITU), isto é, a qualquer momento, conectividade em qualquer lugar para qualquer pessoa; para qualquer um; nós teremos conectividade para qualquer coisa."

Por sua vez, em seu livro, Vermesan, Friess *et al.* (2014) conceituam IoT como:

"uma infraestrutura dinâmica de rede global, com recursos de configuração de autoatendimento, baseada em protocolos de comunicação padrão e interoperáveis, em que "coisas" físicas e virtuais têm identidades, atribuições físicas e personalidades virtuais, usam interfaces inteligentes e se integram perfeitamente à rede de informações."

Todavia, devemos ter atenção para algumas definições ligeiramente diferentes (LUETH, 2015):

"*Machine to Machine* (M2M): o termo está em uso há mais de uma década e é bem conhecido no setor de telecomunicações. M2M a comunicação tinha sido inicialmente uma conexão individual, vinculando uma máquina a outra. Mas hoje a explosão de dispositivos móveis de conectividade significa que os dados agora podem ser mais facilmente transmitidos, através de um sistema de redes IP, para uma faixa muito maior de dispositivos.

Internet industrial (*Internet of Industry*): é fortemente incentivado pela GE. Vai além do M2M, pois não se concentra apenas nas conexões entre máquinas, mas também inclui interfaces humanas.

(...)

Web das coisas (*Web of Things - WoT*): a *Web of Things* tem escopo muito mais estreito que os outros conceitos, pois se concentra apenas na arquitetura de software.

Internet de Tudo (*Internet of Everything - IoE*): ainda um conceito bastante vago, a IoE visa incluir todos os tipos de conexões que se podem imaginar. O conceito tem assim o maior alcance.

Indústria 4.0 (*Internet of Industry Things - IIoT*): o termo Indústria 4.0, fortemente pressionado pelo governo Alemão é tão limitado quanto a internet industrial ao seu alcance apenas se concentra em ambientes industriais. No entanto, tem o maior escopo de todos os conceitos. Indústria 4.0 descreve um conjunto de conceitos para impulsionar a próxima revolução industrial. Inclui todos os tipos de conceitos de conectividade, mas também vai além para incluir mudanças reais no mundo físico à nossa volta, como tecnologias de impressão 3D, novo hardware de realidade aumentada, robótica e materiais avançados."

E ainda temos a:

Internet das Coisas da Saúde (*Internet of Health Things - IoHT*): onde Costa *et al.* (2018) conceituam como:

"objetos trocam e processam dados para monitorar o estado de saúde de um paciente."

Não obstante, Costa *et al.* (2018) aprofundam seu conceito afirmando que é uma mudança de paradigma, deixando para trás um sistema reativo e se encaminhando para um sistema preditivo e personalizado, quando cada vez mais relaciona-se com as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), como por exemplo saúde móvel (*mHealth*), saúde eletrônica (*eHealth*) e saúde onipresente (*uHealth*).

3.4.1 *Internet of Health Things*

Com o aumento da população, e seu envelhecimento, tem-se aumentado a pressão para um melhor cuidado com este público e Tun *et al.* (2020) em seu artigo enfatizam que a IoT tem um grande potencial para melhorar a qualidade de vida e cuidados com a saúde. Eles também apresenta em seu estudo, uma visão abrangente da utilização de tecnologias vestíveis e IoT, da necessidade do seu rápido desenvolvimento, além de insights sobre áreas de aplicabilidades existentes.

Rodrigues *et al.* (2018) em seu artigo intitulado *Enabling technologies for the internet of health things* mencionam diversas áreas para aplicações da IoT e a forma como o setor de saúde está entre os que mais rapidamente adotaram as soluções baseadas nesta tecnologia.

Eles também conceituam IoT como sendo uma solução tecnológica que permite a conexão entre o paciente e sistemas de e-Saúde, baseados em Internet das Coisas, citando exemplos: sensores biométricos como pulso, oxigenação sanguínea, temperatura corporal e posicionamento do paciente (acelerômetro).

Sikos e Choo (2020) em seu livro *Data science in cybersecurity and cyberthreat intelligence* apresentam IoT como sendo dispositivos móveis compostos de sensores com a capacidade de coletar dados do corpo humano e que estejam conectados por meio de redes sem fio a uma rede de IoT e esta a um registro eletrônico de saúde.

Solangi *et al.* (2020) igualmente referem IoT como sendo a capacidade de equipamentos biomédicos simples e práticos, habilitados para uso na internet, que podem processamento de dados de forma ubíqua.

Todos os estudos apresentam a IoT como sendo o futuro para várias áreas, principalmente na IoT, além de convergir nos conceitos em: conexão sem fio, dispositivos vestíveis ou não, com capacidade de processamento e/ou transmissão de dados ou biosinais caracterizando a *Internet of Health Things*.

3.4.2 *Bluetooth®*

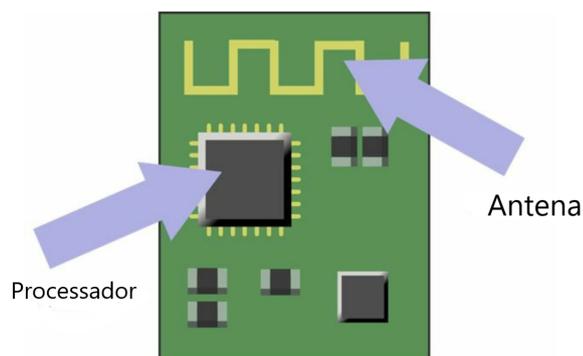
O termo *wireless* trata-se de comunicação e transmissão de dados sem a necessidade de fios, cabos ou qualquer outro condutor elétrico que desempenhe esta

função usando ondas eletromagnéticas. Podemos citar alguns meios de comunicação sem fio como: wi-fi®, rádio, infravermelho, microondas e *Bluetooth*®.

Muller (2001) menciona em seu livro que o *Bluetooth*® foi uma especificação desenvolvida pela Ericson, respondendo à necessidade de uma conexão *wireless* de curta distância para uma rede *ad hoc*, ou seja, dispensando um dispositivo intermediário entre as conexões (nó), realizando a comunicação direta entre computadores.

Gaitatzis *et al.* (2017) afirmam que todo *Bluetooth*® possui pelo menos uma antena e um processador, sendo que a função da antena é a recepção e transmissão do sinal de rádio, e o processador responde a alterações da antena, controla a mensagem publicitária, a digitalização dos dados e o ajuste da antena do dispositivo *Bluetooth Low Energy - BLE*, bem representado na figura 8:

Figura 8 – Exemplificação de um *hardware* de *Bluetooth*®



Fonte – Gaitatzis *et al.* (2017)

Bluetooth SIG (2019) descreve o *Bluetooth*® como uma tecnologia diversificada quando trata-se de conectividade, sendo capaz de utilizar desde conexões simples *Point-to-Point* (ponto a ponto - 1:1), passando por *Broadcast* e estabelecendo comunicações de um para muitos (1: m), até a *Mesh Networking* topologia de rede usada para estabelecer comunicações de dispositivos muitos-para-muitos (m: m) disponível no *Bluetooth®LE (Bluetooth Low Energy)*.

Heydon (2013) descreve que é uma tecnologia de transmissão de dados em curta distância, usando um comprimento de onda *Ultra High Frequency* – UHF bem pequeno, ou seja, entre 2400 e 2485 GHz chamado de ISM (*Industrial Scientific and Medical*), que se apresenta de maneira desfavorável, pois esta faixa de frequência tem características de propagação ruins onde a banda é absorvida por quase tudo, principalmente pela água, além de haver um limite de saída de energia para dispositivos que usam esse espectro, limitando o alcance.

Por outro lado, o espectro deste rádio está liberado em todo o mundo, exigindo baixos requisitos de utilização e sem precisar de licença. Além disso, o *Bluetooth*® é

incorporado ao SIG (*Special Interst Group*), fazendo com que a permissão de uso desta tecnologia tenha um custo muito pequeno se comparada a outros grupos como a *Wi-Fi Alliance*.

Também podemos contar com o baixo consumo de energia que o *Bluetooth®* utiliza, pois quanto maior o consumo, maior o *case* para armazená-lo, sem contar que a necessidade de troca de bateria constante traz um duplo prejuízo: aquisição de outra bateria e tempo em que o aparelho fica indisponível até a substituição (HEYDON, 2013).

Portanto, se estiver em um espectro de frequência aberto e sem licença, associado ao SIG e consumir pouca energia, qualquer projeto ou dispositivo que venha a utilizar esta tecnologia terá um custo reduzido se comparado a outras tecnologias.

De acordo com Heydon (2013), a versão 4.0 ou superior do *Bluetooth®* consome muito menos bateria do que as versões anteriores, pois vai na contramão até mesmo das outras tecnologias, diminuindo a saída de energia (figura 9), por isso sendo chamado de *Bluetooth Low Energy* (BLE), possibilitando a diferenciação de três tipos de dispositivos:

Figura 9 – Demonstrativo de aumento de velocidade

Modems	Ethernet
V.21: 0.3kbps	802.3i: 10Mbps
V.22: 1.2kbps	802.3u: 100Mbps
V.32: 9.6kbps	802.3ab: 1000Mbps
V.34: 28.8kbps	802.3an: 10000Mbps
Wi-Fi	Bluetooth
802.11: 2Mbps	v1.1: 1Mbps
802.11b: 11Mbps	v2.0: 3Mbps
802.11g: 54Mbps	v3.0: 54Mbps
802.11n: 135Mbps	v4.0: 0.3Mbps

Fonte – Heydon (2013)

1) *Single-mode*: suporta somente o *BLE*;

2) *Dual-mode*: suporta o *BLE* e o clássico;

3) *Classic-only*: suporta somente o modelo Clássico.

A figura 10 demonstra de maneira mais clara a capacidade de comunicação entre os tipos de *Bluetooth®*:

Figura 10 – Compatibilidade entre *single-mode*, *dual-mode*, *classic-only*

	Single-Mode	Dual-Mode	Classic
Single-Mode	LE	LE	none
Dual-Mode	LE	Classic	Classic
Classic	none	Classic	Classic

Fonte – Heydon (2013)

Como já percebemos, o BLE tem como transmitir pacotes muito pequenos, diminuindo o consumo de energia, implementando de fato que dispositivos inteligentes possam permanecer conectados por meses ou até mesmo anos, encaixando-se perfeitamente para uso em IoT.

Segundo Pew (2019), 81% dos americanos adultos possuem um smartphone e o usam para realizar tarefas pessoais, de trabalho e diversão.

Pensando em desenvolver uma solução tecnológica que necessitará de uma conexão sem fio, ao escolher o *Bluetooth®* contamos com (BLUETOOTH SIG, 2019):

- Reconhecimento global da marca;
 - Tecnologia incorporada em todos os smartphones, tablets, laptops;
 - Facilidade de implementação para transmissão de áudio, dados e informações entre dispositivos;
 - Uma tecnologia que vem se aprimorando nos últimos 20 anos, criando um ecossistema maduro;
- çamento de mais de 17.000 mil novos produtos por ano e mais de 31.000 empresas associadas;
- Histórico de inovação alavancando continuamente a tecnologia, havendo mais de 2.300 pessoas envolvidas em mais de 15 grupos de trabalho diferentes;
 - O mercado de beacon, que atingirá acima de 200 milhões de unidades por ano;
 - Além de sua principal característica, a interoperabilidade.

A tecnologia *Bluetooth®*, graças a todas as qualidades apresentadas, tornou-se o padrão de tecnologia sem fio para troca de dados em distâncias curtas, sendo amplamente utilizada em redes de área pessoal, mostrando-se a mais popular quando se fala em dispositivos móveis, e uma excelente opção quando se trata de IoT (LIN *et al.*, 2015).

3.4.3 *Acelerômetro*

O uso de acelerômetros vem ocorrendo desde a década de 50, e considerados no mercado como caros, são pouco confiáveis e volumosos. Entretanto, sua evolução na última década foi disruptiva, diminuindo seu tamanho e aumentando sua precisão, dado comprovado por seu uso em escala no entretenimento a partir da utilização no console de videogame *Wii®*(DAMASCENO *et al.*, 2013).

Para Ott *et al.* (2000), acelerômetros são dispositivos que detectam o movimento em um único ou em vários planos, sendo que os mais comuns são:

- Acelerômetros uniaxiais, que medem deslocamento vertical no plano vertical.
- Acelerômetros triaxiais, que medem a aceleração em três planos.

Conforme Corporation (2019), esse segundo tipo de acelerômetro pode criar um vetor 3D de aceleração, na forma de componentes ortogonais. Esse acelerômetro é usado quando você precisa determinar o tipo de vibração, por exemplo, como lateral, transversal ou rotacional.

Entretanto Silva (2013) define acelerômetro como um dispositivo eletromecânico, fabricado também por processos de microeletrônica, utilizado para medir a aceleração de um corpo, que entrará em movimento quando uma força externa for aplicada sobre ele, sendo que essa força pode gerar acelerações dinâmicas (deslocamento, vibrações, choques), ou estáticas (quando é inclinado, e a força gravitacional é projetada sobre os eixos).

Simplificando, apesar de existirem diversos tipos e materiais pelos quais os acelerômetros são feitos, eles nada mais são do que sensores que medem a aceleração da força que está agindo sobre eles.

3.4.4 *Beacon*

As definições de *Beacons* são apresentadas conforme as empresas que os comercializam, de forma que são utilizados segundo suas funções, como demonstramos:

São transmissores unidirecionais que marcam lugares e objetos importantes de maneira que os dispositivos dos usuários entendam(LLC, 2019).

O *Beacon* é um pequeno dispositivo, que emite um sinal intermitente de ondas de rádio e pode ser detectado pelo seu *smartphone* *smartphone*.(TAGGEN, 2019)

Beacon consiste em *hardware*, *firmware* e aplicativos para iOS e Android em *smartphones* habilitados para *Bluetooth®* 4.0 (NORDIC, 2014).

O *Beacon* é um dispositivo que usa tecnologia *BLE*, podendo ter ou não sensor de aceleração, e é considerado um *hardware* compacto dotado de bateria do tipo moeda (ACURA, 2018).

Um *Beacon* é um pequeno dispositivo *Bluetooth® Low Energy* que repetidamente transmite um sinal que outros dispositivos podem ver. Ao invés de emitir luz visível, como farol de alto mar, transmite um sinal de rádio composto de uma combinação de letras e números em intervalos regulares. Um dispositivo equipado com *Bluetooth®* como um *smartphone* ou um *gateway* pode "visualizar" um *Beacon* quando este estiver dentro do seu alcance, como marinheiros que procuram um farol para saber onde estão (KONTAKT, 2019b)

Portanto, realizando um compilado destas definições, temos que o *Beacon* em inglês significa farol (tradução exata de como se chama o Farol de alto mar). Esses pequenos dispositivos estão estruturados com processadores e antenas que transmitem sinais de *Bluetooth®* com a função similar de um farol de alto mar, destinando-se a orientar seus dispositivos móveis quanto a seu posicionamento e/ou ofertando produtos do seu interesse. Estes podem fornecer informações que vão desde mensagens de texto, localização, imagem e vídeos, variando suas aplicações, do Marketing até a Indústria 4.0.

Os *Beacons* mais conhecidos são o *iBeacon*, desenvolvido pela *Apple®*, e o *Eddystone*, financiado pela *Google®*.

O *iBeacon* é composto por um pacote de publicidade, que é o seu ID. Já *Eddystone* possui três destes, sendo dois deles (*Eddystone-URL* e *Eddystone-TLM*) usados em casos onde a maioria tem implantações com base na interação com o usuário, necessitando de um aplicativo dedicado. No mais, usa-se o *Eddystone-EID*, que é semelhante ao ID do *iBeacon* (KONTAKT, 2019a).

- ID *iBeacon*:

Chamado de *UUID* (*Universally Unique Identifier* - Identificador Universalmente Exclusivo), é composto de uma sequência que contém uma *string* de 16 dígitos numéricos e que distingue os beacons de uma marca para outra.

Dentro deste *ID*, temos dois parâmetros identificados como *Major*(Maior) e *Minor*(Menor) de 4 dígitos cada, sendo o primeiro usado para especificar um Beacon em meio a um grupo, e o segundo para determinar um sinal específico.

De maneira mais exemplificada, uma rede lojista que possui várias filiais utiliza o mesmo *UUID* de seus *Beacons* em todas as lojas, criando para si a sua própria marca nos *Beacons*. Dentro deste *UUID*, poderia utilizar o *Major* para identificar a loja e o *Minor* a sessão dela.

Portanto, um identificador *iBeacon* pode se parecer com:

Tabela 1 – Apresentação de um UUID com *major* e *minor*

UUID	Major	Minor
f7826da6-4fa2-4e98-8024-bc5b71e0893e	59192	22271

Fonte: Autor.

Lembrando que *Major* e *Minor* devem ser declarados com valores inteiros entre 1 e 65535.

- ID *Eddystone*

O identificador exclusivo de *Eddystone* é composto por um ID de 16 caracteres, divididos em: 10 caracteres para o *Namespace* e 6 caracteres para o *Instance*, sendo que o primeiro é utilizado para identificar o Grupo, e o segundo é um *beacon* específico, que ao ser criado o ID, fará aparecer uma sequência de caracteres com esta:

Tabela 2 – Apresentação do *namespace padrão* e com *Instance*

Namespace	Namespace + Instance
6ba0d642-b706-d165-fd3d	6ba0d642-b706-d165-fd3d - f3588fdf2449

Fonte: autor.

A instância do *Eddystone* tem o mesmo valor do *Major* do *iBeacon*, ou do *Major* e *Minor* misturados. Por *default*, é um número hexadecimal gerado aleatoriamente, o que significa que contém dígitos (0-9) e caracteres (a-f).

Considerar como configurar esses parâmetros é pensar em sua implantação, pois eles afetam o alcance e o tempo de vida dos seus *Beacons*.

Os *Beacons* têm inúmeras utilidades em ambientes variados, sendo mais aplicados em lojas de varejo, aeroportos, infraestrutura, trabalho e lazer (SEMICONDUCTOR, s.d.). Todavia, só agora estão sendo utilizados na saúde, com o intuito de localizar pacientes, insumos e equipamentos, sendo subutilizados no cuidado direto aos pacientes.

É de conhecimento que existem diferentes tipos de projetos, patentes e equipamentos que buscam uma solução para o problema de LP, desde colchões de ar que de tempo em tempo inflam e desinflam até sistemas com sensores sobre e sob os colchões e sobre o paciente por meio de acelerômetro. Porém, todos eles têm inúmeras desvantagens, tais como preço para aquisição, manutenção, barulho de motores inflando e desinflando, sem contar que todos irão depender

de calibração toda vez que for necessário trocar os colchões ou estarão pendurados nas camas, atrapalhando a movimentação dos profissionais da saúde, assim como os fios que necessitam de fornecimento de alimentação elétrica e que além de incomodarem, podem gerar problemas com qualquer líquido que vier a escorrer do paciente ou sobre ele.

Todos têm uma abordagem em que o foco está onde há mais pressão ou mais cisalhamento, mas nenhum deles se preocupa com a forma mais prática, funcional e acessível que existe para evitar a LP: a mudança de decúbito. É nesta rotina bem feita que está a solução, pois é nela que o profissional avalia os principais fatores envolvidos na LP, como nutrição da pele, temperatura e circulação sanguínea.

Este estudo tem como abordagem a criação de um dispositivo eletrônico que utilize um acelerômetro com tecnologia BLE® e que auxilie os profissionais a lembrarem, através de um software, de executar a manobra de mudança de decúbito, fazendo a contagem do tempo, disparando um alarme e registrando se foi realizado o referido procedimento.

Para que este dispositivo seja efetivo, ele terá que abranger os seguintes requisitos: confiável a que ele se propõe; de baixo custo; uso de longo prazo, durabilidade; impermeabilidade; fácil usabilidade; e sem necessidade de calibração após a troca de paciente, colchão ou cama.

Para tanto, nosso sistema será desenvolvido com a utilização de *Beacons* com acelerômetros de três eixos, à prova d'água, com transmissão através do BLE, utilizando um *smartphone* como ferramenta para alertar o profissional e monitorar a realização ou não da manobra de mudança de decúbito.

4 METODOLOGIA DO ESTUDO

4.1 NATUREZA DO ESTUDO

Este estudo é de natureza aplicada (PARANHOS, 2018), com uma abordagem metodológica experimental (JUNIOR *et al.*, 2017) em laboratório, a qual trata do desenvolvimento e da avaliação de ferramentas, com testes rigorosos de intervenções e procedimentos de obtenção de dados, buscando melhorar as atividades dos profissionais de saúde na prevenção de lesão por pressão em pacientes acamados e sem mobilidade.

Consiste em uma produção tecnológica, e para desenvolvimento desta será utilizada a metodologia *Design Science Research Methodology* (DSRM):

A Design Science Research, também conhecida como *Constructive Research*, é uma abordagem metodológica que consiste em construir artefatos que trazem benefícios às pessoas. É uma forma de produção de conhecimento científico que envolve o desenvolvimento de uma inovação, com a intenção de resolver problemas do mundo real e, ao mesmo tempo, fazer uma contribuição científica de caráter prescritivo. Esse tipo de pesquisa produz como resultado um artefato que representa uma solução para uma ampla gama de problemas, também denominado conceito de solução, que deve ser avaliado em função de critérios relacionados à geração de valor ou utilidade. (DRESCH *et al.*, 2015).

Alguns autores propõem métodos diferentes para conduzir uma pesquisa fundamentada na *design science*, porém algumas similaridades podem ser constatadas, e os principais elementos observados nas propostas estão sintetizados na figura 11.

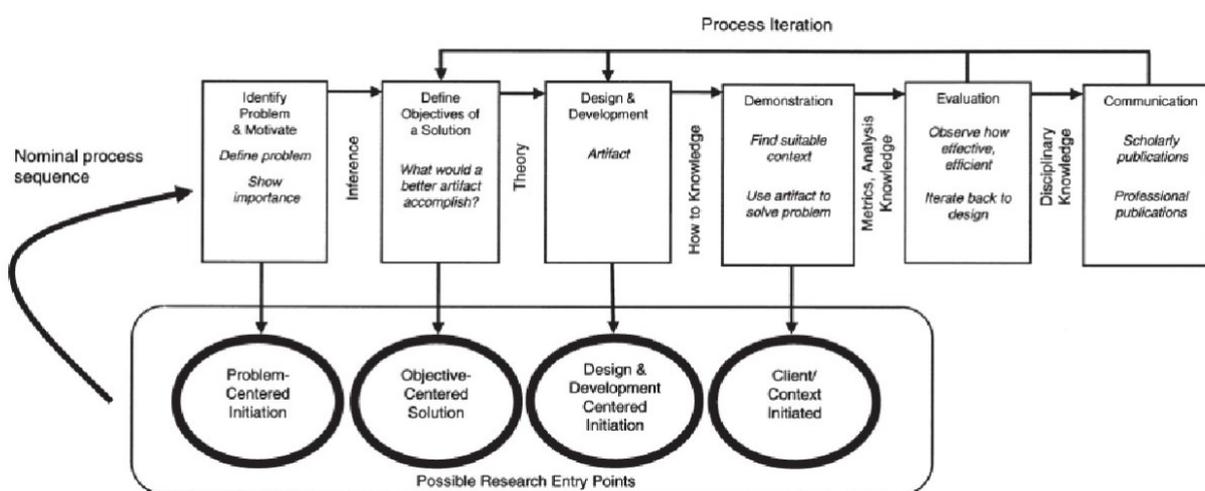
Figura 11 – Principais elementos que compoem *design science*:

Autores	Principais etapas do método							
	Definição do problema	Revisão da literatura ou busca por teorias existentes	Sugestões de possíveis soluções	Desenvolvimento	Avaliação	Decisão sobre a melhor solução	Reflexão e aprendizagens	Comunicação dos resultados
Bunge (1980)	✓		✓	✓	✓			
Takeda et al. (1990)	✓		✓	✓	✓	✓		
Eekels e Roozemburg (1991)	✓		✓	✓	✓	✓		
Nunamaker, Chen e Purdin (1991)	✓		✓	✓	✓			
Walis, Wydmeyer e Sawy (1992)	✓	✓	✓	✓				
Van Aken, Berends e Van der Bij (2012)	✓		✓	✓	✓		✓	
Vaishnavi e Kuechler (2004)	✓		✓	✓	✓	✓		
Cole et al. (2005)	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
Manson (2006)	✓		✓	✓	✓	✓		
Peffers et al. (2007)	✓		✓	✓	✓			✓
Gregor e Jones (2007)	✓	✓	✓	✓	✓			
Baskerville, Pries-Heje e Veneble (2009)	✓		✓	✓				
Alturki, Gable e Bandara (2011)	✓	✓	✓	✓	✓			✓

Em seu estudo, Braga (2012) afirma que a aplicação da abordagem de pesquisa estabelecida na proposta metodológica de Peffers (2007) destaca-se por resultar em maior clareza e facilidade de utilização, pois possui uma descrição mais detalhada em relação aos demais modelos, além de apresentar quatro pontos diferentes de entrada para pesquisa científica.

Portanto, este estudo seguirá a proposta metodológica de Peffers *et al.* (2007) (figura 12). O foco escolhido terá uma abordagem centrada no problema, sendo que parte-se do problema de pesquisa para, subsequentemente, encontrar e aplicar uma solução. Deve-se inicialmente identificar o problema e a sua motivação e seguir até a etapa de demonstração.

Figura 12 – *Design Science Reach Methodology* segundo Peffers *et al.* (2007)



Fonte – Peffers *et al.* (2007)

O processo é estruturado em uma ordem nominalmente sequencial, porém não há obrigatoriedade de a pesquisa ter início na etapa 1 e ser concluída na etapa 6.

Na realidade, o pesquisador pode iniciar em praticamente qualquer etapa, de acordo com os objetivos do estudo (DRESCH *et al.*, 2015; PEFFERS *et al.*, 2007).

Os pesquisadores podem prosseguir nessa sequência se a ideia para a pesquisa resultou da observação do problema ou de pesquisas futuras sugeridas em um artigo de um projeto anterior (PEFFERS *et al.*, 2007)

- **Atividade 1: Identificação e motivação de problemas:** Nessa etapa é necessário justificar a importância da pesquisa, levando em consideração a relevância do problema investigado, além da aplicabilidade da solução que será proposta (DRESCH *et al.*, 2015).

Esta etapa será dedicada à pesquisa sobre a Lesão por Pressão, sua obrigatoriedade, custos, dificuldades na prevenção, métodos, protocolos, manobras, equipamentos, rotinas utilizadas, tipo de paciente mais acometido, legislação específica e possíveis soluções apresentadas na literatura.

Este estudo visa desenvolver uma solução tecnológica a partir de um problema mundial que afeta a todos os indivíduos dentro do espectro proposto: a LP em pacientes acamados e sem mobilidade.

Ao nos depararmos com o desafio, necessitamos decidir por uma metodologia que nos auxiliasse nesta tarefa. Assim, optamos em utilizar a DSRM, que conseguiu balizar a estrutura do estudo e do projeto, de maneira que pudéssemos apresentar a solução adequada para o problema.

Vários autores elaboraram meios de conduzir e fundamentar esta metodologia. Dentre eles, optamos por Peffers *et al.* (2007), que de maneira sintética dividiu-a em seis atividades que nortearão a estrutura e o desenvolvimento deste estudo (DRESCH *et al.*, 2015).

O NHS do Reino Unido cita cerca de 700 mil casos de LP (TRUELAND, s.d.), o que por si só já bastaria para justificar um grande volume de estudos e de investimentos nesta área, pois estas LPs são em sua grande parte evitáveis.

Por sua vez, Hughes (2008) menciona em seu estudo que mais de 2,5 milhões de pacientes são acometidos por LP, gerando por volta de 60 mil mortes, sem falar nos custos elevados deste tratamento, que gira entre 9 e 11 bilhões de dólares.

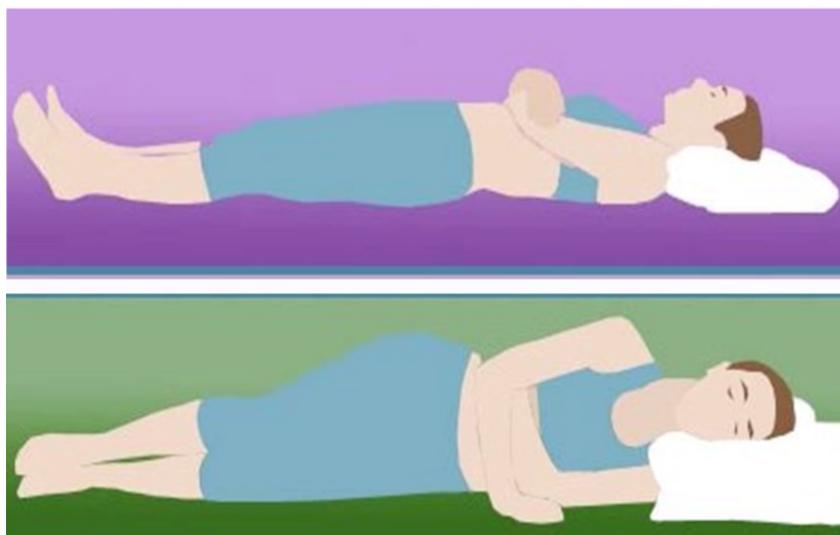
Dealey *et al.* (2012) afirmam que o custo do tratamento de uma LP, no Reino Unido, fica entre £1.064,00 estágio I, a £10.551,00 libras de estágio IV.

No Brasil, em três anos (2014-2017) tivemos 23.722 casos de notificações de LP, sendo que 94,6% dos Never Events são de LPs de estágios III e IV, sem considerar os casos subnotificados.

Não é sem justificativa que a WHO desde 2004 criou a Aliança Mundial para Segurança do Paciente e instituiu a LP como preocupação mundial.

O MS já preconiza a sua preocupação com a LP através de uma portaria que trata sobre os protocolos da segurança do paciente por meio da prática da mudança de decúbito, que consiste em alternar o posicionamento do paciente na cama para decúbito lateral direito, dorsal e lateral esquerdo, sendo evitado o decúbito ventral, pois pode haver necessidade de leito especial para esta prática. A figura 13 mostra mais claramente estes posicionamentos:

Figura 13 – Posicionamentos de decúbito - dorsal, DLD e DLE



Fonte – Fontes (2015)

A atual prática denota que esta mudança seja feita a cada duas horas, buscando o bem estar e a segurança do paciente. Para isso, todas as instituições de saúde montam dentro de seu organograma o Núcleo de Segurança do Paciente, que define, dentro do seu público, os parâmetros para o desenvolvimento dos seus Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) incluindo o de realização da mudança de decúbito. Este geralmente é realizado de forma descritiva, dentro de um documento, para nortear as atividades dos profissionais de saúde (SALES *et al.*, 2018).

Analizamos o processo buscando uma solução, e verificamos que o principal problema está na frequência e na rotina da execução da mudança de decúbito, pois, diante do número pequeno de profissionais e grande de afazeres, na maioria das vezes esta atividade passa despercebida pela equipe de saúde.

- **Atividade 2: Definir os objetivos de uma solução:**

Inferir os objetivos para a resolução do problema e compreender o que é viável nos termos da tecnologia proposta e sua eficácia. Esses resultados podem ser tanto quantitativos como qualitativos (PEFFERS *et al.*, 2007).

Nesta atividade, o desenvolvimento compreenderá na busca tecnológica viável de um hardware que possa ser utilizado, de forma inovadora, para captar os movimentos que compreendem à alternância de decúbito do paciente acamado e sem mobilidade, além de um software com a capacidade de armazenar uma identificação para o paciente e seu cuidador, receber através de conexões as alternâncias que compreendem à mudança de decúbito e armazenar os horários

Figura 14 – Colchão de pressão: PS-256 de matriz 18X18 com 256 sensores de pressão



que estas foram realizadas incluindo o tempo ultrapassado, soando um alarme ao findar o tempo estipulado para o evento.

Para que uma solução seja eficaz e eficiente, pesquisamos possíveis soluções que a literatura vem apresentando, e esta busca resultou em vários mecanismos tecnológicos, como soluções eletrônicas, sensores que visam analisar e indicar as áreas onde ocorre a maior pressão ao longo do leito do paciente, além da criação de algoritmos que avaliem e identifiquem o tipo de movimentação deste paciente. Diversas outras soluções com o intuito de melhorar este problema foram encontradas.

Phung (2016) incluiu em sua pesquisa um colchão de mapeamento de pressão (figura 14) que foi utilizado em uma cadeira de rodas para, com o auxílio de um aplicativo em um *smartphone*, verificar e mapear as áreas de pressão, a fim de constatar se o paciente estava realizando o devido exercício indicado pelo terapeuta, com o objetivo de evitar a LP. Todavia, não menciona se há aumento do cisalhamento em contato com a parte do corpo do paciente, nem o custo deste projeto ou protótipo.

Yap *et al.* (2019) aplicam um estudo em um lar de idosos onde é usado um dispositivo individual, composto de um acelerômetro de três eixos, que envia as informações para uma tela, demonstrando em cores o tempo: verde (0-105 minutos), amarelo (105-120 minutos) e vermelho (maior 120 minutos). O sistema apresentou-se eficaz quanto ao seu objetivo, havendo uma boa aceitação por parte dos profissionais. Entretanto, houve resistência de alguns pacientes que não permitiram que lhes fosse colocado o dispositivo, além da inoperabilidade por outros profissionais que necessitariam de maior treinamento e não saberiam especificar qual dispositivo foi usado, bem como o custo de sua implementação.

Stinson *et al.* (2018) une dois dispositivos em seu estudo voltado para portadores de Lesão Medular, utilizando sensores de mapeamento de pressão e acelerômetro (figura 15), buscando melhorar o comportamento destes pacientes quando estiverem sentados.

Figura 15 – Sistema de mapeamento de pressão da interface XSensor X3 e acelerômetro Activpal3



O estudo analisou os movimentos de reposicionamento realizados dentro de um período de 1 hora de 'sentado normal' por cada participante, usando os dados dos dispositivos de Pressão e Movimento, e demonstrou que 36% dos participantes realizavam uma troca de pressão a cada 15 minutos, enquanto 43% realizavam apenas uma ou nenhuma troca de pressão dentro do período de 1h.

Todos estes sistemas se mostraram eficientes, precisos, porém computacionalmente complexos, dependentes de estruturas em nuvem, redes que necessitam de middlewares para comunicações por fio e sem monitores, sensores de valores não mencionados, e talvez financeiramente inviáveis.

Portanto, diante de todas as opções apresentadas na literatura, foi traçado o objetivo de apresentar uma solução inovadora, simples, com as seguintes características: de dimensões aceitáveis, com comunicação *wireless*, com fonte de alimentação que não necessite de fios, capaz de se comunicar diretamente a um dispositivo em *middlewares* intermediários e sem que haja interferência em decorrência de estar no interior de um prédio, que não atrapalhe a rotina dos profissionais de saúde, que proporcione o banho de leito (seja resistente a água) e possa ser diferenciado de outras soluções de outros pacientes, que sua

presença não seja responsável pelo desenvolvimento de LPP RDM (Lesão por Pressão Relacionados a Dispositivos Médicos), não seja necessária calibragem para cada paciente, de custo acessível, resistente a queda, de baixo consumo energético e durável e que sirva para o uso de pacientes acamados e sem mobilidade, obtendo um escore <11 na Escala Braden.

• **Atividade 3: Design e desenvolvimento:**

Crie o artefato. Esses artefatos são construções, modelos, métodos ou instanciações (VON ALAN *et al.*, 2004).

O artefato pode ser uma interface entre os ambientes interno e externo de um determinado sistema construído pelo homem. É projetado com o objetivo de inserir alguma mudança em um sistema, resolvendo problemas e proporcionando melhor desempenho. O resultado do estudo dos artefatos tem uma natureza prescritiva, focada para a solução de problemas (DRESCH *et al.*, 2015).

Nessa fase, é imprescindível que sejam delineadas as funcionalidades desejadas, sua arquitetura e seu desenvolvimento propriamente dito. Para tanto, o pesquisador deverá aplicar o conhecimento teórico existente, criando artefatos que suportem a solução do problema (DRESCH *et al.*, 2015).

Neste momento da pesquisa, foram definidos a arquitetura da solução proposta, quais aplicações serão usadas para construir nosso artefato, processo de desenvolvimento da solução, linguagens de programação, layouts, funcionalidades, paradigmas de programação e a execução de todo o planejamento e construção deste.

– Fase 1: Escolhas Tecnológicas

Nesta fase, buscou-se uma tecnologia que pudesse atender aos requisitos predefinidos, portanto foram pesquisadas empresas que criam e produzem placas e circuitos eletrônicos, visando tentar projetar uma tecnologia própria. Contudo, tanto empresas nacionais quanto internacionais necessitavam de um projeto desenvolvido por um engenheiro eletrônico e, assim, o custo sairia elevado demais para que este projeto fosse viável.

– Fase 2: Mudança do *Hardware*

Tornou-se necessário encontrar uma tecnologia já existente, que comportasse todos os requisitos levantados anteriormente, e não necessitasse de vários componentes, pois este material não poderia gerar trabalho e nem exigir conhecimento técnico dos profissionais da saúde, uma vez que seriam responsáveis por instalá-lo no paciente e dar as devidas manutenções no equipamento.

O primeiro passo foi tentar localizar na China empresas que fabricariam placas ou circuitos eletrônicos que comportassem a necessidade do projeto. Foram encontrados acelerômetros, porém além de serem grandes demais, necessitariam de fios que os alimentassem e os fizessem receber os dados. E assim foram identificados os Beacons.

O segundo passo foi importar alguns modelos que se apresentavam mais confiáveis, o que não se mostrou eficiente, pois não tinham uma biblioteca para recebimento dos dados ou conexão de uma plataforma ou sistema.

O terceiro passo foi buscar no Brasil um fornecedor de Beacons que pudesse auxiliar no projeto. Muitos fabricantes informaram que os produtos no mercado nacional não conseguiriam suprir à necessidade, pois os acelerômetros não eram de alta sensibilidade, ou tinham a mesma versão do BluetoothR .

No Brasil também foi localizada uma empresa que se mostrou preparada para atender aos requisitos, com um Kit de desenvolvimento. Porém, não foi obtido o suporte prometido pela mesma e nem foi possível ter acesso ou capturar a informação da alteração do acelerômetro. Tanto o suporte quanto a biblioteca de códigos não tinham a capacidade de atender à demanda.

Em busca na internet, foi localizada uma companhia nos Estados Unidos que não só fabricava suas soluções para IoT, como dentro de seu portfólio possuía beacons com acelerômetros, além de Giroscópio, Magnetômetro, sensor de temperatura e umidade, tudo no mesmo dispositivo.

Este dispositivo conta com certificações da *Federal Communications Commission (FCC)*, *UE Declaration of Conformity (DoC)* e *Innovation, Science and Economic Development Canada (ISED)*, que o garantem e o permitem ser comercializado nos EUA, UE e Canadá, sem que haja interferência em outros dispositivos eletrônicos ou de transmissão de rádio, médicos ou não.

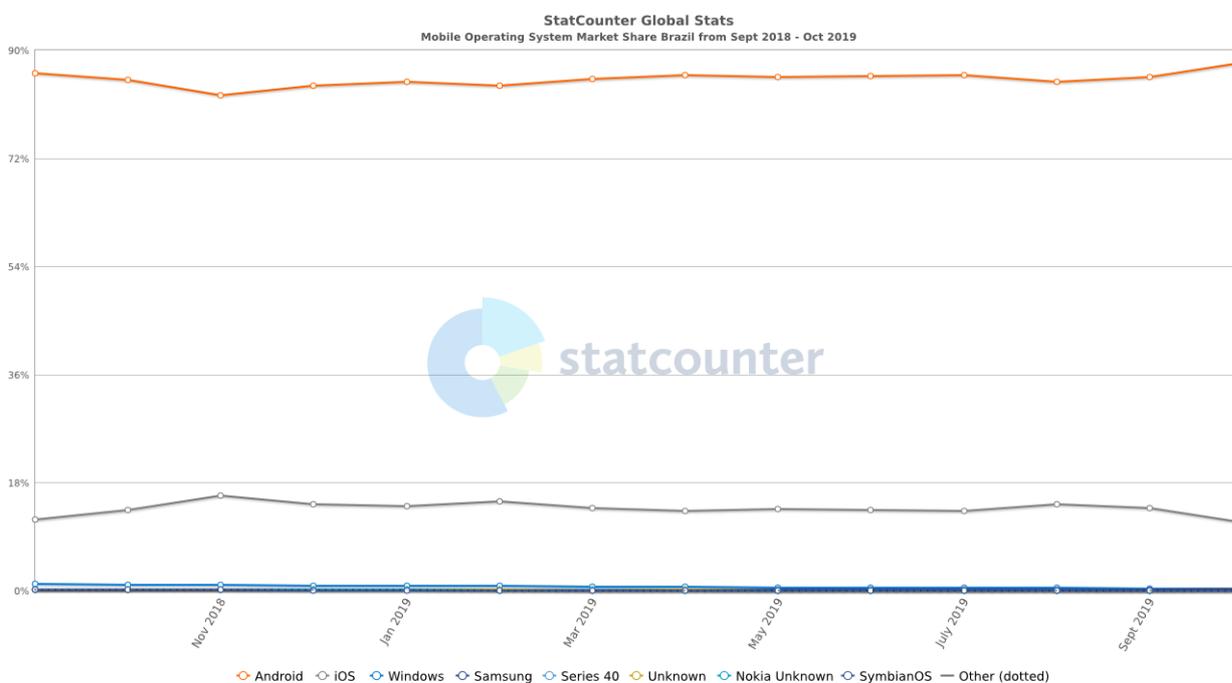
Esta foi, portanto, a alternativa mais viável para este projeto, pois além de ter uma biblioteca vasta (python, C, C++, Java), a Empresa apresenta em seu site tutoriais e vídeos demonstrativos para que desenvolvedores possam trabalhar com suas soluções.

– Fase 3: Escolha do Software

Com as escolhas dos beacons como solução tecnológica pronta capaz de suprir às necessidades, foi percebido que a Apple® tinha um marketing bem promissor para o campo, tanto que os beacons são conhecidos como Ibeacons. Todavia, a Apple não foi a única gigante a investir na tecnologia: percebendo as possibilidades do mercado, a gigante Google® também resolveu investir neste novo nicho que se apresentava e se ampliava. Con-

tudo, para definir a escolha do sistema operacional a ser utilizado, foram considerados os dados da figura 16:

Figura 16 – Participação de mercado de sistemas operacionais móveis no Brasil segundo StatCounter (2019)



Fonte – StatCounter (2019)

Assim sendo, optamos pelo uso do Android para desenvolvimento do sistema que realizará as operações desejadas.

– Fase 4: Design e Desenvolvimento da Solução

A proposta para solucionar o problema apresentado baseia-se em:

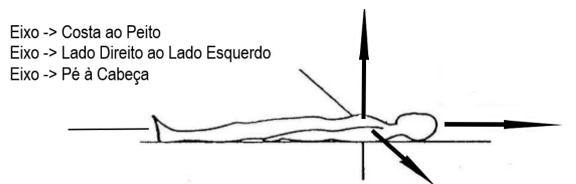
Um Beacon composto de um acelerômetro de três eixos;

Um Aplicativo de smartphone; Um Smartphone;

Um Manequim de alta fidelidade.

O manequim deitado horizontalmente nos fornecerá três eixos (conforme figura 17), o que nos possibilita verificar as alterações de posição da mudança de decúbito utilizando um acelerômetro de três eixos.

Figura 17 – Eixos corporais do manequim de alta fidelidade



Fonte – Autor

Este acelerômetro estará no beacon escolhido, colocado no peito do manequim de alta fidelidade, e trabalhará com três eixos: X, Y, Z.

A proposta é trabalhar dentro de condições ideais, sendo que os problemas advindos do comportamento do paciente em condições reais deverão ser tratados como trabalhos futuros e ajustes para aplicação real desta solução tecnológica. Desta forma, a figura 18 demonstra como funcionará a dinâmica do processo que incluirá o manequim, o beacon, o app, o Smartphone e o profissional de saúde.

Figura 18 – Ação principal da utilização do sistema sugerido

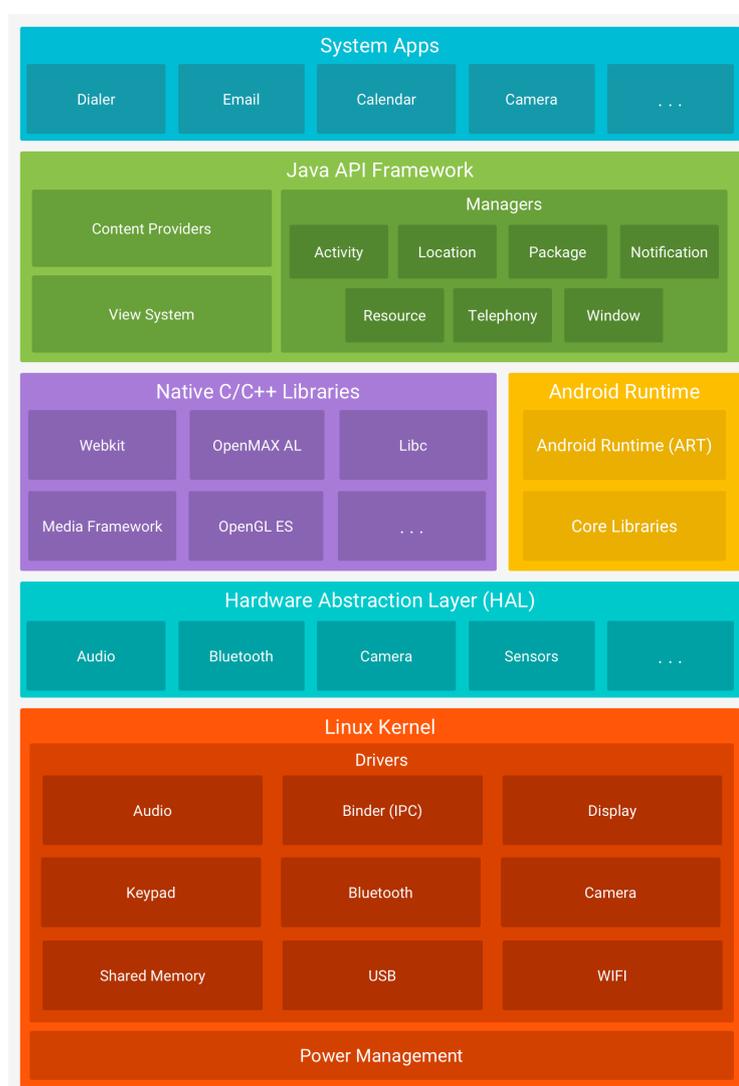


Fonte – Autor

Contudo, para que possamos entender melhor a complexidade de como isso irá funcionar, devemos compreender exatamente como funciona o sistema Android. O Android é constituído por uma arquitetura que foi evoluindo desde sua primeira versão 1.5 chamada Cupcake, até a versão 10 chamada Android 10, lançada dia 03 de setembro de 2019.

A arquitetura que utilizaremos neste projeto será a versão 9 chamada Pie, composta por uma pilha de softwares baseada em Linux, representada na figura 19.

Figura 19 – Arquitetura sistema operacioanl android



Fonte – (GOOGLE, 2019)

Este projeto possui uma das camadas mais profundas, definida como *Hardware Abstraction Layer HAL*, pois é a camada que trabalha com a conexão Bluetooth, sendo composta de interfaces que apresentam os recursos do hardware a uma

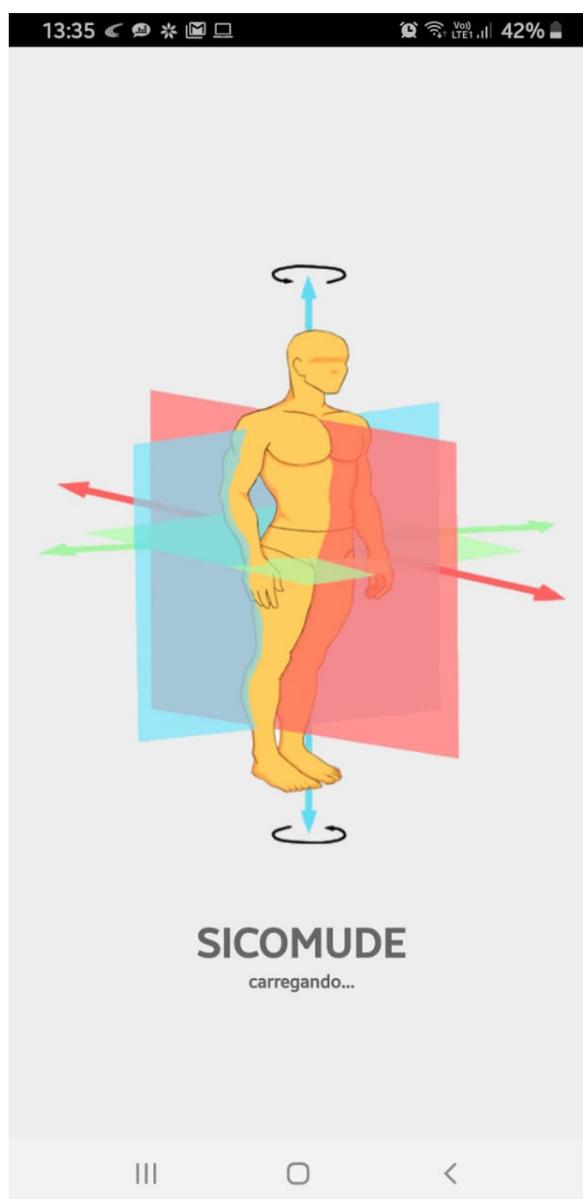
camada mais superior denominada API Java, fornecendo blocos de códigos que permitem utilizar todo o conjunto do sistema operacional Android, simplificando a reutilização dos seus principais componentes, módulos e serviços.

O sistema apresentará uma interface simples, somente para que o experimento se apresente funcional e viável para desenvolvimento, sendo que implementações mais refinadas e maiores funcionalidades serão desenvolvidas em trabalhos futuros e/ou para aplicação comercial da solução.

Portanto, a aplicação será chamada de Sistema Controle de Mudança de Decúbito (SICOMUDE), e apresentará uma tela inicial enquanto o app é carregado (*Splash Screen*), conforme figura 20.

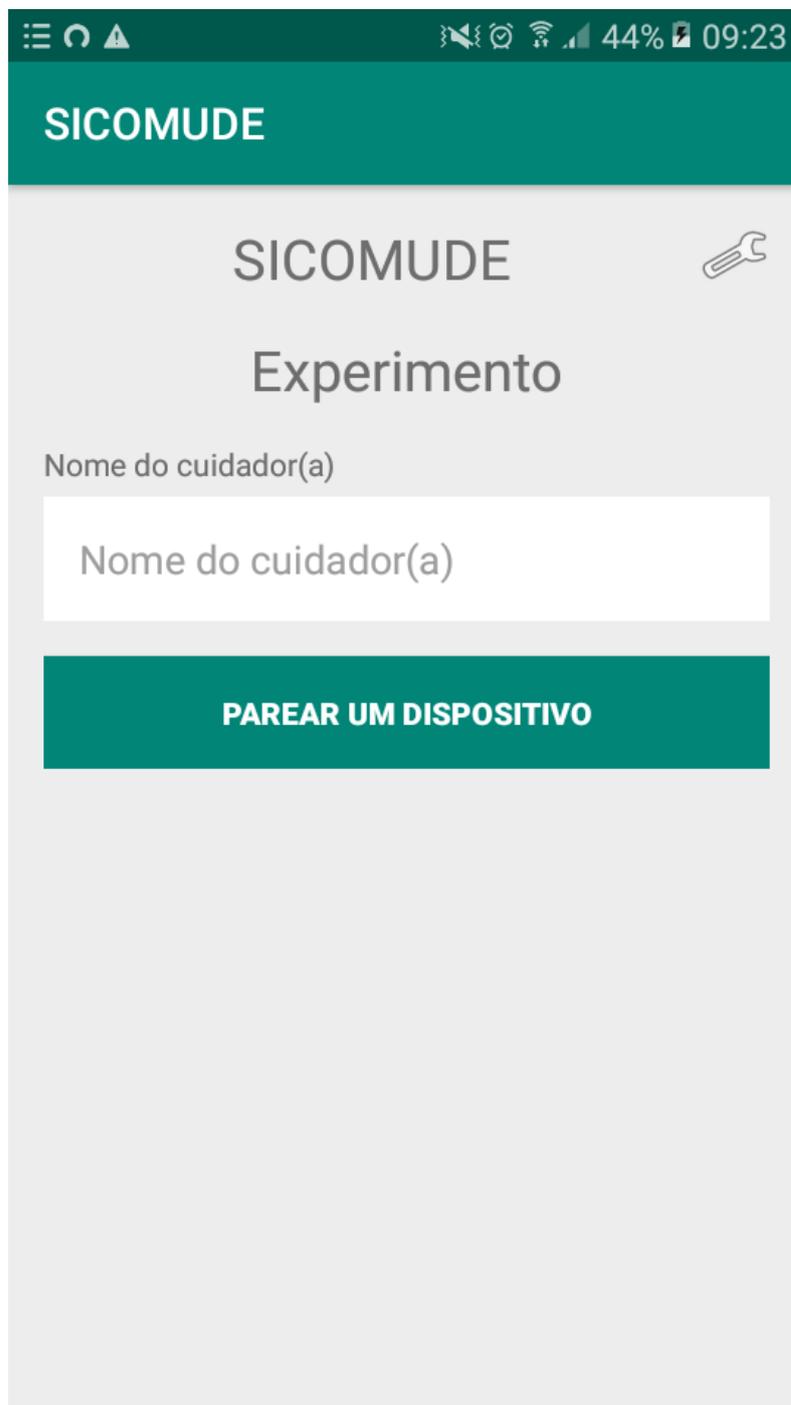
Após carregamento do aplicativo, a tela inicial do sistema apresentará um campo para armazenar a identificação do Profissional de Saúde e um botão para pareamento com o hardware proposto, conforme apresentam as figuras 21 e 22.

Figura 20 – Tela de splash screen



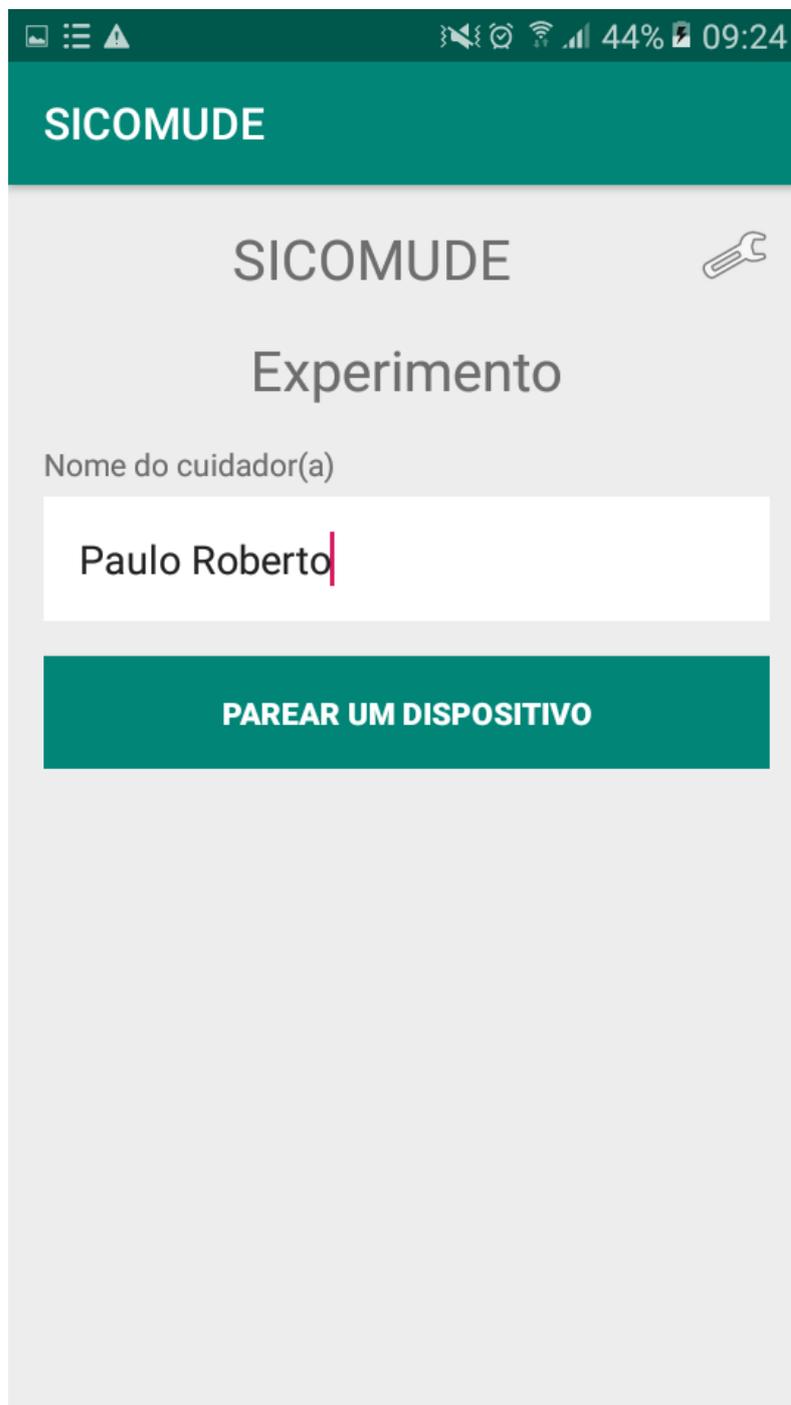
Fonte – Autor

Figura 21 – Tela inicial do sistema SICOMUDE



Fonte – Autor

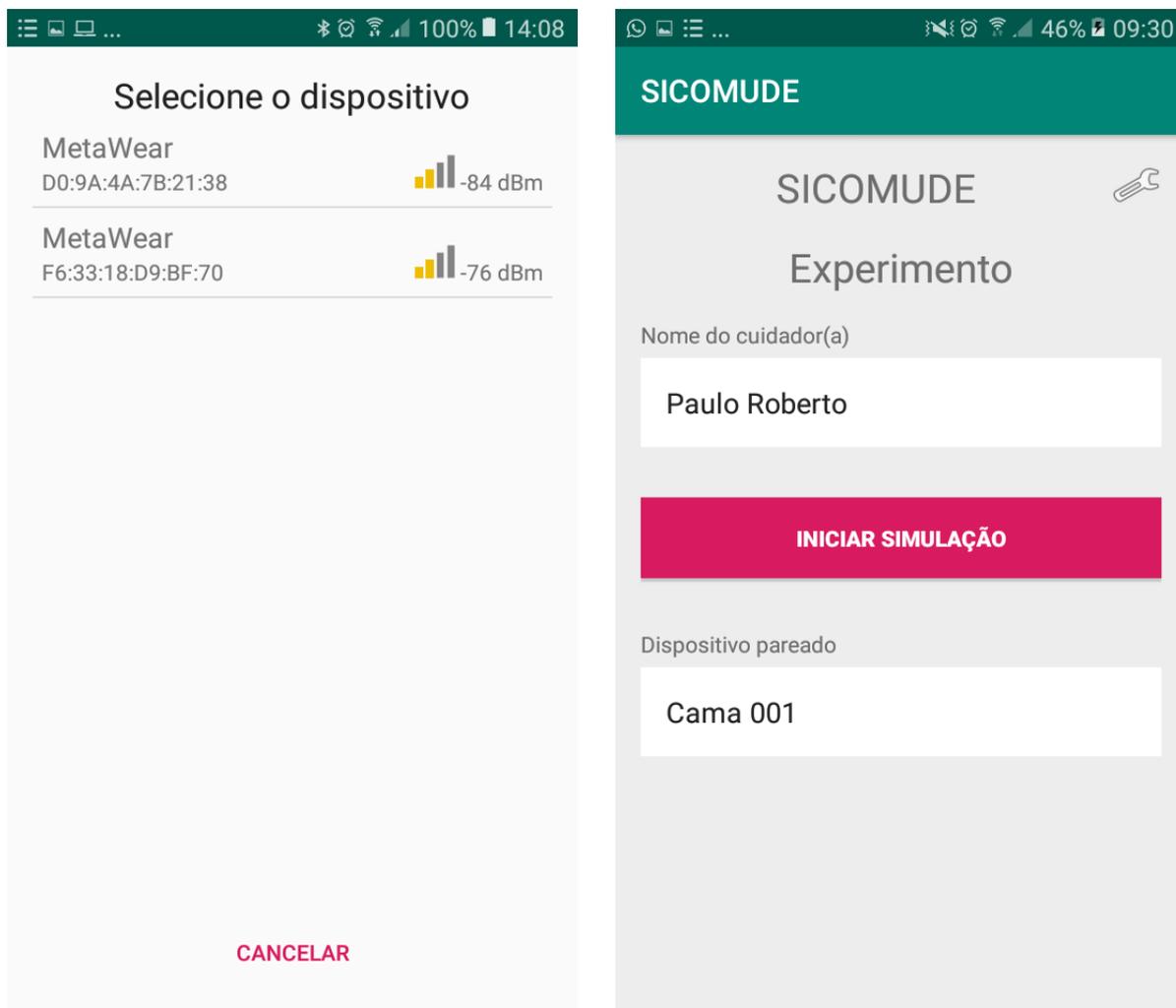
Figura 22 – Tela inicial nome do profissional de saúde



Fonte – Autor

Será escolhido dentre os dispositivos o que se deseja referenciar ao leito do paciente, conforme figura 23:

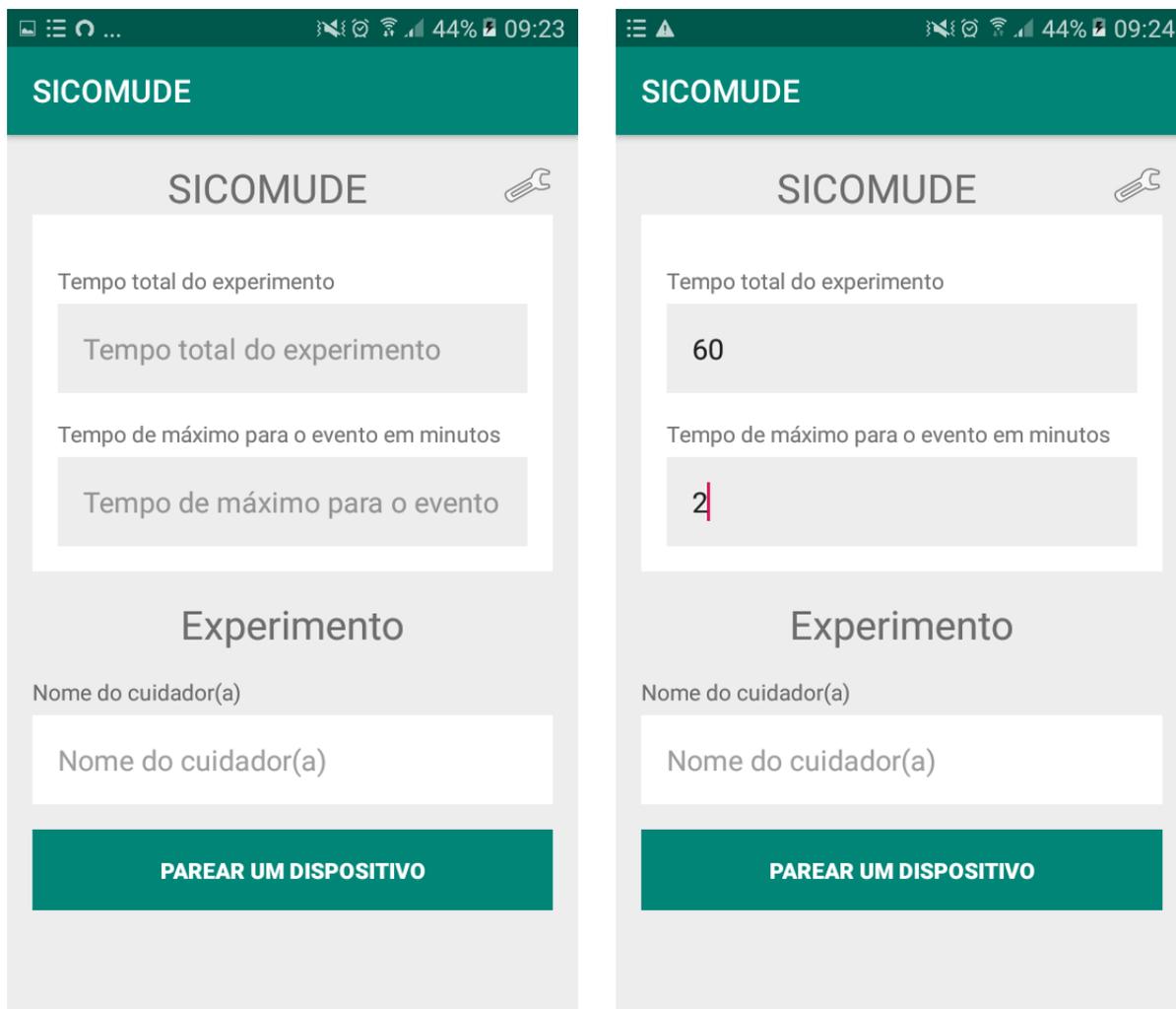
Figura 23 – Escolha do dispositivo para o pareamento e referenciamento do dispositivo ao leito do paciente



Fonte – Autor

Após pareado e associado ao leito, realizaremos as configurações pertinentes à simulação do sistema, clicando na imagem de uma "chave de boca" e definindo o tempo total do experimento, bem como o período de cada evento da mudança de decúbito, conforme figura 24:

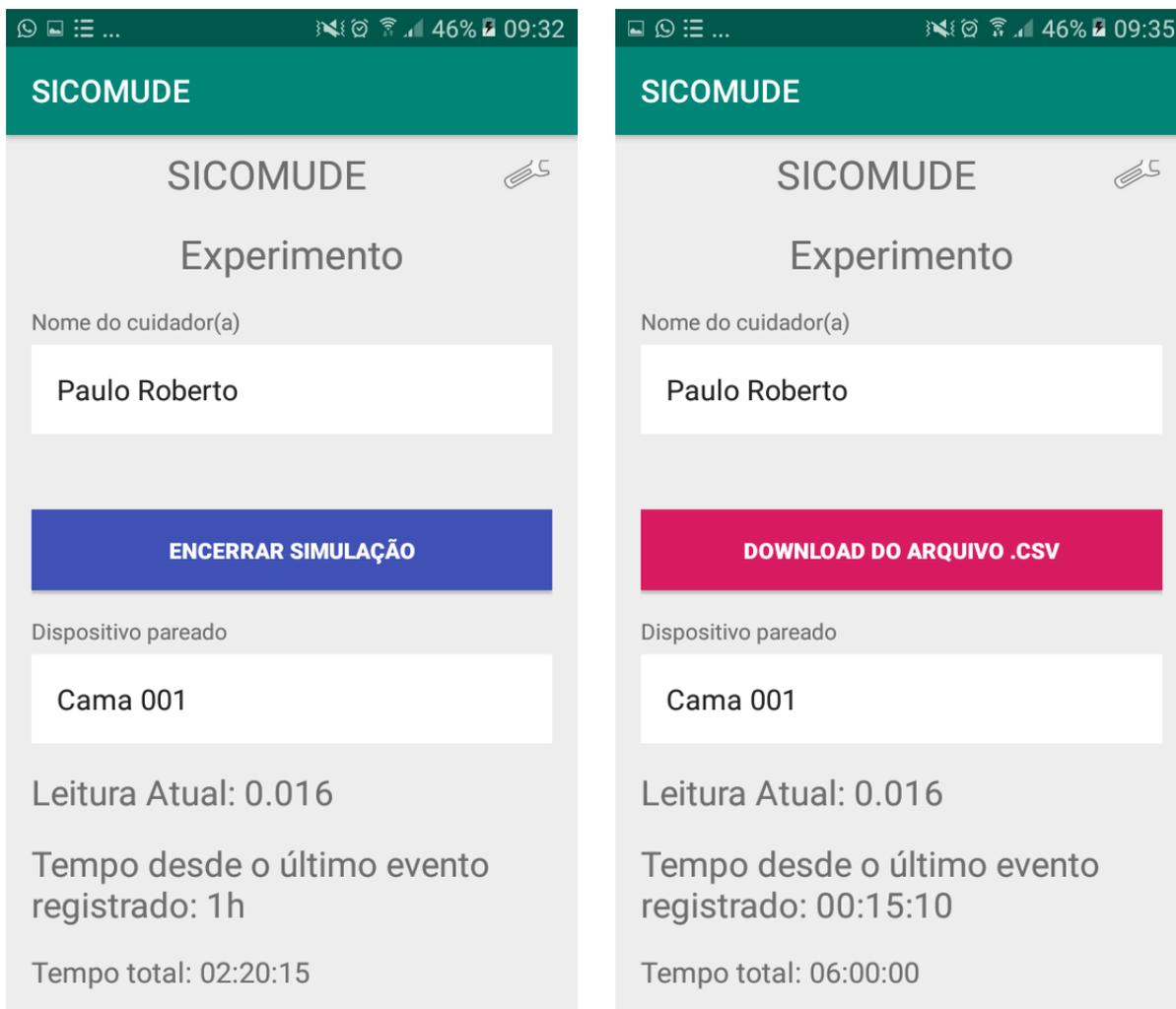
Figura 24 – Configuração do sistema - tempo total do experimento e tempo de cada evento (mudança de decúbito):



Fonte – Autor

Diante de todos os dados e configurações realizadas, inicia-se a simulação dos eventos, armazenando em banco os dados e gerando um arquivo .csv, para melhor visualizá-los, conforme figura 25:

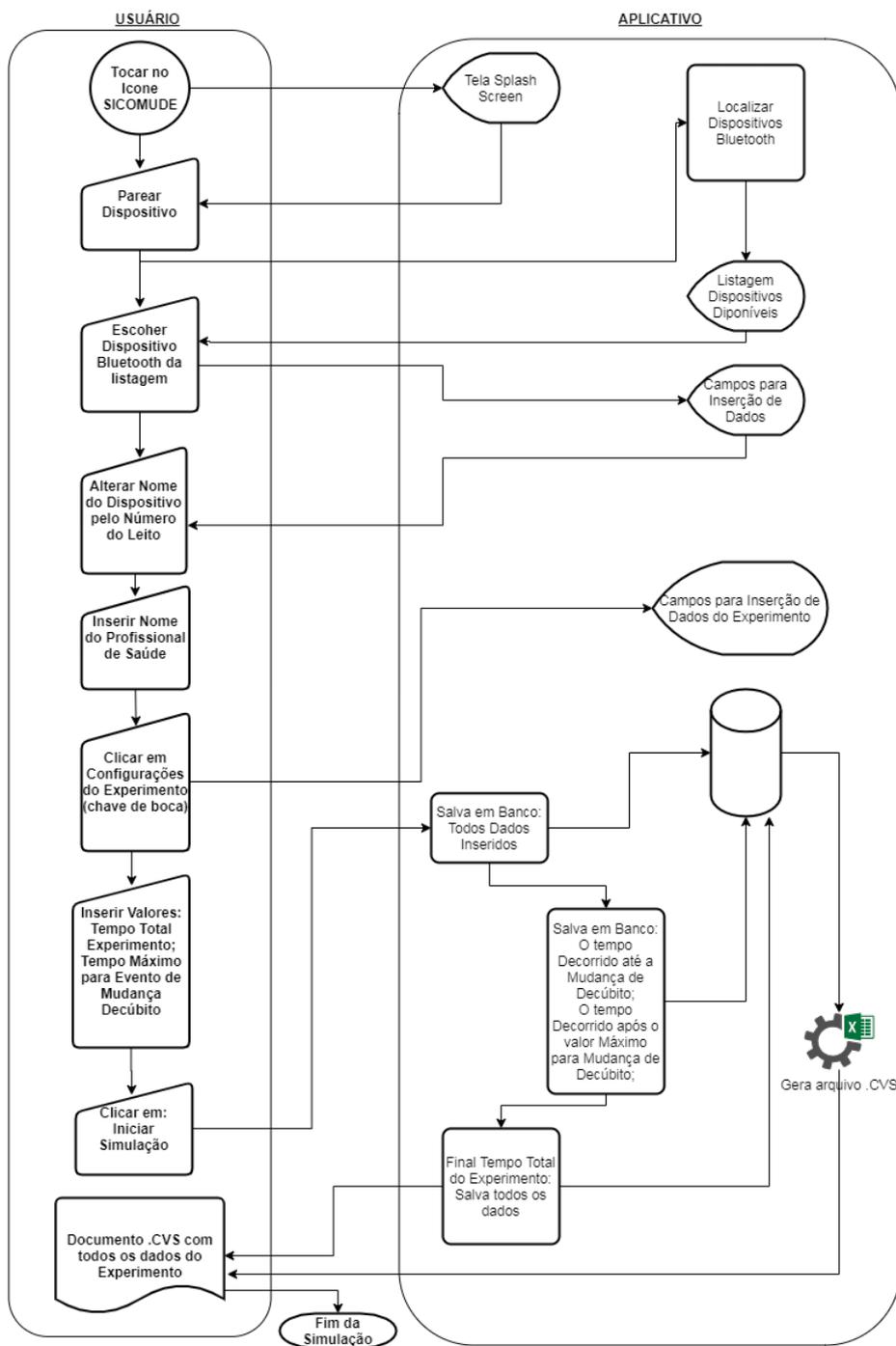
Figura 25 – Execução da simulação, armazenamento dos dados e exportação em arquivo .csv:



Fonte – Autor

Apresentamos de forma simplificada, através de um fluxograma Operacional, como será a interação Usuário e aplicativo, conforme figura 26:

Figura 26 – Fluxograma operacional usuário/aplicativo



Fonte – Autor

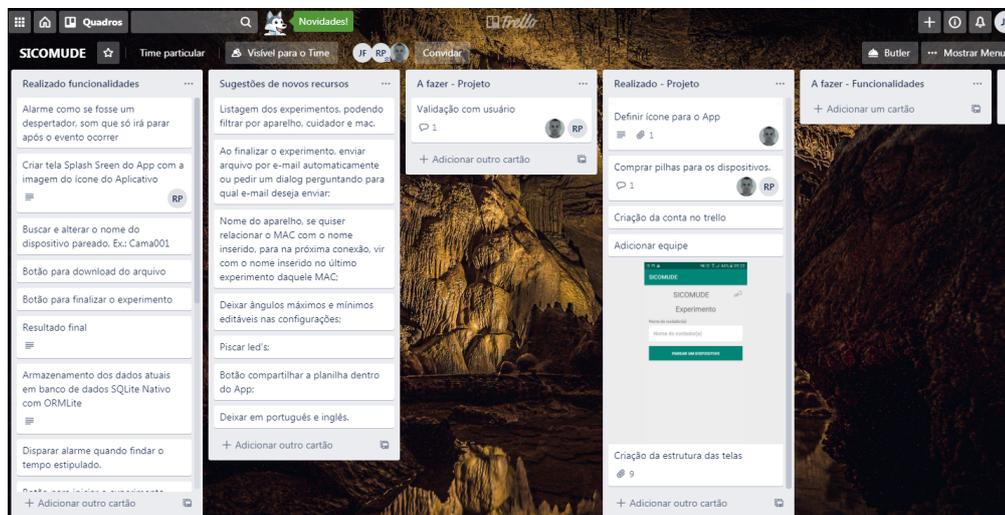
– Fase 5: Escolha metodologia de Desenvolvimento.

Existe hoje uma variedade de metodologias de desenvolvimento de programas de informática, papel que motiva à Engenharia de Softwares desempenhar com maestria a criação de ferramentas, procedimentos e métodos para esse fim. *SCRUM*, *eXtreme Programming*, *Test Driven Development*, *LEAN* fazem parte do conjunto de metodologias chamadas ágeis. Estas foram elaboradas a partir do ano de 2001, com a criação do manifesto ágil que traz basicamente quatro valores: interação com o cliente, software em funcionamento, mais código e menos documentação e receptividade a mudanças (CALVETTI *et al.*, 2019).

Para o desenvolvimento deste artefato, optamos em utilizar o *SCRUM* e o *kanban*, este último representado pela ferramenta digital de nome Trello, encontrada através do site <https://trello.com/pt-BR>.

Realizada a reunião para levantamento de requisitos, definimos o nome para o projeto, realizamos o Product Backlog e estabelecemos as prioridades de desenvolvimento e as Sprints, conforme figura 27:

Figura 27 – Apresentação ferramenta Trello (*kanban*) Projeto SICOMUDE



Fonte – Autor

• Fase 6: Escolha banco de dados:

Escolher o Banco de Dados para um projeto, diante de tantas opções e paradigmas, é uma tarefa um tanto difícil, considerando que devemos pensar no futuro, na necessidade vindoura, no crescimento deste projeto e no que ele poderá suportar quando se fala de conexões, gravações, pesquisas e alterações simultâ-

neas, capacidade de fila de espera, escalabilidade e diversas preocupações no que tange à integridade e confiabilidade dos dados.

Porém, como este projeto se trata de um protótipo não comercial, buscou-se focar em um produto gratuito para uso com qualquer finalidade, comercial ou privada, leve, configuração zero, que não necessitasse de um servidor de banco de dados, que fosse rápido e capaz de armazenar os dados localmente sem onerar muito a memória do celular.

Nestes requisitos e segundo o site SQLite (2020), o SQLite encaixou-se perfeitamente dentro das necessidades estabelecidas, sendo o banco de dados mais amplamente implantado no mundo, com incalculáveis aplicativos, incluindo projetos de alto nível como a Biblioteca do Congresso dos EUA, com visualizações, índices, tabelas e gatilhos dentro de um único arquivo em disco, ocupando no máximo 500KB com todos os recursos ativados, suportando Sistemas Operacionais de 32 e 64 bits, funcionando muito bem inclusive em aplicações *on-line* de baixo e médio tráfego.

Uma dessas aplicações utilizadas foi o ORMLite (*Object Relational Mapping Lite*), ferramenta que utiliza o JDBC (*java Database Connectivity*) para conexão com vários Bancos de Dados, oferecendo facilidade e leveza na persistência de dados conforme informações oficiais da ferramenta (GRAY WATSON SOB A LICENÇA CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION-SHARE ALIKE 3.0, 2020).

Para futura análise de dados, o SQLite pode utilizar tanto linhas de comando no Shell como inúmeros programas de acesso ao SQLite de terceiros, Python, R, e outras linguagens usando os adaptadores disponíveis no mercado, além de conseguir realizar leituras e gerar arquivos .csv com facilidade e rapidez.

- Fase 7: Escolha da IDE

Diante de tantas ferramentas disponíveis no mercado, optamos pela IDE padrão do desenvolvimento Android, o AndroidStudio.

Conforme (GOOGLE LLC, 2020), é um *Integrated Development Environment* - IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) para desenvolvimento de aplicativos Android, oferecendo recursos focados na produtividade como:

- Um emulador rápido;
- Ambiente unificado para todos os dispositivos Android;
- Modelos de códigos e capacidade de integrar-se com GitHub;
- Testes;
- Ferramentas e Frameworks melhorando usabilidade e detecções de desempenho;

- Compatibilidade com Google Cloud Platform e C++;

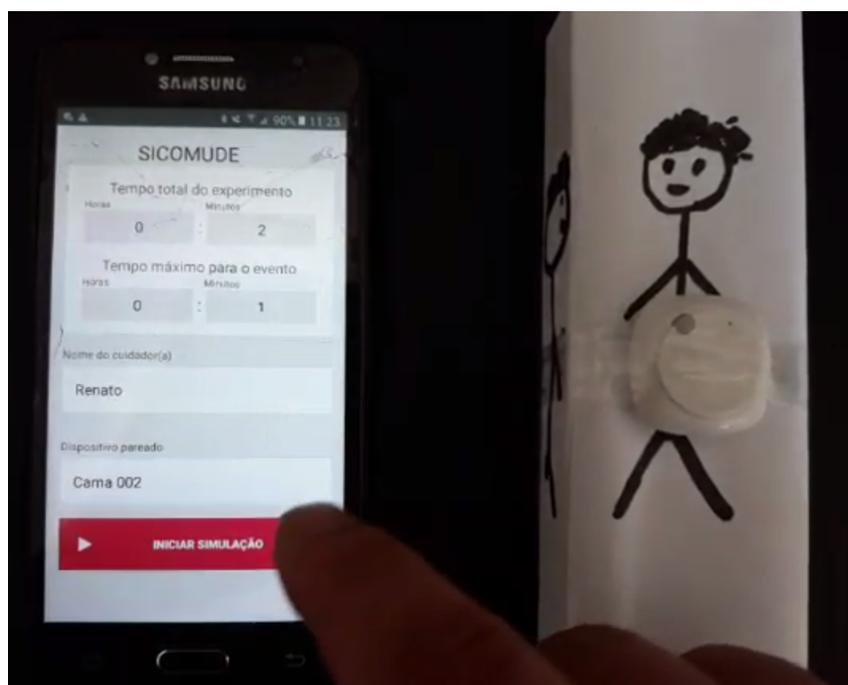
Atividade 4: Demonstração: Demonstrar o uso do artefato para solucionar o problema apresentado. Esta etapa pode ser elaborada através de experimentação, simulação, estudo de caso, prova ou outra atividade apropriada (DRESCH *et al.*, 2015; PEFFERS *et al.*, 2007).

Finalizando a pesquisa nesta etapa, foi realizada uma simulação em um laboratório, dentro de condições ideais, controladas e minimalistas, utilizando um boneco humanoide, buscando comprovar que a solução proposta é um protótipo eficaz para resolver o problema aqui estudado.

- Experimentação - experimento de teste

Realizamos o teste em uma caixa de formato retangular (aproximadamente 15X7cm), simulando o corpo do paciente, mostrando que o dispositivo Beacon realizou com sucesso a conexão com o aplicativo desenvolvido e instalado em um celular, conforme figura 28:

Figura 28 – Apresentação do protótipo teste simulando com uma caixa



Fonte – Autor

Para realizar o experimento teste, utilizamos uma escala de tempo onde cada minuto representa uma hora. Portanto, simulamos 2 horas de cuidados em 2 minutos, utilizando o protocolo de alternância de decúbito a cada 1 hora, ou seja, 1 minuto, conforme figuras 29, 30, 31, 32, 33:

Figura 29 – Teste do protótipo simulando com uma caixa

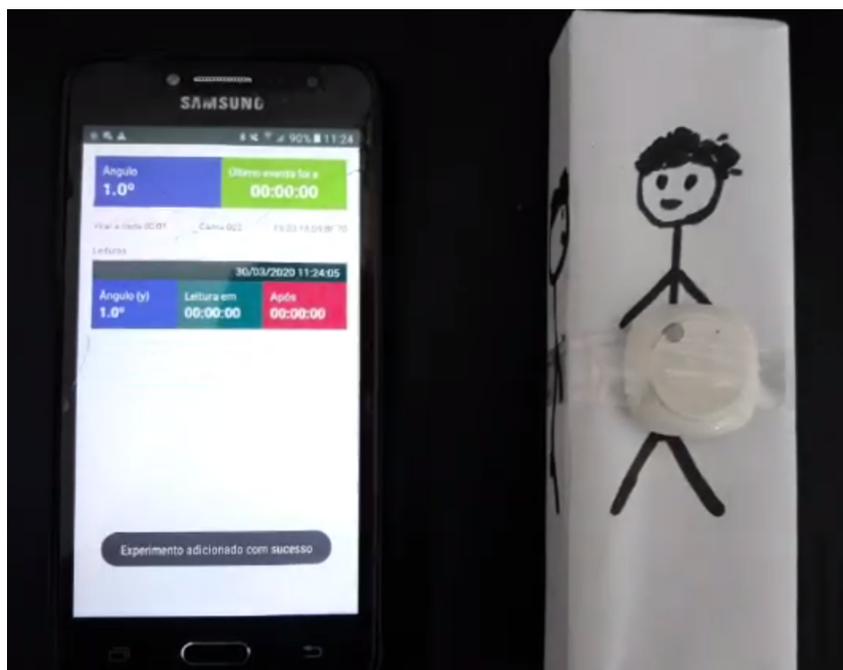
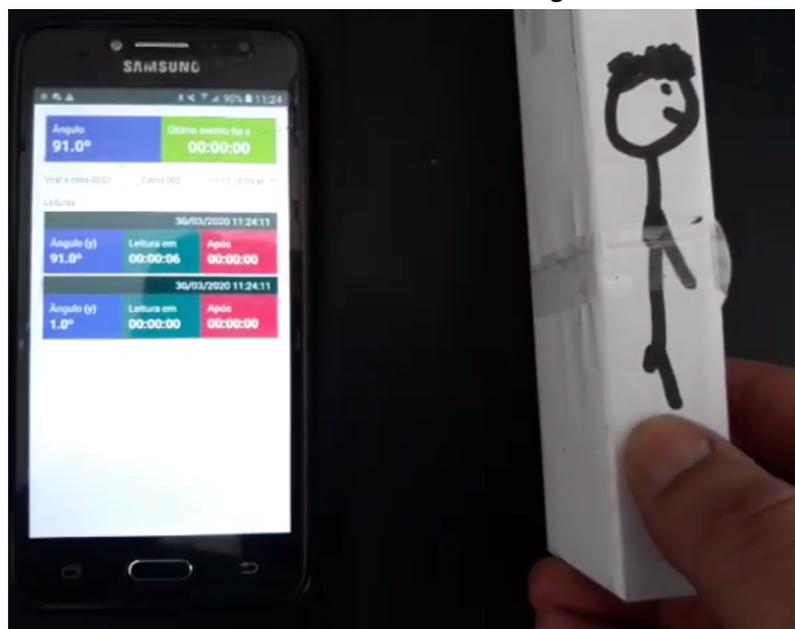


Figura 30 – Teste do protótipo simulando registro da mudança de decúbito e início da nova contagem



Fonte – Autor

Figura 31 – Teste do protótipo simulando registro da mudança de decúbito e início da nova contagem

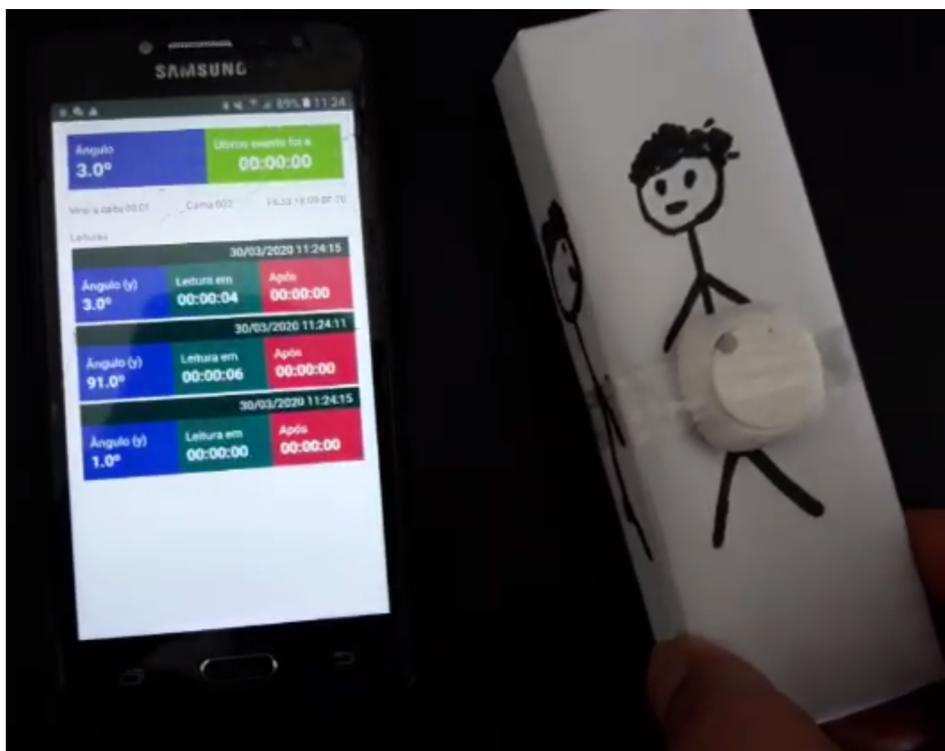
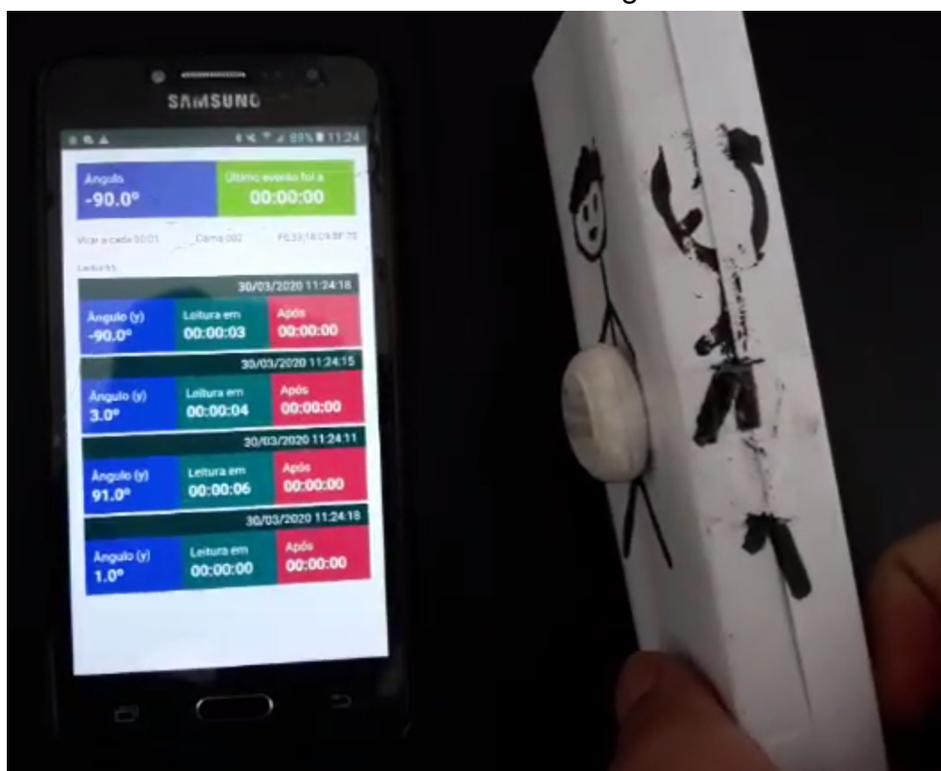
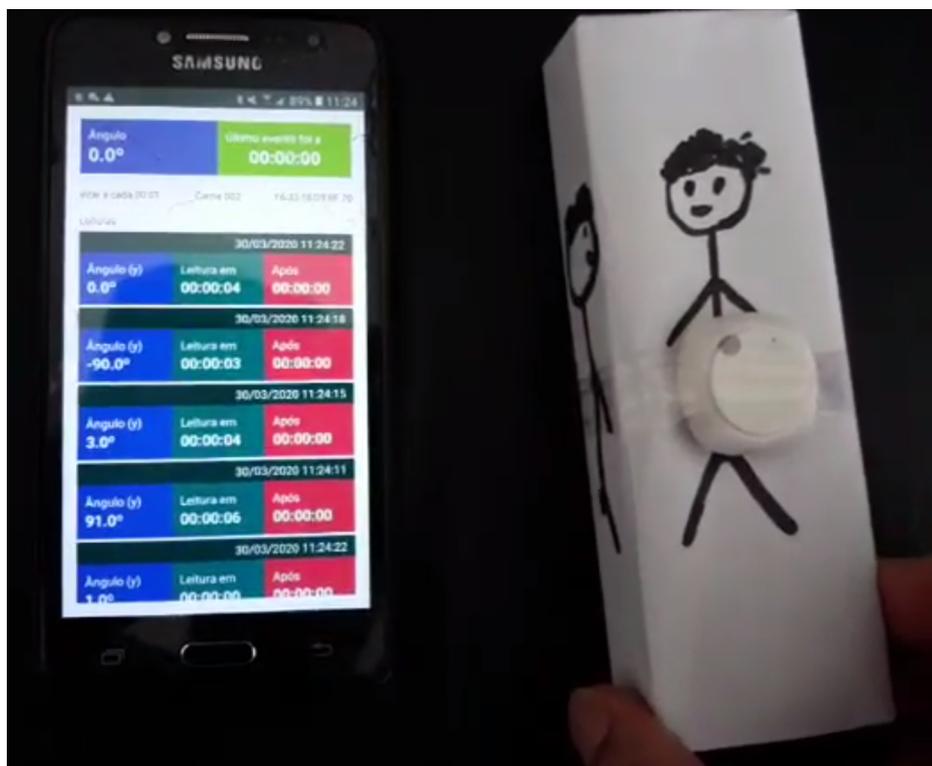


Figura 32 – Teste do protótipo simulando registro da mudança de decúbito e início da nova contagem



Fonte – Autor

Figura 33 – Teste do protótipo simulando registro da mudança de decúbito e início da nova contagem



Fonte – Autor

Foi realizado um teste para verificar que o movimento de outro eixo não iria interferir na leitura, o que se mostrou promissor, pois ao levantar a caixa em um movimento vertical, simulando cabeça e pés do desenho, não houve registro da alteração de decúbito, demonstrando êxito na leitura do sensor, conforme figuras 34 e 35:

Figura 34 – Teste do protótipo simulando movimento vertical

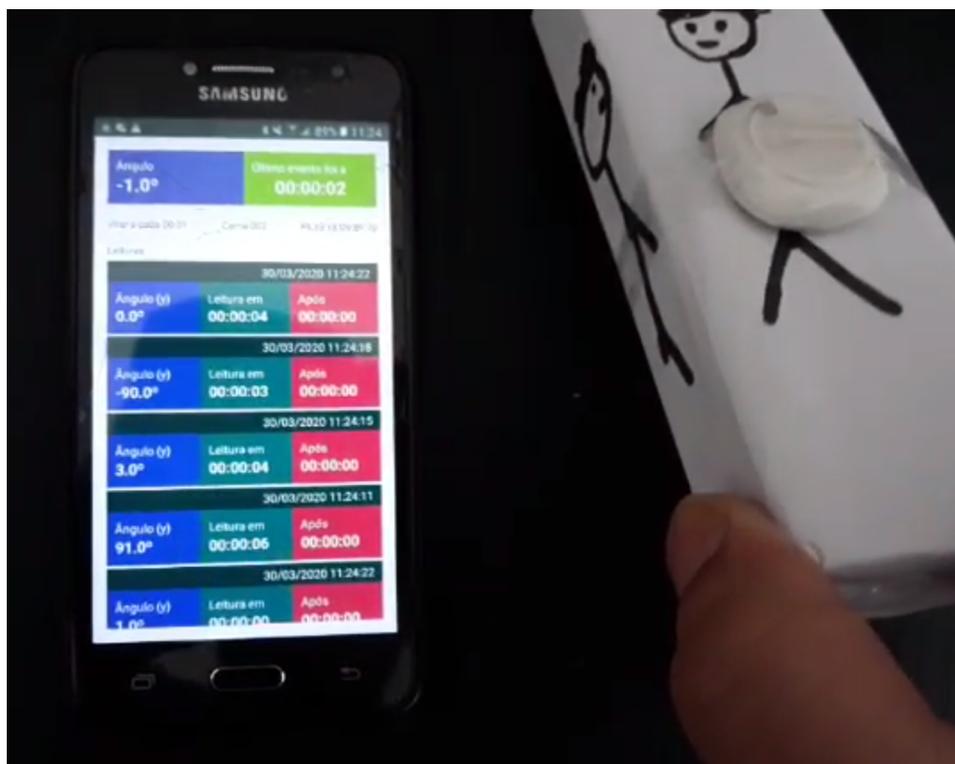
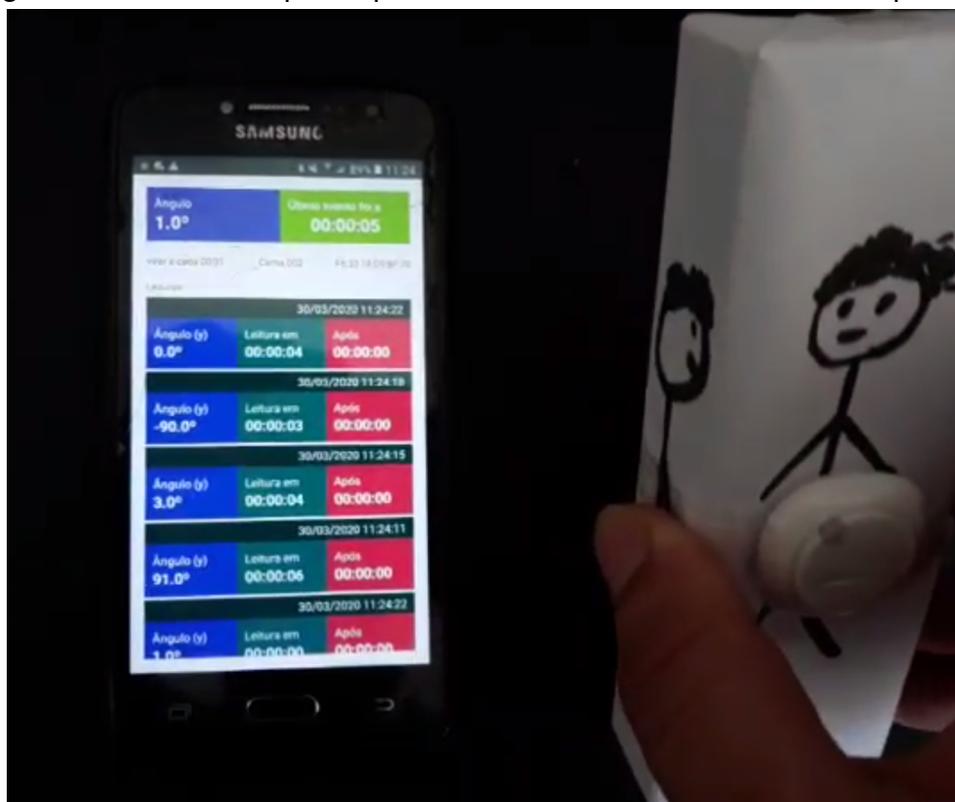


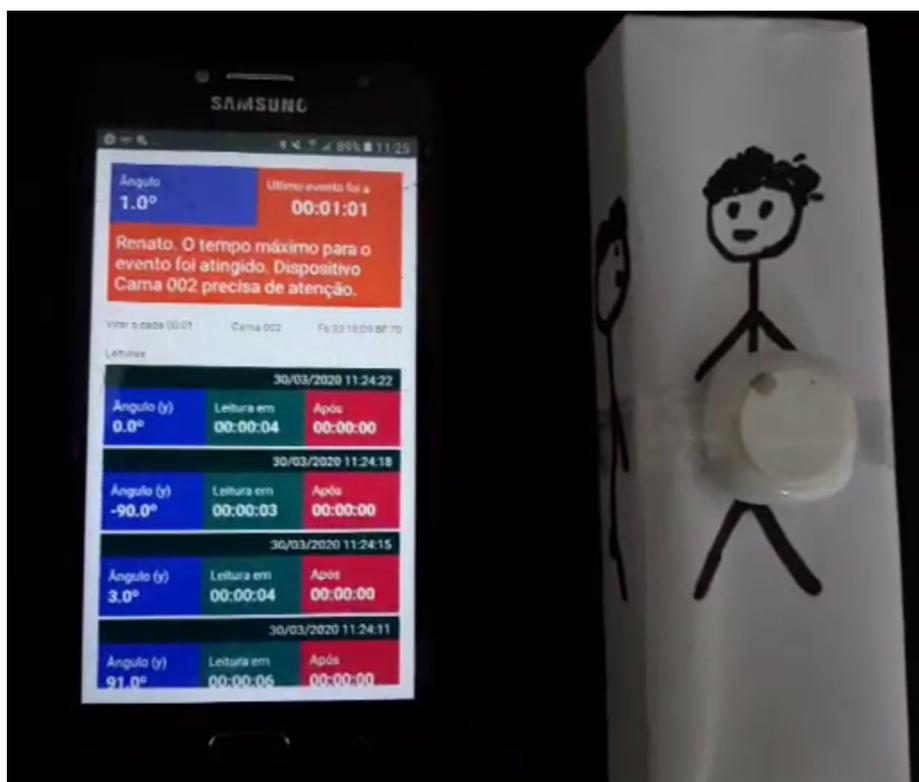
Figura 35 – Teste do protótipo simulando movimento vertical do protótipo



Fonte – Autor

Também foi realizado um teste que ultrapassou o tempo limite para a mudança de decúbito, disparando um alarme sonoro e uma apresentação visual para informar que o tempo já havia sido concluído, mais uma vez mostrando que a programação funcionou de acordo com o planejado, conforme figura 36:

Figura 36 – Teste do protótipo demonstrando alarme e apresentação visual



Fonte – Autor

Foram seguidas as etapas apresentadas pelas imagens, chegando ao final do experimento e gerando os arquivos .csv correspondentes aos atrasos e armazenamentos das movimentações realizadas pela caixa, conforme apresentam as figuras 37, 38, 39, 40, 41:

Figura 37 – Teste do protótipo gerando, baixando e abrindo o arquivo .csv

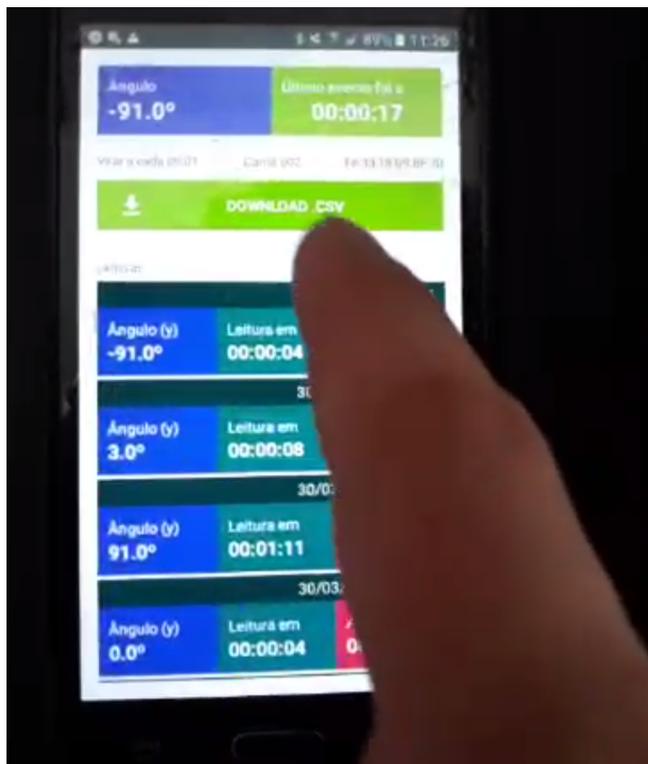
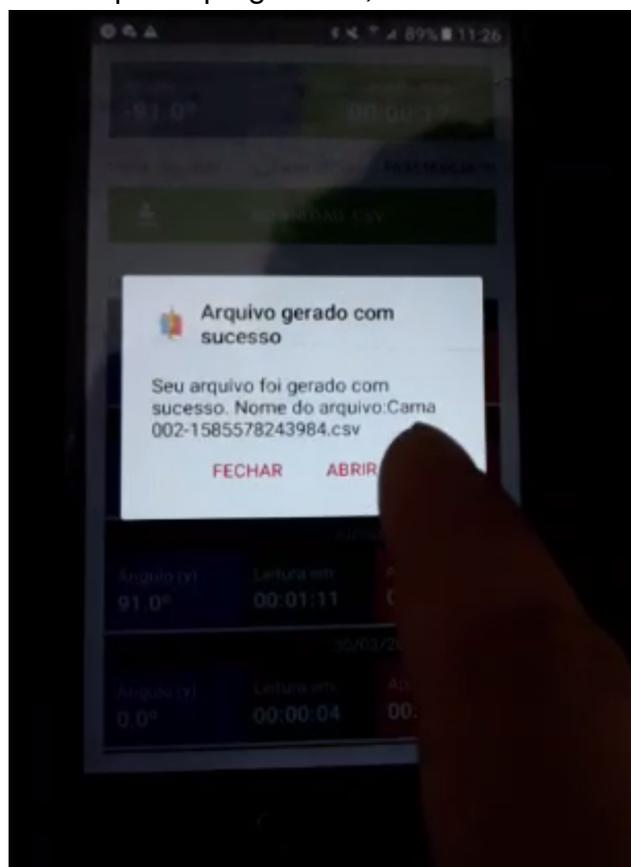


Figura 38 – Teste do protótipo gerando, baixando e abrindo o arquivo .csv



Fonte – Autor

Figura 39 – Teste do protótipo gerando, baixando e abrindo o arquivo .csv

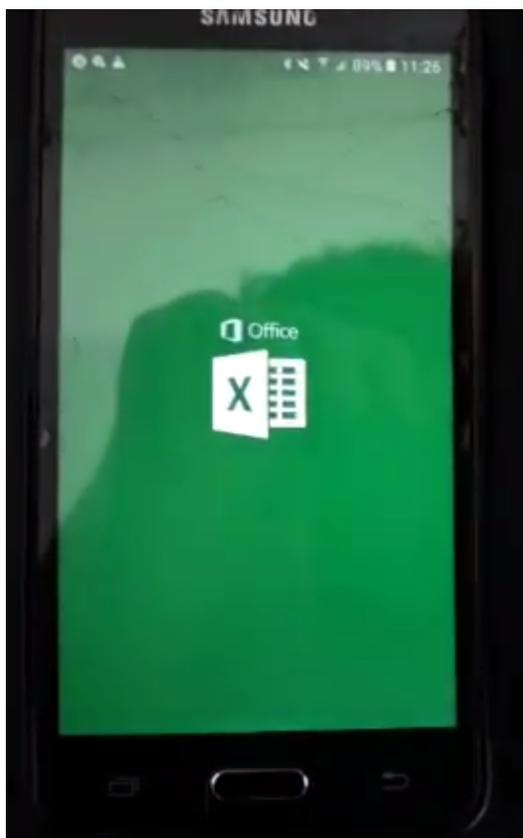
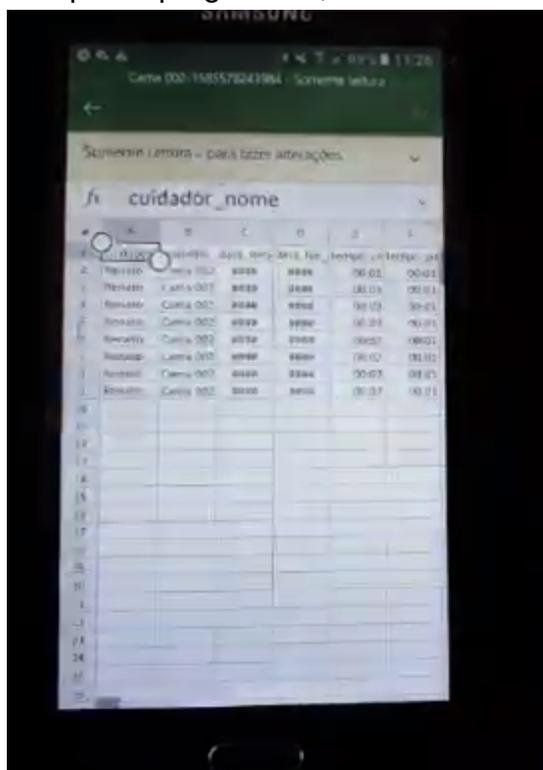
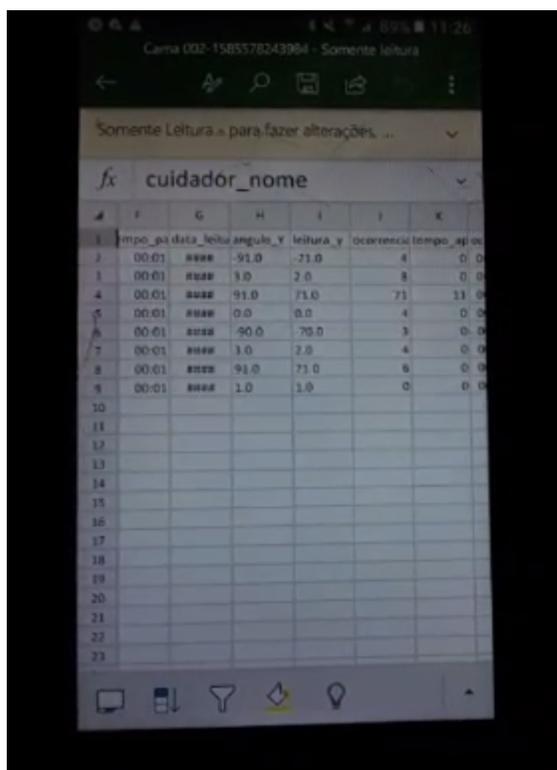


Figura 40 – Teste do protótipo gerando, baixando e abrindo o arquivo .csv



Fonte – Autor

Figura 41 – Teste do protótipo gerando, baixando e abrindo o arquivo .csv



The image shows a smartphone screen displaying a CSV file named 'cuidador_nome'. The file is open in a mobile application, and the data is presented in a table format. The table has columns for 'tempo', 'data', 'leitura', 'angulo', 'y', 'ocorrencia', 'tempo', and 'ap'. The data rows show various numerical values for these columns, with some cells containing '####' which likely represents missing or masked data.

#	F	G	H	I	J	K	L
1	tempo	data	leitura	angulo	y	ocorrencia	tempo
2	00:01	####	91.0	71.0		6	0.0
3	00:01	####	1.0	2.0		8	0.0
4	00:01	####	91.0	71.0		73	11.0
5	00:01	####	0.0	0.0		4	0.0
6	00:01	####	90.0	70.0		3	0.0
7	00:01	####	1.0	2.0		4	0.0
8	00:01	####	91.0	71.0		6	0.0
9	00:01	####	1.0	1.0		0	0.0
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

Fonte – Autor

A próxima etapa é a simulação em laboratório com manequim, simulando a utilização real em um ser humano.

- Simulação em Laboratório com Manequim

Foi realizada a simulação com um manequim, utilizado em treinamentos e capacitações na área da saúde, com a finalidade de não expor pessoas ao experimento.

Este manequim é articulado e possui dimensões e aparência humana, para que os treinamentos e capacitações sejam o mais próximo possível da realidade.

Além do manequim, empregamos também uma mesa plana com lençol para simular uma cama, um rolinho de espuma utilizado habitualmente na mudança de decúbito para manter o paciente na posição desejada, um travesseiro, um avental colocado no manequim e a ajuda de dois técnicos de enfermagem.

O teste foi realizado com o período total do experimento de 12 minutos, correspondendo a um plantão de 12 horas, onde cada minuto corresponde a uma hora.

O tempo máximo para o evento, simulando a mudança de decúbito, foi de dois minutos, correspondendo a duas horas entre as alternâncias.

O manequim foi posicionado na mesa de decúbito dorsal, vestido com o avental e com travesseiro sob a cabeça. Logo após, um dos técnicos posicionou o beacon no tórax do manequim, que serviu para monitorar seus movimentos.

Após isso foi:

- Iniciado o aplicativo;
- Realizada a configuração de tempo mencionada acima;
- Feito o pareamento do dispositivo;
- Alterado o nome do dispositivo para o número do Leito/Paciente;
- Inserido o nome do profissional de saúde que colocou o sensor no peito do manequim;
- Iniciada a simulação.

A mudança de decúbito foi realizada com a ajuda de dois profissionais de enfermagem, como de rotina ocorre dentro de uma instituição de saúde

Da primeira vez, após o alarme sonoro disparar, os dois profissionais realizaram a manobra utilizando o rolinho para apoiar as costas do manequim com o intuito de deixá-lo em posição lateral, o que se repetiu por mais oito vezes, pois duas mudanças foram executadas com o tempo aproximado de um minuto para ver se o sensor iria interromper a contagem e reiniciá-la, como havia sido programado.

- Apresentação dos dados mensurados

O experimento não se comportou de maneira satisfatória, tornando-se problemático para leitura nas mudanças de decúbito.

Atividade 5: Avaliação:

Essa fase envolve a comparação dos requisitos definidos na segunda etapa com os resultados reais observados do uso do artefato na simulação. Caso o resultado encontrado não seja o esperado, poderá retornar à etapa de projeto e desenvolvimento, a fim de criar um novo artefato (DRESCH *et al.*, 2015; PEFFERS *et al.*, 2007).

- Voltando ao código

O resultado da sensibilidade da leitura do sensor não foi considerado satisfatório e foi percebido que cada situação de mudança de decúbito era única, e que em todas elas, o manequim se posicionava de maneira diferente. O teste com a caixa, mostrou-se ineficiente, pois como a mudança de posição da caixa apresentava-se sempre em 90 graus, a leitura era sempre assertiva.

Com isso, chegamos à conclusão de que as definições sobre os graus de leitura do sensor, no que se refere ao posicionamento do manequim, não poderiam ficar

estáticos e devido a esse motivo, foram inclusos na tela de configurações dois campos, que permitisse o reconhecimento do decúbito dorsal, assim como a angulação dos decúbitos laterais.

- Retornando à Atividade 4

Desenvolvida a solução proposta, retornamos à fase 4 da metodologia DSRM conforme Dresch *et al.* (2015), e iniciamos a avaliação do protótipo indicado para a resolução do problema estudado.

Novamente foram utilizados os mesmos materiais para a realização da tarefa.

O teste foi realizado com o período total do experimento de 12 minutos, correspondendo a um plantão de 12 horas, onde cada minuto equivale a uma hora.

O tempo máximo para o evento de simulação da mudança de decúbito foi de dois minutos, correspondendo a duas horas entre as alternâncias.

O manequim foi posicionado na mesa de decúbito dorsal, vestido com o avental e com travesseiro sob a cabeça. Logo após, um dos técnicos de enfermagem posicionou o beacon no peito do manequim para monitorar seus movimentos.

Após isso foi:

- Iniciado o aplicativo;
- Realizada a configuração de tempo mencionada acima;
- Inserida a configuração da angulação do decúbito dorsal e lateral em 8º e 30º, respectivamente.
- Feito o pareamento do dispositivo,
- Alterado o nome do dispositivo para o número do Leito/Paciente;
- – Inserido o nome do profissional de saúde que colocou o sensor no peito do manequim;
- – Iniciada a simulação.

Dados conforme apresentado pelas figuras: 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 e 49.

Figura 42 – Manequim de fidelidade posicionado.



Figura 43 – Colocação do sensor



Figura 44 – Iniciado o Aplicativo



Fonte – Autor

Figura 45 – Realizadas as Configurações.

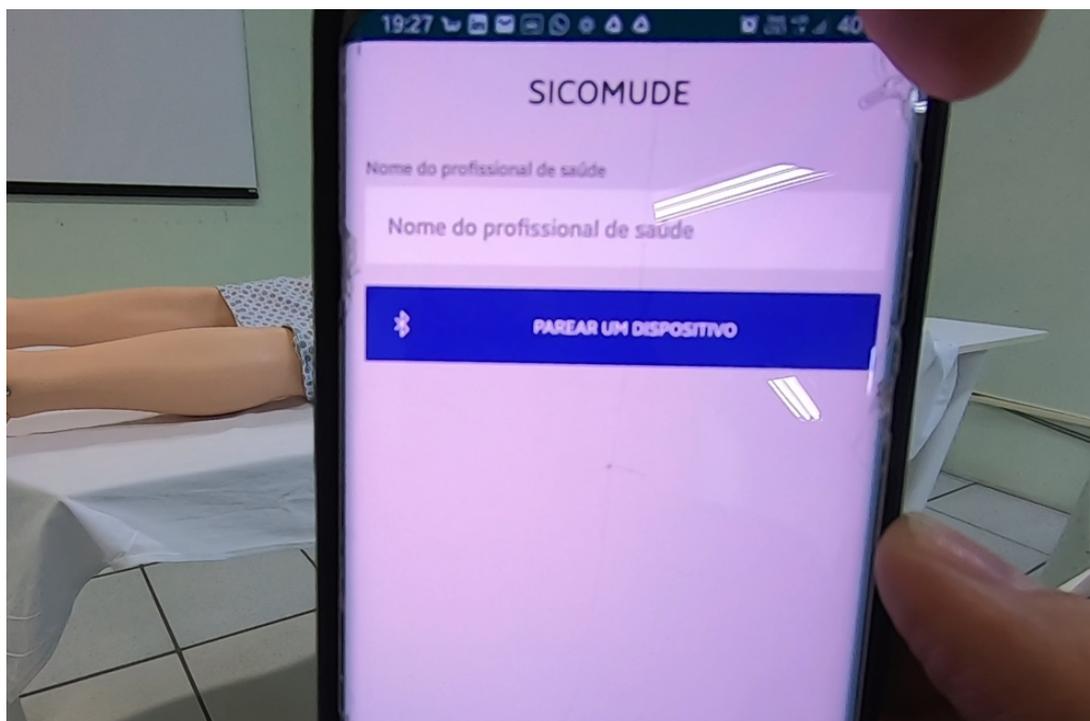
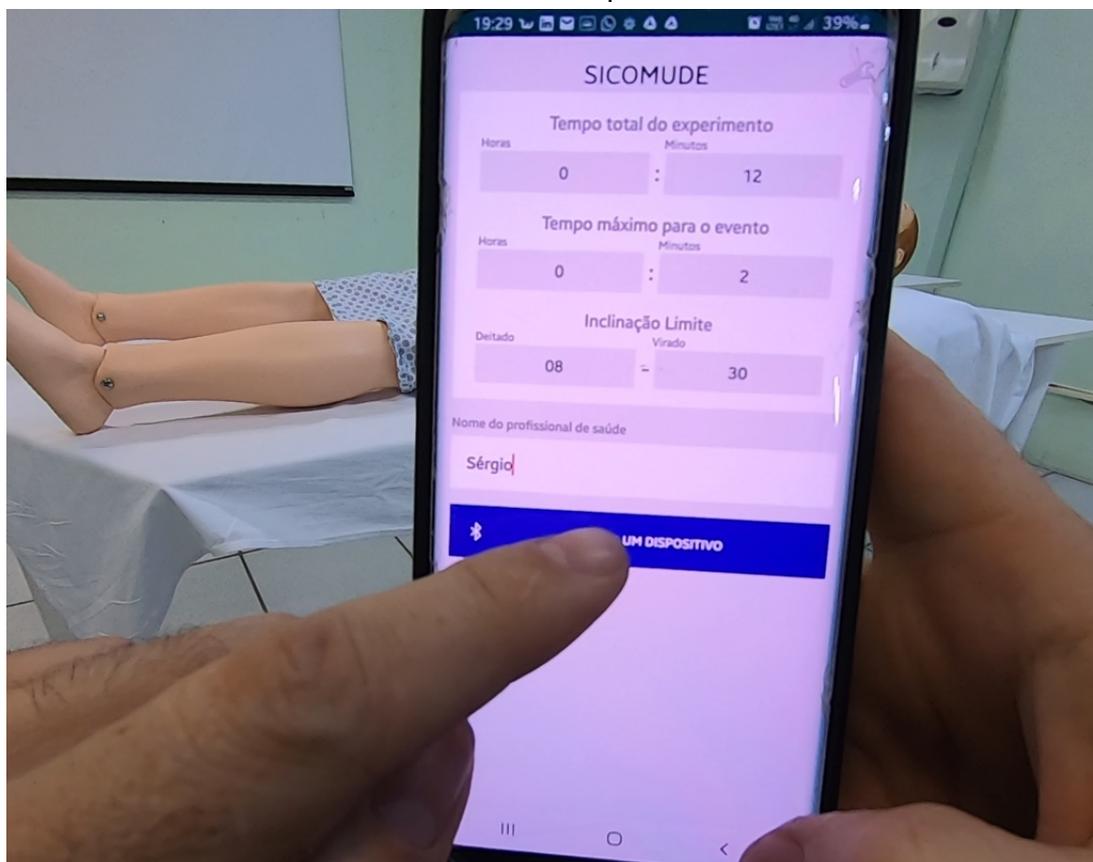
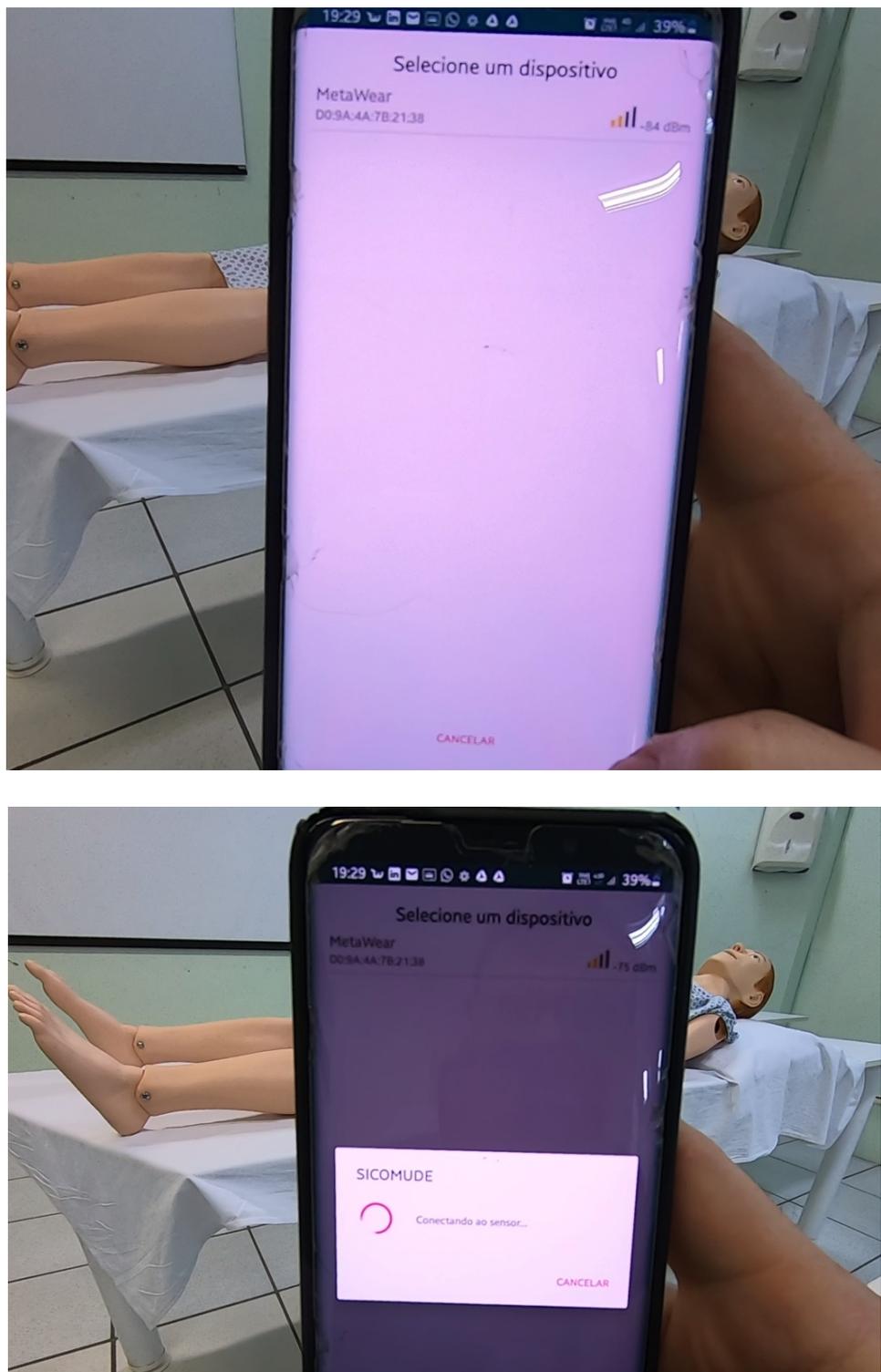


Figura 46 – Configurações de tempo e angulação do decúbito dorsal e lateral em 8º e 30º respectivamente



Fonte – Autor

Figura 47 – Pareamento do sensor



Fonte – Autor

Figura 48 – Alteramos o nome do dispositivo para o número do leito/paciente e inserimos o nome do profissional

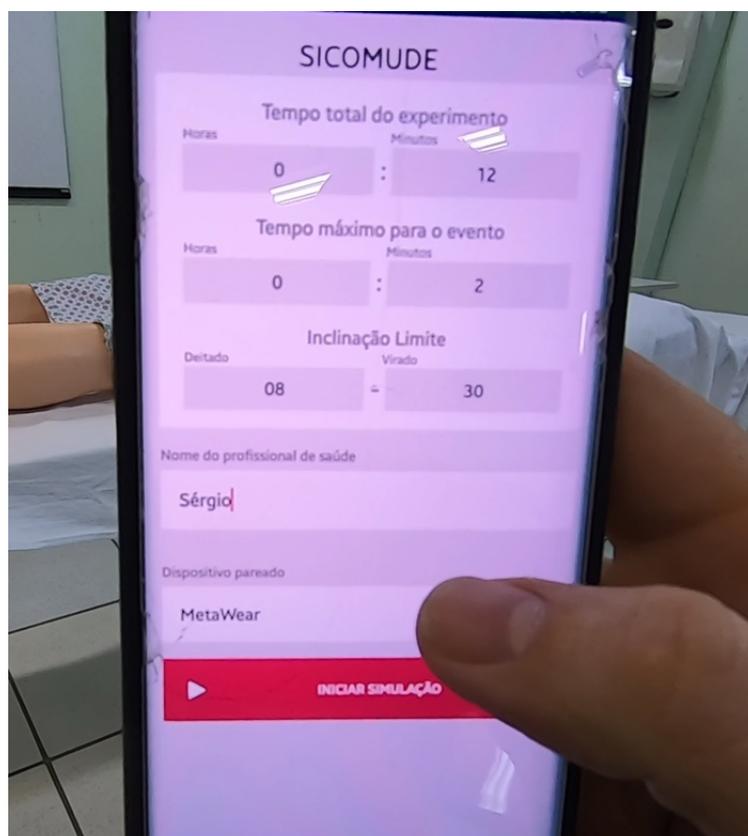
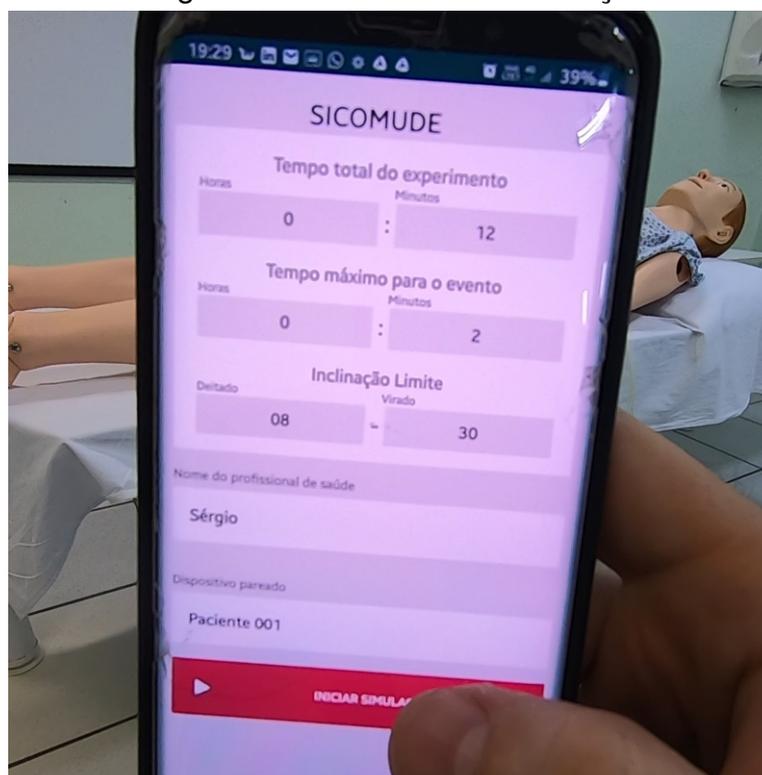


Figura 49 – Iniciamos a Simulação



Novamente foi realizada a mudança de decúbito com a ajuda dos dois profissionais de Enfermagem, como de rotina ocorre dentro de uma instituição de saúde. Na primeira tentativa, após o alarme sonoro disparar, conforme figuras 50, 51, 52, 53, 54, 55,56 e 57, os dois profissionais realizaram a mudança de decúbito utilizando o rolinho para apoiar as costas do manequim com o intuito de deixá-lo na posição lateral, o que se repetiu por mais oito vezes, pois duas mudanças foram realizadas com o tempo aproximado de um minuto para ver se o sensor iria interromper a contagem e reiniciá-la, conforme programado.

Figura 50 – Simulação iniciada

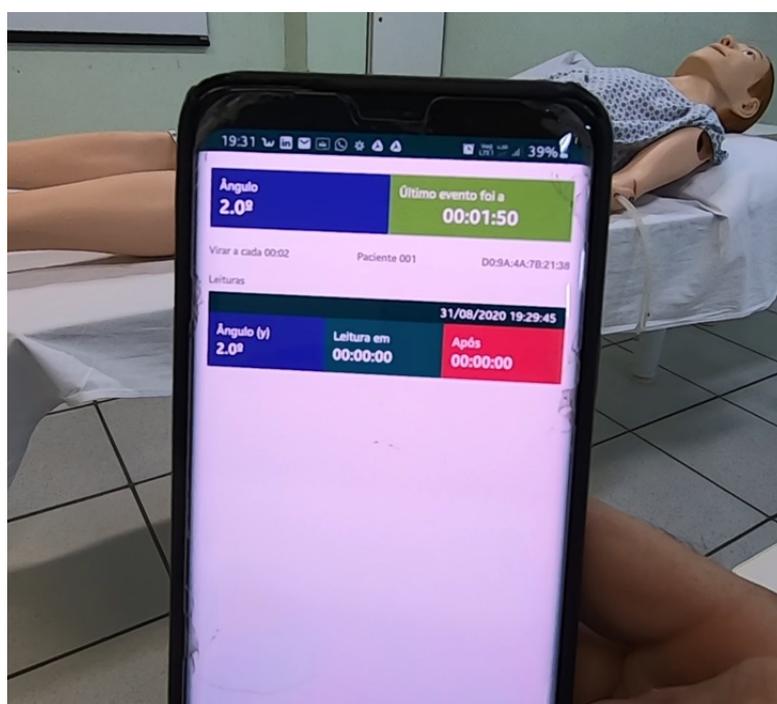


Figura 51 – Alarme indicando o momento da mudança de decúbito

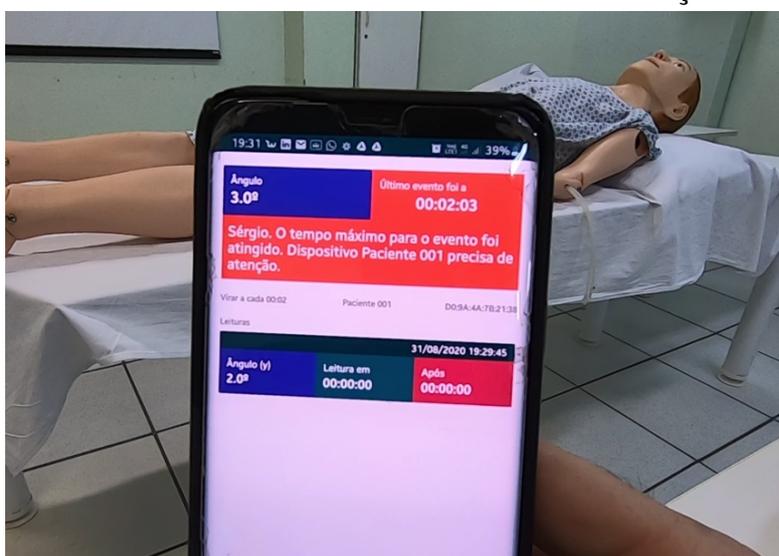


Figura 52 – Mudança de decúbito realizada pelos profissionais de saúde

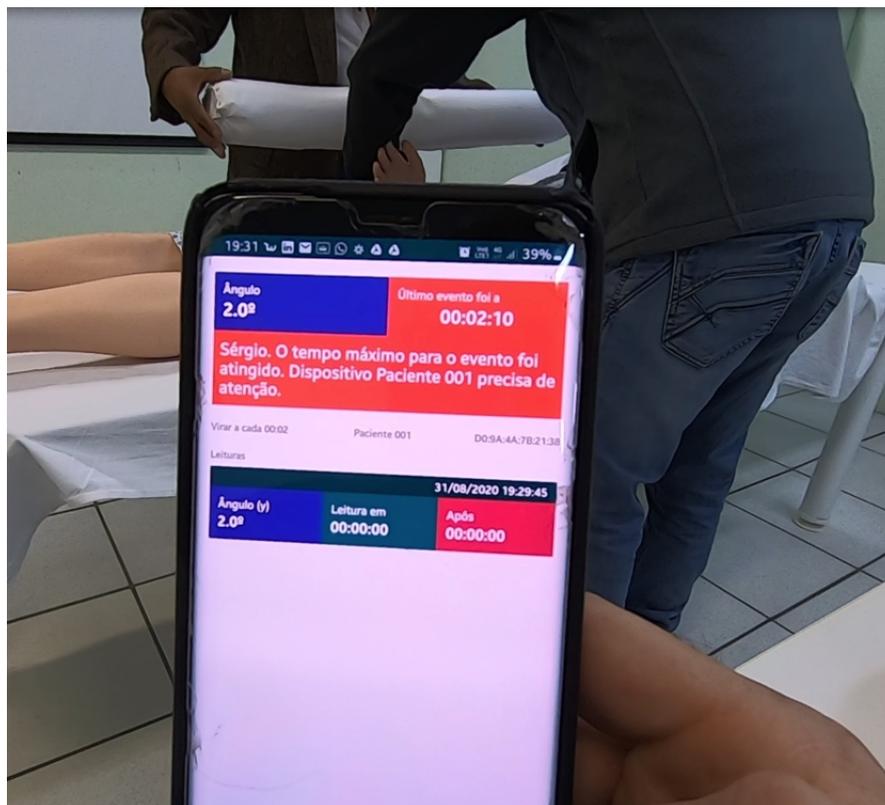
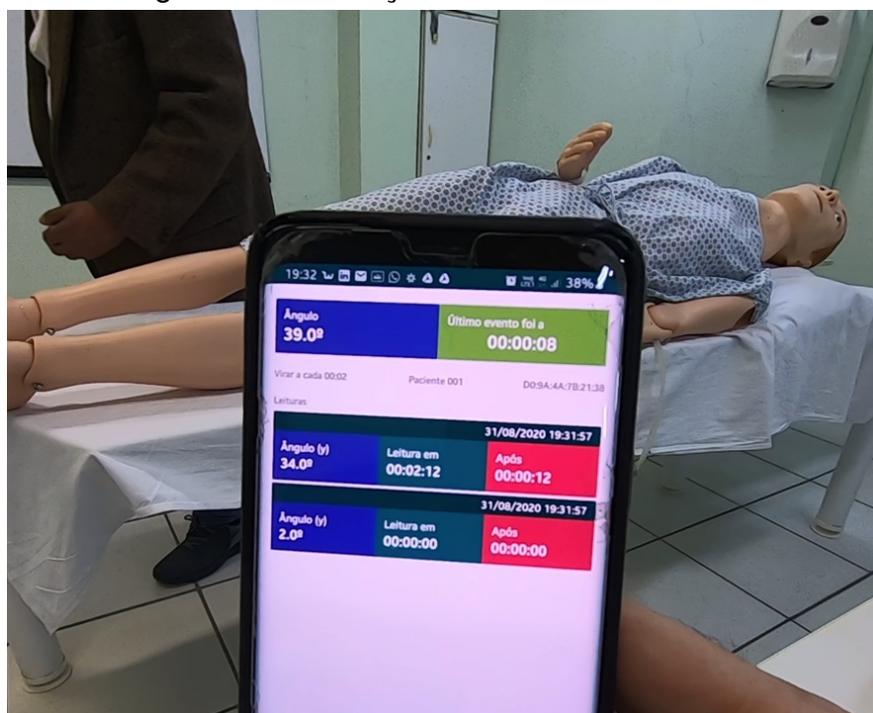


Figura 53 – Registro da mudança de decúbito e início da nova contagem



Fonte – Autor

Figura 54 – Mudança de decúbito realizada pelos profissionais de saúde antes de findar o tempo estabelecido

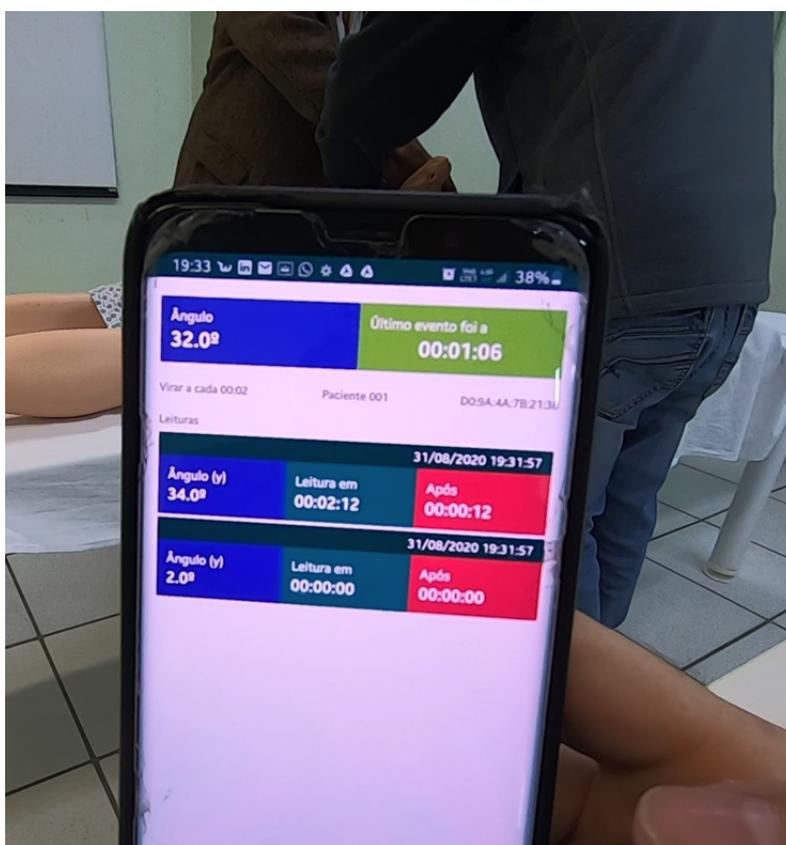
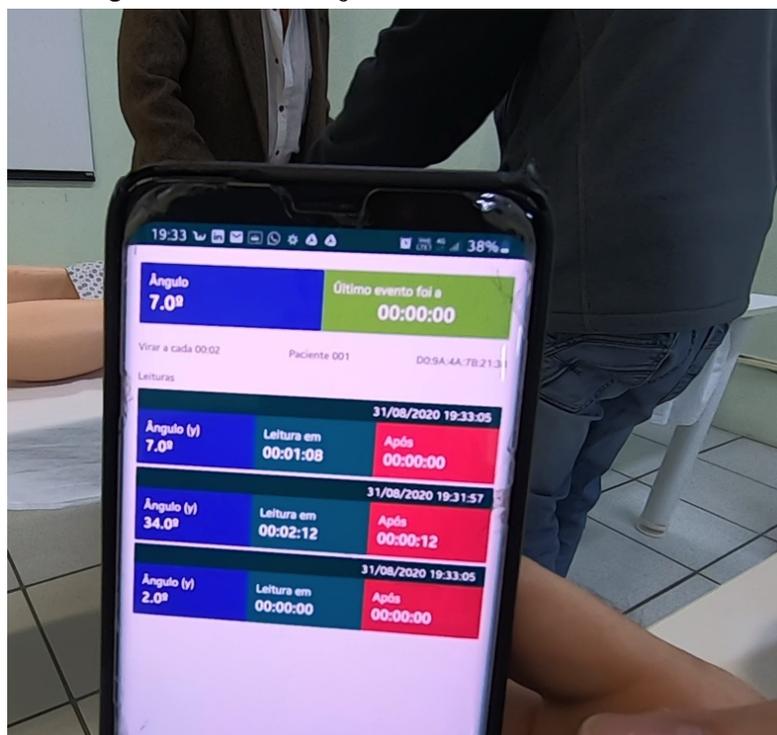


Figura 55 – Registro da mudança de decúbito e início da nova contagem



Fonte – Autor

Figura 56 – Mudança de decúbito realizada pelos profissionais de saúde antes de findar o tempo estabelecido



Figura 57 – Registro da mudança de decúbito e início da nova contagem



Ao concluir o tempo estipulado para o experimento, a aplicação gera um arquivo que pode ser aberto em uma planilha de cálculo, apresentando os dados registrados de cada evento da mudança de decúbito, conforme figuras 58 e 59

Figura 58 – Fim do experimento do sensor e aplicativo utilizando manequim de fidelidade

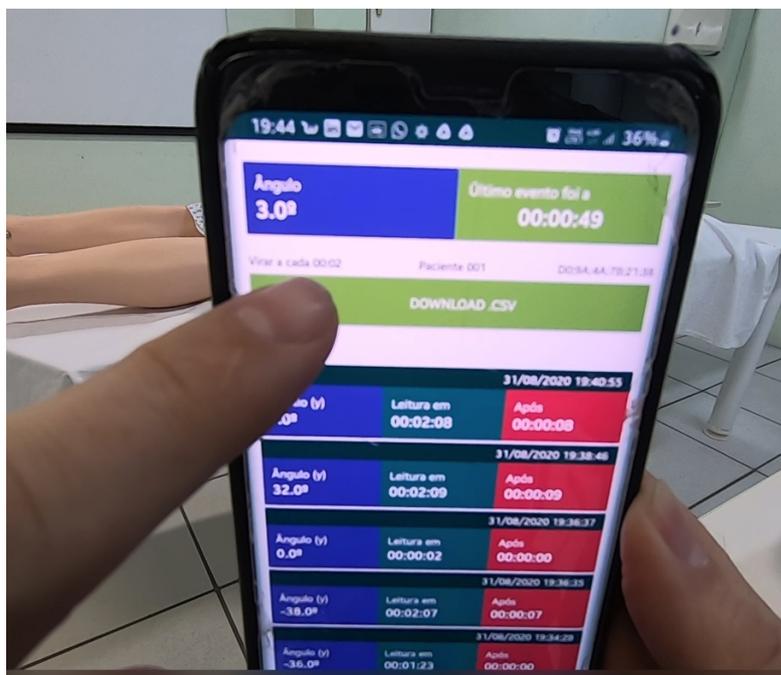
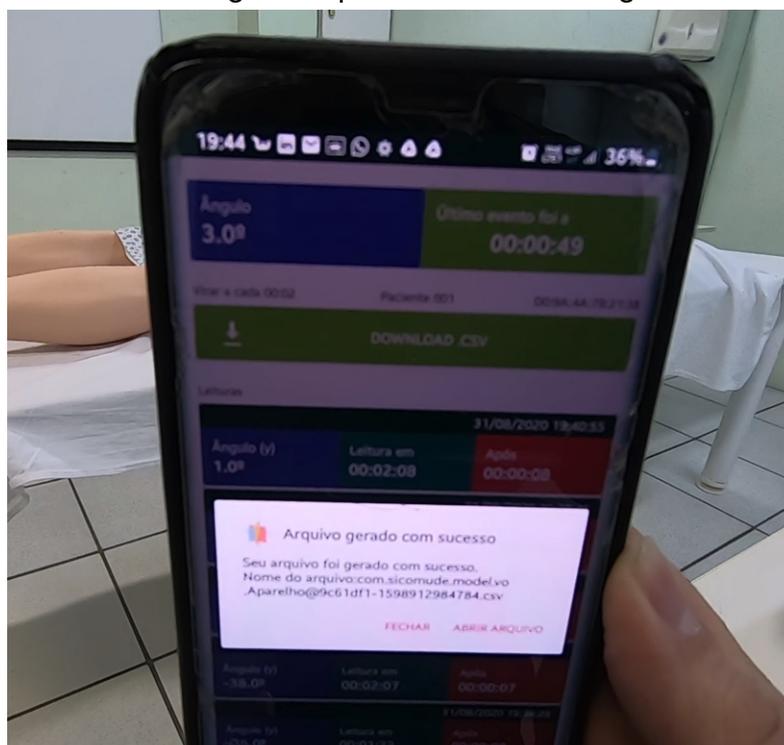


Figura 59 – Downloading do arquivo .csv com os registros do experimento



Fonte – Autor

- Apresentação dos dados mensurados

Com a alteração do código, a inserção dos ângulos da mudança de decúbito no momento de configuração, o sensor, a comunicação com o celular e o funcionamento do aplicativo desenvolvido foram exitosas. Sem dificuldades, todas as mudanças de decúbito foram registradas de maneira correta.

- **Atividade 6. Comunicação:** Nesta fase, apresenta-se o problema que foi estudado e sua importância. Além disso, também deverá ser apresentado o rigor com o qual a pesquisa foi conduzida, bem como a eficácia para resolução do problema. (DRESCH *et al.*, 2015)

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

O desenvolvimento de lesão por pressão é multifatorial, e o foco deste estudo foi voltado para o registro e controle de uma das ações preventivas do protocolo de lesão por pressão: a mudança de decúbito.

Pelo seu caráter multifatorial, diferentes estudos têm sido realizados e podem ser considerados exemplos de aplicação de internet das coisas da saúde. Entretanto, a maioria dos estudos tem por foco a utilização de sensores que detectam outros parâmetros que não a mudança de decúbito do paciente.

O estudo realizado por Abdelmoghith *et al.* (2020), desenvolveu um sistema baseado em IOT, que monitora as condições do paciente dependendo da temperatura corporal, umidade da pele e duração da imobilidade do corpo.

Shallow (2017) utilizou um sensor de mobilidade do paciente para diminuir as lesões por pressão adquiridas no hospital.

Vijayalakshmi e Jose (2018) desenvolveram uma aplicação em IOT para monitorar a variação da pressão no leito para prevenir o risco de lesão por pressão em idosos. Este sistema continuamente monitora a pressão de pontos de pressão utilizando sensores de força e enviando um alarme para enfermeiros ou cuidadores se houver variação na pressão exercida em uma área específica.

O protótipo desenvolvido por Monroy *et al.* (2019) monitora as lesões por pressão por meio de um sistema inteligente baseado em dispositivos vestíveis inerciais localizados no ombro e no tornozelo do paciente, monitorando sua postura automaticamente. Dados de aceleração desses sensores inerciais são agregados e avaliados por abordagem de machine learning, para determinar a postura dos pacientes em tempo real.

Entretanto, apesar da seriedade do problema, ainda há uma lacuna no desenvolvimento de aplicações que utilizem IOT para melhorar o cuidado e monitorar mudanças de decúbito para prevenir as lesões por pressão, pois a maioria dos estudos estão mais voltados para medir a pressão em diferentes áreas corporais, ao invés da posição do corpo ou o tempo de permanência em uma determinada posição. Essa foi uma das motivações para a realização deste estudo.

Como exemplo, o pedido de registro de patente realizado por Kaikenger *et al.* (2018) nos Estados Unidos foi para registrar um dispositivo que avalia se a movimentação do paciente está adequada, mas sem fornecer um sistema de alerta baseado no tempo em que este permaneceu na mesma posição.

Por outro lado, também há estudos de maior complexidade, como o realizado por Dhillon *et al.* (2012) que criou um protótipo de um sistema inteligente para monitorar continuamente a duração e a orientação da postura do paciente, que é determinada usando-se um acelerômetro triaxial conectado ao dorso deste. Um conjunto de algo-

ritmos serve para processar os sinais do acelerômetro a fim de identificar de forma adaptativa o alinhamento desse acelerômetro no paciente, calcular o ângulo da coluna dele e classificar sua orientação. Um índice de risco exclusivo com base nessas variáveis é apresentado para avaliar as chances de um paciente desenvolver úlceras de pressão.

Com uma técnica diferente, Cicceri *et al.* (2020) criaram um algoritmo de machine learning para identificar as atividades de movimento de pacientes usando sensores inerciais, capazes de estimar a posição deles e enviar um sinal de alerta quando permanecerem no mesmo posicionamento por um período de tempo muito longo. O sistema coleta informações de vários sensores vestíveis incorporados e utilizados nos pacientes, analisando os dados para criar e detectar periodicamente o risco de desenvolvimento de lesão por pressão, facilitando a visualização do status de cada um em tempo real, agilizando a assistência.

Os resultados do ensaio clínico randomizado realizado por Pickham *et al.* (2018) que teve por objetivo avaliar a eficácia clínica de um sensor vestível pelo paciente para melhorar o cuidado aumentando a adesão da equipe de saúde para a mudança de decúbito, defendem o uso destes como intervenções eficazes para registrar a realização do cuidado, melhorar o tempo de conformidade da mudança de decúbito e reduzir a ocorrência de lesão por pressão adquirida no hospital.

Schallom *et al.* (2015) para avaliar a adesão da equipe à mudança de decúbito, utilizou uma tecnologia de sensor vestível que monitorou posição e movimento do paciente, fornecendo um alerta visual quando o mesmo ficava imóvel por mais tempo do que o prescrito. Os resultados mostraram uma adesão de mais de 93% dos membros para o cumprimento do protocolo de mudança de decúbito, e que a tecnologia vestível pode ajudar a manter uma alta adesão a este protocolo como um elemento integral no cuidado ao paciente. Além disso, os dados obtidos com os sensores foram úteis para realizar estudos de causa-raiz, educação da equipe e melhoria dos planos de cuidado.

Pelos experimentos realizados e resultados apresentados, chega-se à conclusão de que o dispositivo apresentado é prático, simples, durável, de baixo custo de manutenção, sem a necessidade de fios ou acoplamento a monitores ou outros dispositivos alimentados através de energia elétrica, resistente a água, e possui certificações que garantem a não interferência em outros aparelhos eletrônicos e/ou médicos, e supre as necessidades básicas do monitoramento da mudança de decúbito.

É importante destacar que, no experimento, o dispositivo colocado no tórax do manequim detecta apenas mudanças na posição do tronco, e não o alívio da pressão dos calcanhares ou outras partes do corpo de um paciente real.

Notoriamente, como se mostraram os estudos realizados nos últimos anos, o futuro da saúde está e estará ligado à inovação tecnológica, principalmente à IoT, tanto em ambientes residenciais quanto públicos e privados.

Para ABGI (2018) explorar de maneira eficiente uma ideia é ser inovador, e ser eficiente é conseguir acessar novos mercados, melhorar os ganhos e o faturamento, dentre outros benefícios.

Para eles, existem dois tipos de inovação que consistem quanto ao impacto e ao objeto em foco.

Tanto o estudo da IoT quanto do uso do Beacon compreendem ambos espectros conceituais, encaixando-se.

Objeto em foco:

- Inovação de produto: quando há mudanças na forma como os consumidores os veem, e em seus atributos. Ex: O Beacon é usado na Indústria 4.0, abrindo um novo campo de funcionalidades e uso deste;
- Inovação de processo: quando se altera o processo de serviço ou produção, gerando benefícios como aumento de produtividade e redução de custos, sem necessariamente impactar o produto final. Ex: o monitoramento e a correta aplicação da mudança de decúbito em pacientes acamados e sem mobilidade;
- Inovação de modelo de negócio: quanto à forma que o serviço é oferecido. Ex: a eliminação de papel e a confiança no cuidador que realiza a anotação da mudança de decúbito;

Impacto da inovação:

- Inovação Incremental: quando melhorias contínuas são inseridas no produto, modificando de forma expressiva o consumo deste. Ex: capacidade de melhorias no armazenamento de informações, aplicações de técnicas e tecnologias de auxílio na tomada de decisões sobre gastos e responsabilidades quanto aos *Never Events*;
- Inovação Radical: é quando o produto ou serviço consumido traz um novo paradigma, modificando o modelo vigente. Ex: Controle da mudança de decúbito, sem que haja a necessidade da supervisão de um coordenador, pois este poderá, mesmo não estando presente, retirar um relatório e cobrar efetividade do profissional cuidador.

A saúde no Brasil, como apresenta a Constituição Federal, é um direito de todos e um dever do Estado. Ao se analisar um projeto de IoT para implantação em ambientes de saúde, tem-se como objetivo a obtenção de dados e informações para aplicação em políticas públicas nacionais, onde o ROI (*Return Over Investment*) seja atrativo, afim de que o Estado economize com a implementação da tecnologia.

Diante do teste realizado em laboratório nas fases 4 e 5 da metodologia utilizada neste trabalho, dos gastos dos entes federados e da União com os pacientes

acometidos com falta de mobilidade, tanto em suas casas como em unidades hospitalares, intensivas ou não, da falta de notificações de LP e da gama de possibilidades que o projeto pode abranger, os resultados e a aplicabilidade da solução tecnológica apresentados neste estudo se mostram tanto eficazes como eficientes, resultando em um ROI extremamente favorável à adoção da inovação por parte de qualquer esfera, pública e privada, melhorando o tratamento e reduzindo custos.

6 CONCLUSÃO

A segurança na redução de danos ao paciente foi, de maneira geral, o foco deste estudo que através da DSRM nos proporcionou, de maneira clara e objetiva, desenvolver e avaliar um dispositivo baseado na IoT que permita a identificação e o registro da mudança de decúbito, para a prevenção da LP em pacientes acamados e sem mobilidade, utilizando dispositivos sem fio.

Além disso, com a realização de futuros estudos, pode-se englobar outras áreas de monitoramento, como queda do paciente, temperatura ambiente adequada, monitoramento com precisão do ângulo da cabeceira do leito para melhorar a condição de respiração do paciente, acompanhamento do avanço da lesão através de fotos e de Inteligência Artificial, mensurando dimensões da ferida, cruzando informações e verificando se a mudança de decúbito e os medicamentos estão obtendo o efeito desejado, continuidade do tratamento em domicílio, reinternações devido às lesões ou por danos secundários, originários da lesão por pressão.

Enfim, o projeto mostrou-se barato, aplicável e totalmente factível e com a intenção de que seja apresentado à esfera pública da saúde, para que o sucesso da sua implementação, além de reduzir gastos e vir ao encontro dos anseios dos órgãos governamentais, de controle e captação de dados, traga melhoria de vida à parte da população acometida por esse dano.

REFERÊNCIAS

ABDELMOGHITH, Aya; SHAABAN, Rewan; ALSHEGHRI, Zeinab; ISMAIL, Loay. IoT-Based Healthcare Monitoring System: Bedsores Prevention. *In: IEEE. 2020 Fourth World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4).*[S.l.: s.n.], 2020. P. 64–69.

ABGI, Accelerating Innovation Group. **O que é Inovação**. 2018. Disponível em: <https://brasil.abgi-group.com/radar-inovacao/o-que-e-inovacao/>. (acessado: 05.01.2020).

ACURA. **Beacons**. 2018. Disponível em: <https://www.acura.com.br/pt/produtos/beacon>. (acessado: 10.10.2019).

ANVISA. **BOLETIM INFORMATIVO: Segurança do Paciente e Qualidade em Serviços de Saúde**. Dezembro 2015. Disponível em: https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/images/documentos/boletim_seguranca_paciente_10.pdf. (acessado: 04.05.2019).

ARAÚJO, Antonia Almeida; SANTOS, Ariane Gomes dos. Úlceras por pressão em pacientes internados em unidades de terapia intensiva: revisão integrativa da literatura. **Ciência & Saúde**, v. 9, n. 1, p. 38–48, 2016.

BALLARD, Narendra; MCCOMBS, Amy; DEBOOR, Stephanie; STRACHAN, Julie; JOHNSON, Mellyn; SMITH, Melissa Jill; STEPHENS, Kimberly; PELTER, Michele M. How our ICU decreased the rate of hospital-acquired pressure ulcers. **Journal of nursing care quality**, LWW, v. 23, n. 1, p. 92–96, 2008.

BERGSTROM, Nancy *et al.* The Braden Scale for predicting pressure sore risk. **Nurs res**, v. 36, n. 4, p. 205–10, 1987.

BLUETOOTH SIG, Inc. **Are you ready to develop with blue?** 2019. Disponível em: <https://www.bluetooth.com/>. (acessado: 05.10.2019).

BOURS, GJJW; LAAT, de E; HALFENS, Ruud; LUBBERS, Maarten. Prevalence, risk factors and prevention of pressure ulcers in Dutch intensive care units. **Intensive care medicine**, Springer, v. 27, n. 10, p. 1599–1605, 2001.

BRADEN, Barbara J; BERGSTROM, Nancy. Clinical utility of the Braden scale for predicting pressure sore risk. **Advances in Skin & Wound Care**, LWW, v. 2, n. 3, p. 44–51, 1989.

BRAGA, M. M. **Uma proposta de modelo de plataforma de colaboração para comunidades de prática no ambiente de TV digital**. 2012. F. 192. Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Programa de Pós-Graduação em

Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CALVETTI, Ewerton Sacco; OLIVEIRA LACERDA, Rogério Tadeu de; BERNARDES, Mayara Lucia. Um estudo bibliométrico sobre avaliação de desempenho no processo de desenvolvimento ágil de software sob a perspectiva do construtivismo| a bibliometric study on performance evaluation in agile software development process from the constructivist perspective. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação (Brazilian Journal of Management & Innovation)**, v. 6, n. 3, p. 1–28, 2019.

CARVALHO, Manoel de; VIEIRA, Alan A. Medical errors in hospitalized patients. **Jornal de pediatria**, SciELO Brasil, v. 78, n. 4, p. 261–268, 2002.

CICCERI, Giovanni; DE VITA, Fabrizio; BRUNEO, Dario; MERLINO, Giovanni; PULIAFITO, Antonio. A deep learning approach for pressure ulcer prevention using wearable computing. **Human-centric Computing and Information Sciences**, Springer, v. 10, n. 1, p. 5, 2020.

CLARK, M; ROMANELLI, M; REGER, SI; RANGANATHAN, VK; BLACK, J; DEALEY, C. International review. Pressure ulcer prevention: pressure, shear, friction and microclimate in context. A consensus document. **London, UK: Wounds International**, 2010.

CLARK, Michael. Microclimate: Rediscovering an Old Concept in the Aetiology of Pressure Ulcers. *In: SCIENCE and Practice of Pressure Ulcer Management*. [S.l.]: Springer, 2018. P. 103–110.

COLEMAN, Susanne *et al.* Developing a pressure ulcer risk factor minimum data set and risk assessment framework. **Journal of advanced nursing**, Wiley Online Library, v. 70, n. 10, p. 2339–2352, 2014.

CORPORATION, National Instruments. **Measuring Vibration with Accelerometers**. 2019. Disponível em: <https://www.ni.com/pt-br/innovations/white-papers/06/measuring-vibration-with-accelerometers.html#section-1562427754>. (acessado: 06.10.2019).

COSTA, Cristiano André da; PASLUOSTA, Cristian F; ESKOFIER, Björn; SILVA, Denise Bandeira da; ROSA RIGHI, Rodrigo da. Internet of Health Things: Toward intelligent vital signs monitoring in hospital wards. **Artificial intelligence in medicine**, Elsevier, v. 89, p. 61–69, 2018.

DAMASCENO, Eduardo Figueiras. Sistema de reabilitação baseado em técnicas de captura de movimento para tratamento da lombalgia mecânica. Tese (Doutorado) -Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Uberlândia, 2013. 131 p., 2013.

DEALEY, C; POSNETT, J; WALKER, A. The cost of pressure ulcers in the United Kingdom. **Journal of wound care**, MA Healthcare London, v. 21, n. 6, p. 261–266, 2012.

DEMARRÉ, Liesbet; VERHAEGHE, Sofie; ANNEMANS, Lieven; VAN HECKE, Ann; GRYPDONCK, Maria; BEECKMAN, Dimitri. The cost of pressure ulcer prevention and treatment in hospitals and nursing homes in Flanders: A cost-of-illness study. **International journal of nursing studies**, Elsevier, v. 52, n. 7, p. 1166–1179, 2015.

DHILLON, Marshal S; MCCOMBIE, Scott A; MCCOMBIE, Devin B. Towards the prevention of pressure ulcers with a wearable patient posture monitor based on adaptive accelerometer alignment. *In*: IEEE. 2012 annual international conference of the IEEE engineering in medicine and biology society. [S.l.: s.n.], 2012. P. 4513–4516.

DONALDSON, Molla S; CORRIGAN, Janet M; KOHN, Linda T *et al.* **To err is human: building a safer health system**. [S.l.]: National Academies Press, 2000. v. 6.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; JÚNIOR, José Antonio Valle Antunes. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. [S.l.]: Bookman Editora, 2015.

EDSBERG, Laura E; BLACK, Joyce M; GOLDBERG, Margaret; MCNICHOL, Laurie; MOORE, Lynn; SIEGGREEN, Mary. Revised National Pressure Ulcer Advisory Panel pressure injury staging system: revised pressure injury staging system. **Journal of Wound, Ostomy, and Continence Nursing**, Wolters Kluwer Health, v. 43, n. 6, p. 585, 2016.

FIGUEIREDO, Nélia Maria Almeida de; MEIRELES, Isabella Barbosa; SILVA, Roberto Carlos Lyra da. **Feridas: fundamentos e atualizações em enfermagem**. [S.l.]: São Caetano do Sul, SP. Yendis, 2007.

FONTES, Geovane. **Medidas de Conforto e Segurança do Paciente**. 2015. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/3208505/>. (acessado: 19.10.2019).

GAITATZIS, Tony; WARD, Andrew; MANNING, Linda. Bluetooth Low Energy: A Technical Primer Your Guide to the Magic Behind the Internet of Things. ISBN Canada, 2017.

GOOGLE. **Arquitetura da plataforma**. 2019. Disponível em: <https://developer.android.com/guide/platform?hl=pt-BR>. (acessado: 05.11.2019).

GOOGLE LLC, Android Studio é de propriedade da. **Android Studio - Guia do usuário**. 2020. Disponível em: <https://developer.android.com/studio/intro>. (acessado: 05.05.2020).

GRAY WATSON SOB A LICENÇA CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION-SHARE ALIKE 3.0, ORMLite licenciado pela. **ORMLite - Object Relational Mapping Lite**. 2020. Disponível em: https://ormlite.com/sqlite_java_android_orm.shtml. (acessado: 05.05.2020).

HAESLER, Emily. National pressure ulcer advisory panel, european pressure ulcer advisory panel and pan pacific pressure injury alliance. **Prevention and treatment of pressure ulcers: quick reference guide**, Cambridge Media Perth, Australia, 2014.

HANONU, Seval; KARADAG, Ayise. A Prospective, Descriptive Study to Determine the Rate and Characteristics of and Risk Factors for the Development of Medical Device-related Pressure Ulcers in Intensive Care Units. **Ostomy/wound management**, v. 62, n. 2, p. 12–22, 2016.

HEYDON, Robin. **Bluetooth low energy: the developer's handbook**. [S.l.]: Prentice Hall, 2013.

HUGHES, Ronda. **Patient safety and quality: An evidence-based handbook for nurses**. [S.l.]: Agency for Healthcare Research e Quality Rockville, MD, 2008. v. 3.

HWA, Charlotte; BAUER, Eugene A; COHEN, David E. Skin biology. **Dermatologic therapy**, Wiley Online Library, v. 24, n. 5, p. 464–470, 2011.

INTERNATIONAL, Wounds. The application and development of IoT. *In*: IEEE. 2012 International Symposium on Information Technologies in Medicine and Education. [S.l.: s.n.], 2012. P. 991–994.

JUNIOR, Vanderlei FREITAS; FLAVIO, CECI; WOSZEZENKI, Cristiane Raquel; LEOPOLDO, Alexandre. Design Science Research Methodology Enquanto Estratégia Metodológica para a Pesquisa Tecnológica. **Revistas Espacios 38 (6)**, p. 25, 2017.

KAIKENGER, Philippe; WILLIAMSON, Rachel L; VENTROLA, Todd S; TALLENT, Dan R; COLEMAN, II Leigh Scott; STEBBINS, Kristen L; KING, Catherine M; SALIBRA, Alisa R; LAI, Chee Keen S. **Pressure ulcer prevention with wearable monitoring**. [S.l.]: Google Patents, mai. 2018. US Patent App. 15/822,532.

KONTAKT. **Beacon Buyer's Guide**. 2019a. Disponível em: [https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/556697/A4%5C%20format%5C%2026082020_WhP%5C%3B%5C%20Kontakt.io%5C%3B%5C%20Beacon%5C%20Buyers%5C%20Guide%5C%20\(1\).pdf](https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/556697/A4%5C%20format%5C%2026082020_WhP%5C%3B%5C%20Kontakt.io%5C%3B%5C%20Beacon%5C%20Buyers%5C%20Guide%5C%20(1).pdf). (acessado: 10.10.2019).

KONTAKT. **Beacon Setup Guide**. 2019b. Disponível em: <https://goto.kontakt.io/beacon-setup-guide>. (acessado: 10.10.2019).

KOTTNER, Jan; BLACK, Joyce; CALL, Evan; GEFEN, Amit; SANTAMARIA, Nick. Microclimate: a critical review in the context of pressure ulcer prevention. **Clinical Biomechanics**, Elsevier, v. 59, p. 62–70, 2018.

LAHMANN, Nils A; KOTTNER, Jan; DASSEN, Theo; TANNEN, Antje. Higher pressure ulcer risk on intensive care?—Comparison between general wards and intensive care units. **Journal of clinical nursing**, Wiley Online Library, v. 21, n. 3-4, p. 354–361, 2012.

LEINER, Barry M; CERF, Vinton G; CLARK, David D; KAHN, Robert E; KLEINROCK, Leonard; LYNCH, Daniel C; POSTEL, Jon; ROBERTS, Larry G; WOLFF, Stephen. A brief history of the Internet. **ACM SIGCOMM Computer Communication Review**, ACM, v. 39, n. 5, p. 22–31, 2009.

LIN, Xin-Yu; HO, Te-Wei; FANG, Cheng-Chung; YEN, Zui-Shen; YANG, Bey-Jing; LAI, Feipei. A mobile indoor positioning system based on iBeacon technology. *In*: IEEE. 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). [S.l.: s.n.], 2015. P. 4970–4973.

LLC, Google. **Platform Overview**. 2019. Disponível em: <https://developers.google.com/beacons/overview>. (acessado: 05.10.2019).

LUETH, Knud Lasse. IoT basics: Getting started with the Internet of Things. **White paper**, 2015.

MACEDO, Renata Soares de; BOHOMOL, Elena. Análise da estrutura organizacional do Núcleo de Segurança do Paciente dos hospitais da Rede Sentinela. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, SciELO Brasil, v. 40, SPE, 2019.

MAGALHÃES, Felipe Henrique de Lima; PEREIRA, Isabelle Christine de Almeida; LUIZ, Raissa Bianca; BARBOSA, Maria Helena; FERREIRA, Maria Beatriz Guimarães. Clima de segurança do paciente em um hospital de ensino. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, SciELO Brasil, v. 40, SPE, 2019.

MARX, David. Patient Safety and the Just Culture. **Obstetrics and gynecology clinics of North America**, v. 46, n. 2, p. 239–245, 2019.

MERVIS, Joshua S; PHILLIPS, Tania J. Pressure ulcers: prevention and management. **Journal of the American Academy of Dermatology**, Elsevier, 2019.

MESCHER, Anthony L. **Junqueira's basic histology: text & atlas/Anthony L. Mescher**. [S.l.]: New York [etc.]: McGraw-Hill Medical, 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Brasil; Fundação Oswaldo Cruz; Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Documento de referência para o Programa Nacional de Segurança do Paciente. **Ministério da Saúde**, 40 p, 2014.

MONROY, Edna Bernal; ROMERO, Daniel Zafra; ESTÉVEZ, Macarena Espinilla; CRUCIANI, Federico; CLELAND, Ian; NUGENT, Chris; MEDINA-QUERO, Javier. Intelligent System for the Prevention of Pressure Ulcers by Monitoring Postural Changes with Wearable Inertial Sensors. *In*: 1. MULTIDISCIPLINARY Digital Publishing Institute Proceedings. [S.l.: s.n.], 2019. P. 79.

MOORE, ZEH; PATTON, D. Risk assessment tools for the prevention of pressure ulcers. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, John Wiley Sons, Ltd, n. 1, 2019. ISSN 1465-1858. DOI: 10.1002/14651858.CD006471.pub4. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006471.pub4>.

MOORE, Zena; COWMAN, Seamus; CONROY, Ronán M. A randomised controlled clinical trial of repositioning, using the 30 tilt, for the prevention of pressure ulcers. **Journal of clinical nursing**, Wiley Online Library, v. 20, n. 17-18, p. 2633–2644, 2011.

MORAES, Juliano Teixeira; BORGES, Eline Lima; LISBOA, Cristiane Rabelo; CORDEIRO, Danieli Campos Olímpio; ROSA, Elizabeth Geralda; ROCHA, Neilian Abreu. Conceito e classificação de lesão por pressão: atualização do National Pressure Ulcer Advisory Panel. **Revista de Enfermagem do Centro Oeste Mineiro**, v. 6, n. 2, 2016.

MORDIFFI, Siti Zubaidah; KENT, Bridie; PHILLIPS, Nicole M; CHOON HUAT, Gerald Koh. Assessing pressure injury risk using a single mobility scale in hospitalised patients: a comparative study using case-control design. **Journal of Research in Nursing**, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 23, n. 5, p. 387–403, 2018.

MULLER, Nathan J. **Bluetooth demystified**. [S.l.]: McGraw-Hill New York, 2001. v. 1.

NORDIC, Semiconductor. **nRF51822 Bluetooth Smart Beacon Kit**. 2014. Disponível em: <https://www.nordicsemi.com/Software-and-tools/Reference-Designs/nRF51822-Beacon-Kit>. (acessado: 10.10.2019).

NORTON, Doreen; MCLAREN, Rhoda; EXTON-SMITH, Arthur Norman. **An investigation of geriatric nursing problems in hospital**. [S.l.]: Churchill Livingstone, 1962.

NPUAP. **National Pressure Ulcer Advisory Panel**. 2016. Disponível em: <https://npuap.org/page/resources>. (acessado: 19.05.2019).

OOMENS, CWJ; BROEK, M; HEMMES, B; BADER, DL. How does lateral tilting affect the internal strains in the sacral region of bed ridden patients?—A contribution to pressure ulcer prevention. **Clinical Biomechanics**, Elsevier, v. 35, p. 7–13, 2016.

OOMENS, CWJ; LOERAKKER, Sandra; BADER, DL. The importance of internal strain as opposed to interface pressure in the prevention of pressure related deep tissue injury. *Journal of tissue viability*, Elsevier, v. 19, n. 2, p. 35–42, 2010.

OTT, Alise E; PATE, Russell R; TROST, Stewart G; WARD, Dianne S; SAUNDERS, Ruth. The use of uniaxial and triaxial accelerometers to measure children's "free-play" physical activity. *Pediatric Exercise Science*, v. 12, n. 4, p. 360–370, 2000.

PADULA, William V; PRONOVOST, Peter J; MAKIC, Mary Beth F; WALD, Heidi L; MORAN, Dane; MISHRA, Manish K; MELTZER, David O. Value of hospital resources for effective pressure injury prevention: a cost-effectiveness analysis. *BMJ quality & safety*, BMJ Publishing Group Ltd, v. 28, n. 2, p. 132–141, 2019.

PANCORBO-HIDALGO, Pedro L; GARCIA-FERNANDEZ, Francisco Pedro; LOPEZ-MEDINA, Isabel Ma; ALVAREZ-NIETO, Carmen. Risk assessment scales for pressure ulcer prevention: a systematic review. *Journal of advanced nursing*, Wiley Online Library, v. 54, n. 1, p. 94–110, 2006.

PARANHOS, Lídia Raquel Louback. *Metodologia da pesquisa aplicada à tecnologia*. [S.l.]: SESI SENAI Editora, 2018.

PEFFERS, Ken; TUUNANEN, Tuure; ROTHENBERGER, Marcus A; CHATTERJEE, Samir. A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, Taylor & Francis, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007.

PEW, Research Center. *Mobile fact sheet*. Internet & Technology., 2019. Disponível em: <https://www.pewinternet.org/fact-sheet/mobile/>. (acessado: 03.10.2019).

PHUNG, Nam. *Assistive technology: Mobile app designed to prevent pressure ulcers*. 2016 NCUR, 2016.

PICKHAM, David; BERTE, Nic; PIHULIC, Mike; VALDEZ, Andre; MAYER, Barbara; DESAI, Manisha. Effect of a wearable patient sensor on care delivery for preventing pressure injuries in acutely ill adults: A pragmatic randomized clinical trial (LS-HAPI study). *International journal of nursing studies*, Elsevier, v. 80, p. 12–19, 2018.

REVIEW, International. *Pressure ulcer prevention: pressure, shear, friction and microclimate in context. A consensus document*. Wounds International, Day, Kathy London, 2010.

RIOS, Bruno Lopes; OLIVEIRA, Juliana da Silva França; TORRES, Móises Teixeira; SOUZA, Nariana Oliveira; MARQUES, Patricia Figueiredo; REIS, Ubiane Oiticica Porto. *Prevenção de úlceras por pressão em unidade de terapia*

intensiva: um relato de experiência. **Rev. enferm. UFPE on line**, v. 10, n. 6, p. 4959–4964, 2016.

ROAF, R. The causation and prevention of bed sores. **Journal of tissue viability**, v. 16, n. 2, p. 6–8, 2006.

RODRIGUES, Joel JPC; SEGUNDO, Dante Borges De Rezende; JUNQUEIRA, Heres Arantes; SABINO, Murilo Henrique; PRINCE, Rafael Maciel; AL-MUHTADI, Jalal; DE ALBUQUERQUE, Victor Hugo C. Enabling technologies for the internet of health things. **IEEE Access**, IEEE, v. 6, p. 13129–13141, 2018.

SAE-SIA, Wipa; WIPKE-TEVIS, Deidre D; WILLIAMS, Donna A. Elevated sacral skin temperature (Ts): a risk factor for pressure ulcer development in hospitalized neurologically impaired Thai patients. **Applied Nursing Research**, Elsevier, v. 18, n. 1, p. 29–35, 2005.

SALES, Camila Balsero; BERNARDES, Andrea; GABRIEL, Carmen Silvia; BRITO, Maria de Fátima Paiva; MOURA, André Almeida de; ZANETTI, Ariane Cristina Barboza. Protocolos Operacionais Padrão en la práctica profesional de enfermería: utilización, fragilidades y potencialidades. **Revista Brasileira de Enfermagem**, SciELO Brasil, v. 71, n. 1, p. 126–134, 2018.

SANITÁRIA, Agência Nacional Vigilância. **Protocolo de Úlcera por Pressão**. 2014. Disponível em: <https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/publicacoes/item/ulcera-por-pressao>. (acessado: 20.06.2020).

SANTANA, Heiko Thereza *et al.* A segurança do paciente cirúrgico na perspectiva da vigilância sanitária—uma reflexão teórica. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 34–42, 2014.

SAÚDE, Ministério da. **Biblioteca Virtual em Saúde - Portaria Nº 529, DE 1º DE ABRIL DE 2013**. 2020. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt0529_01_04_2013.html. (acessado: 20.06.2020).

SCHALLOM, Marilyn; CRACCHIOLO, Lisa; FALKER, Antoinette; FOSTER, Jennifer; HAGER, JoAnn; MOREHOUSE, Tamara; WATTS, Peggy; WEEMS, Linda; KOLLEF, Marin. Pressure ulcer incidence in patients wearing nasal-oral versus full-face noninvasive ventilation masks. **American Journal of Critical Care**, AACN, v. 24, n. 4, p. 349–356, 2015.

SEBASTIAN, A. Robert Graves (1796–1853). **A Dictionary of the History of Medicine**, Partenon Publishing group, New York, p. 111, 2000.

SEMICONDUCTOR, Nordic. **Beacons**. Disponível em: <https://www.nordicsemi.com/Applications/Beacons>. (acessado: 10.10.2019).

SHALLOW, Monica Vassallo. The Use of a Patient Mobility Sensor to Decrease Hospital-Acquired Pressure Ulcers, 2017.

SIKOS, Leslie F; CHOO, Kim-Kwang Raymond. **Data science in cybersecurity and cyberthreat intelligence**. [S.l.]: Springer, 2020.

SILVA, Fernando Ginez da. **Reconhecimento de movimentos humanos utilizando um acelerômetro e inteligência computacional**. 2013. Tese (Doutorado) –Universidade de São Paulo.

SILVA GALETTO, Sabrina Guterres da; PEREIRA DO NASCIMENTO, Eliane Regina; VIEIRA HERMIDA, Patricia Madalena; MALFUSSI, Hagemann de; BIHAIN, Luciana. Lesões por Pressão Relacionadas a Dispositivos Médicos: revisão integrativa da literatura. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 72, n. 2, 2019.

SOLANGI, Zulfiqar Ali; SOLANGI, Yasir Ali; SOLANGI, Imtiaz Ali; CHANDIO, Shahmurad; MAHER, Zulfikar Ahmed; RANG, Ali Raza; SHAIKH, Noor Ahmed. Internet of Health Things: A Review. **Egyptian Computer Science Journal**, v. 44, n. 3, 2020.

SQLITE. **SQLite Consortium**. 2020. Disponível em: <https://www.sqlite.org/index.html>. (acessado: 01.05.2020).

STATCOUNTER. **Participação de mercado do sistema operacional móvel Brasil -Setembro 2018 - outubro 2019**. 2019. Disponível em: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/brazil>. (acessado: 03.11.2019).

STINSON, May; FERGUSON, Rachel; PORTER-ARMSTRONG, Alison. Exploring repositioning movements in sitting with 'at risk'groups using accelerometry and interface pressure mapping technologies. **Journal of tissue viability**, Elsevier, v. 27, n. 1, p. 10–15, 2018.

TAGGEN, Soluções. **O que é um Beacon?** 2019. Disponível em: <https://taggen.zendesk.com/hc/pt-br/articles/115000384650-O-que-%5C%C3%5C%A9-um-Beacon->. (acessado: 05.10.2019).

THEISEN, Silke; DRABIK, Anna; STOCK, Stephanie. Pressure ulcers in older hospitalised patients and its impact on length of stay: a retrospective observational study. **Journal of clinical nursing**, Wiley Online Library, v. 21, n. 3-4, p. 380–387, 2012.

TRUELAND, Jennifer. A frente de casa em úlceras por pressão. Edição: BMJ Publishing Group LTD. **Padrão de Enfermagem (2014+)**, v. 30, n. 14.

TUN, Soe Ye Yint; MADANIAN, Samaneh; MIRZA, Farhaan. Internet of things (IoT) applications for elderly care: a reflective review. **Aging Clinical and Experimental Research**, Springer, p. 1–13, 2020.

VANGILDER, Catherine; MACFARLANE, Gordon D; MEYER, Stephanie *et al.* Results of nine international pressure ulcer prevalence surveys: 1989 to 2005. **Ostomy Wound Management**, HEALTH MANAGEMENT PUBLICATIONS LTD, v. 54, n. 2, p. 40, 2008.

VERMESAN, Ovidiu; FRIESS, Peter *et al.* **Internet of things-from research and innovation to market deployment**. [S.l.]: River publishers Aalborg, 2014. v. 29.

VIDAL LEDO, Maria J; CARNOTA LAUZÁN, Orlando; RODRIGUEZ DIAZ, Alfredo. Tecnologías e innovaciones disruptivas. **Educación Médica Superior**, 2002, Editorial Ciencias Médicas, v. 33, n. 1, 2019.

VIJAYALAKSHMI, A; JOSE, Deepa V. An IoT Application To Monitor The Variation In Pressure To Prevent The Risk Of Pressure Ulcers In Elderly. *In*: IEEE. 2018 3rd International Conference on Computational Systems and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS). [S.l.: s.n.], 2018. P. 282–284.

VINCENT, Charles; NEALE, Graham; WOLOSHYNOWYCH, Maria. Adverse events in British hospitals: preliminary retrospective record review. **Bmj**, British Medical Journal Publishing Group, v. 322, n. 7285, p. 517–519, 2001.

VON ALAN, R Hevner; MARCH, Salvatore T; PARK, Jinsoo; RAM, Sudha. Design science in information systems research. **MIS quarterly**, Springer, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.

WATERLOW, J. The history and use of the Waterlow card. **Nursing times**, v. 94, n. 7, p. 63, 1998.

WHO, World Health Organization -. **E-health at Health**. 2019. Disponível em: <https://www.who.int/ehealth/en/>. (acessado: 03.10.2019).

WHO, World Health Organization -. **mHealth - Use of appropriate digital technologies for public health**. 2017. Disponível em: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB142/B142_20-en.pdf?ua=1. (acessado: 30.09.2019).

WHO, World Health Organization -. **National eHealth Strategy Toolkit**. 2010. Disponível em: <https://www.who.int/ehealth/publications/en/>. (acessado: 20.09.2019).

WOODHOUSE, Marjolein; WORSLEY, Peter R; VOEGELI, David; SCHOONHOVEN, Lisette; BADER, Dan L. The physiological response of soft tissue to

periodic repositioning as a strategy for pressure ulcer prevention. **Clinical Biomechanics**, Elsevier, v. 30, n. 2, p. 166–174, 2015.

WOUND, Ostomy; WOCN, Continence Nurses Society -. **Society Position Statement: Pressure Ulcer Staging**. 2017. Disponível em: https://cdn.ymaws.com/www.wocn.org/resource/resmgr/oca/WOCN_Position_Statement_Role.pdf. (acessado: 02.10.2019).

WUWHS, World Union Wound Healing Societies. **O papel das coberturas na prevenção da lesão por pressão**. [S.l.: s.n.], 2016. Documento de Consenso da World Union of Wound Healing Societies (WUWHS). Este documento de consenso foi produzido pela Wounds International, uma empresa da Omnia-Med Ltd e lançado no 5º Congresso da World Union of Wound Healing Societies de 2016 em Florença, Itália. Disponível em: <http://sobende.org.br/pdf/WUHS%5C%202016/08.pdf>.

YAP, Tracey L; KENNERLY, Susan M; LY, Kao. Pressure Injury Prevention: Outcomes and Challenges to Use of Resident Monitoring Technology in a Nursing Home. **Journal of Wound Ostomy & Continence Nursing**, LWW, v. 46, n. 3, p. 207–213, 2019.

ZEEVI, Tal; LEVY, Ayelet; BRAUNER, Neima; GEFEN, Amit. Effects of ambient conditions on the risk of pressure injuries in bedridden patients—multi-physics modelling of microclimate. **International wound journal**, Wiley Online Library, v. 15, n. 3, p. 402–416, 2018.

APÊNDICE A – DESCRIÇÃO 1

Textos elaborados pelo autor, a fim de completar a sua argumentação. Deve ser precedido da palavra APÊNDICE, identificada por letras maiúsculas consecutivas, travessão e pelo respectivo título. Utilizam-se letras maiúsculas dobradas quando esgotadas as letras do alfabeto.

ANEXO A – FOLHETO BEACON COM ACELERÔMETRO




BEACON com Acelerômetro

O BEACON é um dispositivo do tipo BLE 4.1 com sensor de aceleração e faz parte da família de BEACONS compactos, dotados de bateria do tipo moeda. Ideiais para identificação de objetos que se movem.



Código do Produto: 500.9599

• Recursos

O BEACON é um dispositivo BLE de baixo consumo e possui um acelerômetro integrado. Ele transmite os dados de forma compatível com beacons padrões (UUID, ID principal e ID menor) somente quando um objeto estiver em movimento ou depois que caiu. Há também um modo para exibir os dados do acelerômetro e a contagem de gestos. Possui um design compacto a prova de água, usando uma bateria de célula. Um botão com LED de avisos permite o usuário selecionar o modo de operação para sua implantação. Os modos de operação deste produto oferecem compensações entre diferentes modos funcionais.

• Vantagens

Este produto é enviado pré-programado com vários modos de operação:

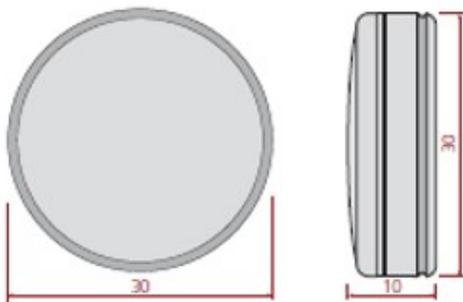
- Modo de repouso com mais de 7 anos de vida normal;
- Modo sensor oferece intervalo de 1s, linha de visão de alcance de 60m (LOS) e 4,5 meses de duração da bateria típica enquanto exibindo dados do acelerômetro e um contador de derivações;
- Modo de movimento oferece intervalo de 100ms, alcance de 30m e consome uma média de 275 µA;
- Modo de queda oferece intervalo de 100ms, alcance de 120m e consome uma média de 350 µA;
- Baudrate selecionável via troca de firmware;
- Ampla variação de tensão de alimentação, facilitando ainda mais a instalação do leitor.

• Especificações Técnicas

Alimentação	Bateria de Célula
Consumo	275 µA – 350 µA
Distância de Leitura*	Modo Sensor: 60m Modo Movimento: 30m Modo Queda: 120m
Acessórios	Wall-mount - Key-fob - Wrist-band
Dimensões	30 x 10 mm
Peso	7 g
Temperatura de operação	-20°C a 60°C
Grau de proteção	IP-64
Instalação	Superfícies externas ou embutido em equipamentos
Modo de ID Selecionável	UUID, ID Principal e ID Menor
Identificação Única	ID Único primário e secundário (serializados) Número de Série Único Número de Série, ID primário e secundário Impressos em um QR Code

*Distância considerada para LOS (campo aberto/sem obstáculos)

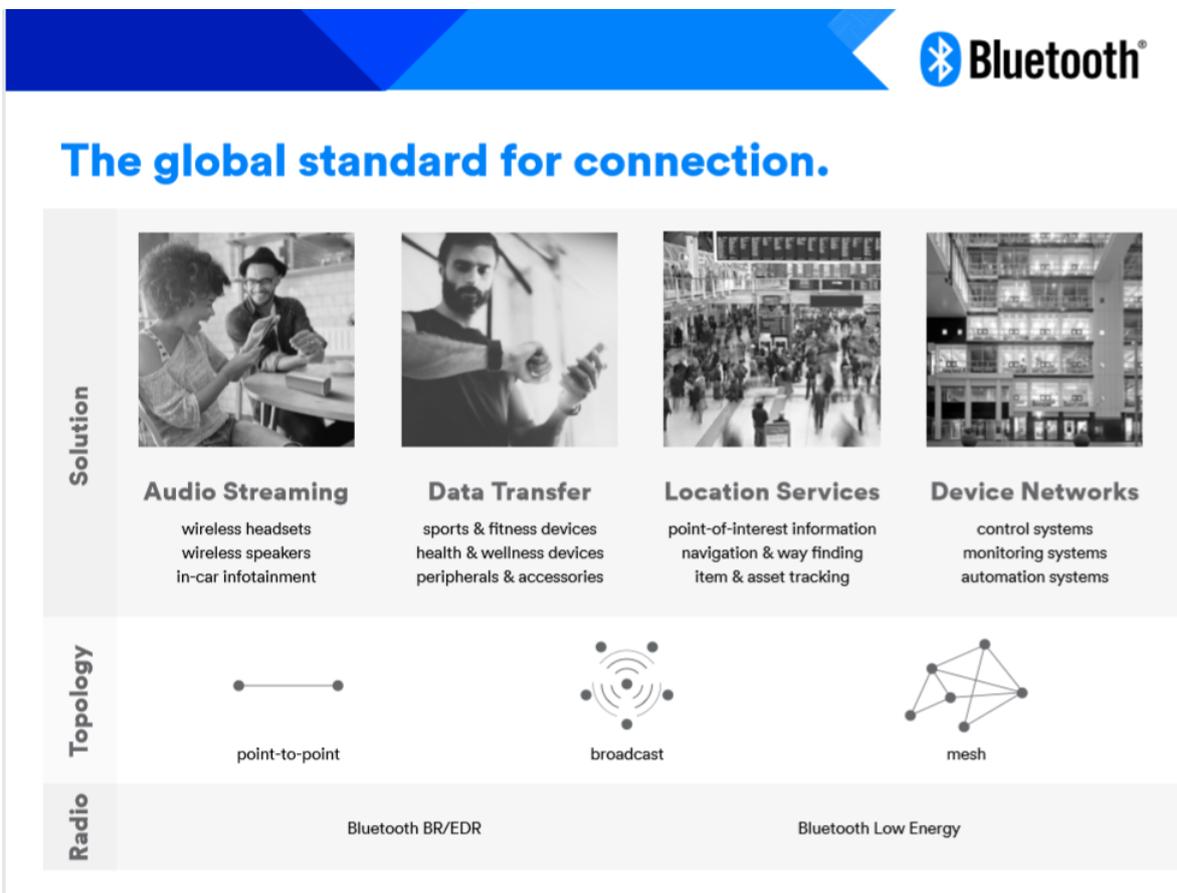
• Dimensões [mm]



e-mail: acura@acura.com.br | tel.: +55 11 3028-4600 | www.ACURA.com.br

Fonte – www.acura.com.br
(acurasite)

ANEXO B – CONEXÕES E TOPOLOGIAS BLUETOOTH®



Fonte – https://www.bluetooth.com/wp-content/uploads/2019/03/Bluetooth-Overview_Final.pdf
(BLUETOOTH SIG, 2019)