

LUMA CAROLINA CÂMARA GRADIM

Sistema para telerreabilitação baseado em *Internet das Coisas*: contribuições no uso de funções da cadeira de rodas motorizada para a funcionalidade e qualidade de vida dos usuários

Versão Revisada

SÃO PAULO

2022

LUMA CAROLINA CÂMARA GRADIM

Sistema para telerreabilitação baseado em *Internet das Coisas*: contribuições no uso de funções da cadeira de rodas motorizada para a funcionalidade e qualidade de vida dos usuários

Versão Revisada

Tese de Doutorado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Área de concentração: Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas Eletrônicos

Orientadora: Profa. Dra. Roseli de Deus Lopes

SÃO PAULO

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 18 de maio de 2022

Assinatura do autor:

Bruno Gradim

Assinatura do orientador:

Catálogo-na-publicação

Gradim, Luma

Sistema para telerreabilitação baseado em Internet das Coisas: contribuições no uso de funções da cadeira de rodas motorizada para a funcionalidade e qualidade de vida dos usuários. / L. Gradim – versão corr. -- São Paulo, 2022.
203 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos.

1.Cadeira de rodas 2.Tecnologias da saúde 3.Terapia ocupacional
4.Internet das coisas 5.Telerreabilitação I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos II.t.



ATA DE DEFESA

Aluno: 3142 - 10365462 - 1 / Página 1 de 1

Ata de defesa de Tese do(a) Senhor(a) Luma Carolina Câmara Gradim no Programa: Engenharia Elétrica, do(a) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Aos 18 dias do mês de março de 2022, no(a) realizou-se a Defesa da Tese do(a) Senhor(a) Luma Carolina Câmara Gradim, apresentada para a obtenção do título de Doutora intitulada:

"Sistema para telerreabilitação baseado em Internet das coisas: contribuições nouse de funções da cadeira de rodas motorizada para a funcionalidade e qualidade de vida dos usuários"

Após declarada aberta a sessão, o(a) Sr(a) Presidente passa a palavra ao candidato para exposição e a seguir aos examinadores para as devidas arguições que se desenvolvem nos termos regimentais. Em seguida, a Comissão Julgadora proclama o resultado:

✖✖

Nome dos Participantes da Banca	Função	Sigla da CPG	Resultado
Roseli de Deus Lopes	Presidente	EP - USP	<u>APROVADA</u>
Eduardo de Senzi Zancul	Titular	EP - USP	<u>APROVADA</u>
Linamara Rizzo Battistella	Titular	FM - USP	<u>APROVADA</u>
Luciana Bolzan Agnelli Martinez	Titular	UFSCar - Externo	<u>APROVADA</u>
Ana Cristina de Jesus Alves	Titular	UnB - Externo	<u>APROVADA</u>

Resultado Final: APROVADA

Parecer da Comissão Julgadora *

Eu, Elias Alves de Almeida _____, lavrei a presente ata, que assino juntamente com os(as) Senhores(as). São Paulo, aos 18 dias do mês de março de 2022.

p/ Rt
Eduardo de Senzi Zancul

p/ Rt
Linamara Rizzo Battistella

p/ Rt
Luciana Bolzan Agnelli Martinez

p/ Rt
Ana Cristina de Jesus Alves

Rd
Roseli de Deus Lopes
Presidente da Comissão Julgadora

* Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

A defesa foi homologada pela Comissão de Pós-Graduação em _____ e, portanto, o(a) aluno(a) _____ jus ao título de Doutora em Ciências obtido no Programa Engenharia Elétrica - Área de concentração: Sistemas Eletrônicos.

Presidente da Comissão de Pós-Graduação

** A sessão de defesa ocorreu com todos os participantes de forma não presencial, conectados por meio do aplicativo "Google Meet", com transmissão ao vivo. A sessão virtual foi gravada e está disponível para averiguação. A transmissão ao vivo e a gravação não incluíram a sessão secreta de julgamento, que foi feita em outra sala do "Google Meet". A banca retornou a sala →

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e Nossa Senhora por toda proteção, bençãos e sabedoria em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, Jorge e Márcia, minha irmã Wandinha e meus familiares, por sempre me incentivarem a ser uma pessoa de bem, humilde e forte. Obrigada por todo amor e carinho!

Ao meu esposo, Caio, pela parceria, conversas, reflexões e compreensão em todo esse tempo de desenvolvimento da tese.

Aos meus colegas e amigos de laboratório, principalmente à turma do térreo do CITI, e em especial ao Marcelo Archanjo, André Santana e Victor Bortolotti. Vocês me ensinaram e ajudaram demais nesses quatro anos de pesquisa. Sou muito grata a todos!

À minha orientadora, Roseli, que foi e é um exemplo de professora, pesquisadora e orientadora para mim. Obrigada por tantos ensinamentos, dedicação e parceria.

À banca de qualificação e defesa de doutorado pela contribuição ímpar neste trabalho.

A todos os meus amigos que direta ou indiretamente me apoiaram nessa caminhada e sempre me ajudaram a seguir em frente.

RESUMO

GRADIM, L. C. C. **Sistema para telerreabilitação baseado em Internet das Coisas:** contribuições no uso de funções da cadeira de rodas motorizada para a funcionalidade e qualidade de vida dos usuários. 2022. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo), São Paulo, 2022. Versão revisada.

O acompanhamento na reabilitação de usuários de cadeira de rodas (CR) possui perspectivas práticas para prevenção de lesões por pressão, saúde postural e funcionalidades, a fim de garantir qualidade de vida. No entanto, os cuidados em saúde na reabilitação dessa população alvo, com orientações de continuidade em ambiente domiciliar, são limitados, pois geralmente requerem constante ajuda de um familiar ou cuidador para seguimento de orientações, que nem sempre está disponível ou devidamente preparado. Além disso, o retorno pelos pacientes sobre o acompanhamento dos respectivos quadros clínicos para o profissional, em geral, são informais, por conversas em sessões terapêuticas, sem medições ou indicadores informativos eficazes para a saúde. E ainda, apesar de existirem fundamentações teóricas de apoio à prática, em geral são difusas entre profissionais, o que torna a prática complexa e divergente para os serviços de saúde e pacientes. O objetivo desta pesquisa foi investigar a possibilidade de criação e aplicação de um sistema eletrônico em telerreabilitação centrado no usuário, baseado em Internet das Coisas (IoT), para programação e acompanhamento remoto de funcionalidades de posicionamentos de CR por profissionais responsáveis pelos pacientes. Esta pesquisa foi conduzida usando o método *Action Design Research*, com abordagem para desenvolvimento centrado no usuário, composta por três etapas: (1) levantamento e definição das demandas dos usuários para determinar os requisitos que o sistema deve atender, (2) desenvolvimento do sistema, de maneira iterativa e (3) testes da usabilidade e satisfação dos usuários com o sistema. Todas as etapas tiveram um tema central (prevenção de lesões por pressão, saúde postural em CR e funcionalidades) buscando alcançar objetivos terapêuticos específicos para usuários de CR. O sistema eletrônico foi desenvolvido com características específicas baseadas em demandas reais de 16 usuários de CR, 57 profissionais de saúde e 9 especialistas em tecnologias para saúde. Foram realizadas duas sessões de testes, cada uma delas com 5 terapeutas ocupacionais, para avaliação formativa usando escalas de usabilidade e satisfação para com as funcionalidades e interface do sistema. Os resultados dos testes indicam que o sistema possui aplicação na prática clínica por estar baseado em diretrizes e protocolos internacionalmente fundamentados, com coleta de dados informativos e indicadores para saúde, possibilitando acompanhamento de pacientes em reabilitação e também realimentação remota pelos pacientes. Os resultados também apontam para a viabilidade de replicação do protótipo, desenvolvido neste projeto de pesquisa, para, a médio prazo, aplicá-lo para validar os resultados no contexto de um ensaio clínico randomizado acompanhado de testes de usabilidade.

Palavras-chave: Cadeira de rodas, Tecnologias da saúde, Terapia ocupacional, Internet das Coisas, Telerreabilitação.

ABSTRACT

GRADIM, L. C. C. **IoT-based system for telerehabilitation**: contributions to the use of motorized wheelchair functions for users' functionality and quality of life. 2022. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo), São Paulo, 2022. Versão revisada.

Monitoring the rehabilitation of wheelchair users has practical perspectives for the prevention of pressure injuries, postural health and functionalities. However, healthcare in the rehabilitation of this population, with guidance for continuity in the home environment, is limited, as it usually requires constant help from a family member or caregiver to follow up on the guidelines, which is not always available or properly prepared. In addition, feedback by patients on the monitoring of their clinical conditions, in general, is informal, through conversations in return from therapeutic sessions, without measurement or informative health indicators for professionals. Furthermore, despite the existence of theoretical foundations to support the practice, these have been diffused among professionals, which make the practice complex and divergent for health services and patients. The objective of this research was to investigate the possibility of creating and applying an electronic system in telerehabilitation centered on the user, based on Internet of Things, for programming and remote monitoring of programmable wheelchair positioning functionalities by professionals responsible for the patients. This research was conducted using the Action Design Research method, with an approach to user-centered development, consisting of three steps: (1) survey and definition of user demands to determine the requirements that the system must meet, (2) system development, iteratively and (3) testing the usability and user satisfaction with the system. All steps had a central theme, seeking to achieve specific therapeutic goals for wheelchair users. The electronic system was developed with specific features based on real demands from 16 wheelchair users, 57 healthcare professionals and 9 health technology experts. Two test sessions were carried out, each with 5 occupational therapists for formative assessment using usability and satisfaction scales with the system's features and interface. The results of the usability and satisfaction tests indicate that the system has application in clinical practice as it is based on internationally based guidelines and protocols, with the collection of informative data and health indicators, enabling follow-up of patients undergoing rehabilitation and also remote feedback by patients. The results point to the feasibility of replicating the prototype developed in this research project to apply it and validate the results in the context of a randomized clinical trial and medium-term usability test.

Keywords: Wheelchair, Health technologies, Occupational therapy, Internet of Things, Telerehabilitation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - (a) tilt, inclinação do assento junto com o encosto em relação ao solo; (b) recline, inclinação apenas do encosto em relação ao assento.	28
Figura 2 - Gráfico em barras do número de publicações nos anos de 1990 até 2022 na base de dados WOS (total n=207).....	42
Figura 3 - Gráfico mapa da distribuição do número de publicações em “reabilitação” + “IoT” por países/regiões dos autores, de 1990 até 2022, pelos dados obtidos na base de dados WOS (n=207).....	43
Figura 4 - Gráfico em barras sobre o tipo de documento publicado de 1990 até 2022 sobre “reabilitação” + “IoT” na base de dados WOS (n=207).	44
Figura 5 - Aplicação de caso no modelo da CIF.....	51
Figura 6 - As 4 partes do modelo HAAT na abordagem centrada no usuário	53
Figura 7 - Esquema para contribuições em pesquisas multidisciplinares e interdisciplinares	55
Figura 8 - Ciclo da Pesquisa-ação	57
Figura 9 - Desenho do estudo contendo os passos do UCD sintetizados nas quatro etapas da pesquisa, incluindo os instrumentos de coleta de dados, para visualização da aplicação	64
Figura 10 – Apresentação geral de todos os procedimentos metodológicos realizados nesta pesquisa, desde o estudo preliminar até a proposta final do sistema eletrônico baseado em IoT.....	74
Figura 11 - Protocolo de registro dos passos metodológicos para desenvolvimento de um sistema tecnológico terapêutico de acompanhamento para usuários de CR, baseado em Web.....	76
Figura 12 - Estrutura do processo de <i>biodesign</i> para desenvolvimento de soluções tecnológicas em saúde.	78

Figura 13 - Três componentes essenciais – problema, população-alvo e resultado/desfecho – no <i>Biodesign</i>	79
Figura 14 - Linha de tarefas gerais para desenvolvimento da solução tecnológica com características das fases na abordagem do Biodesign e UCD.	81
Figura 15 - Fases do ciclo iterativo baseadas nos princípios de projetos com abordagem User Centered Design em fase conceitual do projeto.	85
Figura 16 - Arquitetura de sistema <i>IoT</i> para telerreabilitação.....	86
Figura 17 - Diagrama de interação entre servidor, usuários e objetos inteligentes ...	88
Figura 18 - Dados de profissionais com relação às práticas de prescrição de CR (n=57)	89
Figura 19 Dados de profissionais com relação à prática de acompanhamento do uso da CR (n=45)	89
Figura 20 Dados de profissionais com relação às práticas de orientações para posicionamentos em CR (n=57).....	90
Figura 21 Dados de profissionais com relação ao uso de referenciais teóricos de apoio às práticas de orientações para posicionamentos em CR (n=57).....	90
Figura 22 De que maneira o profissional recebe o feedback do seu paciente/cliente? (n=44)	91
Figura 23 Dados de usuários de cadeira de rodas com relação ao acompanhamento domiciliar quanto ao tratamento em reabilitação (n=16)	92
Figura 24 Dados de usuários de cadeira de rodas com relação ao acompanhamento domiciliar quanto ao tratamento em reabilitação (n=16)	92
Figura 25 Dados de usuários de cadeira de rodas que fazem uso de serviços de reabilitação com relação a sua situação de saúde (n=16)	93
Figura 26 caracterize, de 1 a 5, sendo: 1 – não é importante; 2 – pouco importante; 3 - importante; 4 - muito importante; 5 - extremamente importante, as dificuldades	

que você, usuário de cadeira de rodas, encontra no seu dia a dia (resposta totalmente pessoal):.....	94
Figura 27 - Resultados dos dados coletados para auxílio à definição dos componentes do sistema (n=9)	100
Figura 28 Resultados dos dados coletados para auxílio à definição dos componentes do sistema (n=9)	101
Figura 29 Resultados dos dados coletados para auxílio à definição dos componentes do sistema (n=9)	101
Figura 30 Resultados dos dados coletados para auxílio à definição dos componentes do sistema (n=9)	102
Figura 31 Resultados dos dados coletados para auxílio à definição dos componentes do sistema (n=9)	102
Figura 32 - CR Seat Mobile SM7 e Contav (em destaque).	104
Figura 33 - Painel do CONTAV inserido em uma CR motorizada.....	104
Figura 34 - Esquema de funções do CONTAV na CR com tecnologia nuvem para o sistema de telerreabilitação	106
Figura 35 – Esquema do sistema geral com fluxo e em blocos	108
Figura 36 - Componentes do <i>software</i> do sistema.....	109
Figura 37 - Diagrama de Casos de Uso	116
Figura 38 - Documento exportado do desenvolvimento da interface web – versão 2 prototipações via Figma, Inc.	117
Figura 39 - Tela inicial de login do paciente para visualização da proposta de interface	118
Figura 40 - Tela inicial de login do profissional para visualização da proposta de interface	118

Figura 41 - Adição de legenda para auxílio à leitura dos dados.....	119
Figura 42 - Alterações na parte de realizar a prescrição.....	120
Figura 43 - Tela adicionada na parte de realizar prescrição após avaliação formativa	121
Figura 44 - Referenciais teóricos e paradigmáticos utilizados para o desenvolvimento do sistema eletrônico, relacionados a qualidade de vida e funcionalidade de usuários de CR	128
Figura 45 - Passos do processo de <i>Design Thinking</i> – <i>Stanford School</i>	178

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Premissas referenciadas pelo modelo HAAT para guia do desenvolvimento da solução:.....	54
Quadro 2 - Etapas funcionais do sistema e usuários ligados à cada etapa.	82
Quadro 3 - Levantamento de Aspectos da Demanda Real no Contexto de Usuários de CR.....	95
Quadro 4 - Categorização dos dados relacionados aos principais problemas no acompanhamento terapêutico de usuários de CR com o objetivo de fornecer um levantamento de demandas para o desenvolvimento do sistema e requisitos, elaborados pela autora, relacionados ao funcionamento adequado da solução para o desenvolvimento do projeto.	97
Quadro 5 - Matriz RACI para definição de papéis dos integrantes da equipe no desenvolvimento do protótipo	182
Quadro 6 - Cronograma de atividades vinculadas ao projeto MOVITA (Edital Aprender na Comunidade).	183

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontuações médias de ASQ após cada sessão de teste (n = 5) 123

Tabela 2 - Pontuação total da escala *SUS* de cada avaliador..... 124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	Atenção Domiciliar
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
CID	Classificação Internacional de Doenças e de Problemas Relacionados à Saúde
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
CITI	Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas
CONTAV	Controle Avançado de cadeira de rodas
CR	Cadeira de rodas ou cadeiras de rodas
<i>DSR</i>	Pesquisa científica do Design (<i>Design Science Research</i>)
HAAT	Modelo de Atividade Humana em Tecnologia Assistiva (<i>The Human Activity - Assistive Technology Model - HAAT model</i>)
IHC	Interação Humano-Computador
IoT	Internet das coisas (<i>Internet of Things</i>)
LSI-TEC	Laboratório de Sistemas Integráveis
MEI	Meios Eletrônicos Interativos
MOVITA	Abreviatura do projeto: Desenvolvimento e aplicações de soluções tecnológicas em telerreabilitação para auxílio às terapias e no acompanhamento domiciliar em reabilitação de pessoas com deficiências e declínio no desempenho funcional.
MS	Ministério da Saúde
MVP	Produto Mínimo Viável (<i>Minimum Viable Product</i>)

OMS	Organização Mundial de Saúde
PcD	Pessoas com deficiência
PGPTA	Programa de Apoio à Pós-Graduação e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Tecnologia Assistiva no Brasil
SPA	Aplicação em Uma Página (<i>Single Page Application</i>)
SUS	Sistema Único de Saúde
STEAMLab	Abreviatura do projeto: Explorando a resolução de problemas do mundo real no ensino superior: conectando estudantes à sociedade.
TA	Tecnologia Assistiva
TICs	Tecnologias de informação e comunicação
UCD	Projeto Centrado no Usuário (<i>User-Centered Design</i>)
UML	Linguagem de Modelagem Unificada (<i>Unified Modeling Language</i>)
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	Problemática.....	30
1.2	Trabalhos correlatos.....	32
1.3	Justificativa e relevância	35
1.4	Objetivos.....	37
1.5	Organização do trabalho	38
2	TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE COMUNICAÇÃO PARA TELERREABILITAÇÃO	39
2.1	Revisão de literatura	39
2.2	A inserção tecnológica como recurso em saúde para pessoas com deficiência.....	40
2.3	Surgimento do <i>IoT</i> na reabilitação.....	41
2.3.1	Reabilitação + <i>IoT</i> para a arquitetura do sistema de telerreabilitação ...	44
3	PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA SOLUÇÃO TECNOLÓGICA EM SAÚDE APLICADA À COMUNIDADE REAL.....	47
3.1	Entender os problemas reais da comunidade.....	47
3.2	Modelo conceitual específico em Tecnologia Assistiva.....	51
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	55
4.1	Desenho metodológico do estudo.....	59
4.2	Desenho do estudo	62
4.3	Caracterização dos participantes e critério de elegibilidade	65
4.4	Instrumentos de coleta de dados	65
4.5	Local do estudo.....	69
4.6	Procedimentos da coleta de dados e análise dos dados	70
4.7	Procedimentos metodológicos.....	72

4.8	Protocolo da Pesquisa - Condução dos passos realizados, baseados nas características da Pesquisa-ação do <i>Design (Action Design Research)</i>	75
4.9	Etapas do desenvolvimento tecnológico: Uma aproximação com o processo de <i>Biodesign</i>	77
4.9.1	Fase 1 – <i>Identify</i> (identificar): Imersão e descoberta da necessidade do usuário	78
4.9.2	Estágio 2 – <i>Invent</i> (inventar): Concepção e prototipação da solução	79
4.9.3	Estágio 3 – <i>Implement</i> (Implementar): Desenvolvimento da solução e da estratégia do negócio	80
4.10	Usuários na rede – foco da abordagem UCD	81
4.11	Desenvolvimento iterativo.....	83
5	RESULTADOS: PROPOSTA DE SISTEMA BASEADO EM <i>IOT</i> NA TELERREABILITAÇÃO PARA USUÁRIOS DE CR	86
5.1	<i>Hardware e Software</i>	100
5.2	Aproximação com pesquisas internacionais	110
6	PROJETO CONCEITUAL, DETALHADO E AVALIAÇÃO FORMATIVA DO SISTEMA	113
6.1	Diagrama de Casos de Uso	114
6.2	Desenvolvimento e versão final do protótipo.....	116
6.3	Avaliação formativa de usabilidade do sistema	121
7	DISCUSSÃO	125
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
8.1	Contribuições do trabalho.....	130
8.2	Limitações e trabalhos futuros	131
	REFERÊNCIAS.....	133
	APÊNDICE A - Q1: QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO ONLINE DE CARACTERIZAÇÃO DO USUÁRIO DE CR.....	141

APÊNDICE B - Q2: QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DE CARACTERIZAÇÃO DO PROFISSIONAL DE SAÚDE NO SERVIÇO DE REABILITAÇÃO.....	157
APÊNDICE C - Q3: QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DE PROFISSIONAL ESPECIALISTA EM TECNOLOGIAS VOLTADAS PARA SAÚDE	167
APÊNDICE D - GUIA PARA ENTREVISTA DE AVALIAÇÃO FORMATIVA DO SISTEMA	173
APÊNDICE E - PROJETOS MOVITA & STEAMLAB	175
<i>Design Thinking</i> e Esquema Fibonacci.....	176
Metodologia ativa de aprendizagem e Aprender na Comunidade.....	179
APÊNDICE F - DOCUMENTO DE SELEÇÃO DE BOLSISTAS DA PARCERIA ENTRE OS PROJETOS STEAMLAB E MOVITA (EDITAL APRENDER NA COMUNIDADE)	185
ANEXO A - SUS: ESCALA DE USABILIDADE DO SISTEMA (<i>SYSTEM USABILITY SCALE</i>).....	187
ANEXO B - ASQ: QUESTIONÁRIO PÓS-CENÁRIO	191
ANEXO C - QUEST 2.0: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DO USUÁRIO COM A TECNOLOGIA ASSISTIVA DE QUEBEC	193
ANEXO D - PSSUQ: QUESTIONÁRIO DE USABILIDADE DO SISTEMA PÓS-ESTUDO	197
ANEXO E - DOCUMENTO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA USP	199
ANEXO F - RELATÓRIO PARCIAL DE ALTERAÇÕES NO PROJETO ORIGINAL ENVIADO AO CEP	201

1 INTRODUÇÃO

No mundo todo, cerca de 65 milhões de pessoas precisam de uma cadeira de rodas (CR) (WHO, 2008). Para um usuário de CR, a postura sentada é fundamental porque este passa todos os dias, por longos períodos, sentado em sua CR. A postura anatômica sentada do corpo humano, ou seja, 90° de flexão nos joelhos e quadris com a coluna ereta e pés totalmente apoiados no chão, não condiz com a realidade cotidiana nem favorece o desempenho ocupacional. Por isso, faz-se necessário que a postura sentada, para todas as pessoas, inclusive usuários de CR, seja dinâmica (ANTONELI, 2003; ENGSTROM, 2002).

Em muitos casos, a dificuldade ou escassez de movimentação e de sensibilidade corporal de uma pessoa usuária de CR, pode dificultar a realização de mudanças de posicionamentos na CR ao longo do dia. A partir disso, comumente surgem problemas relacionados a déficits posturais, atrofias, contraturas, deformidades em estruturas do corpo e complicações, como as lesões por pressão (AISSAOUI et al., 2001; LINDERGANZ et al., 2008; WHO, 2012; STOCKTON; PARKER, 2002; GEFEN, 2014).

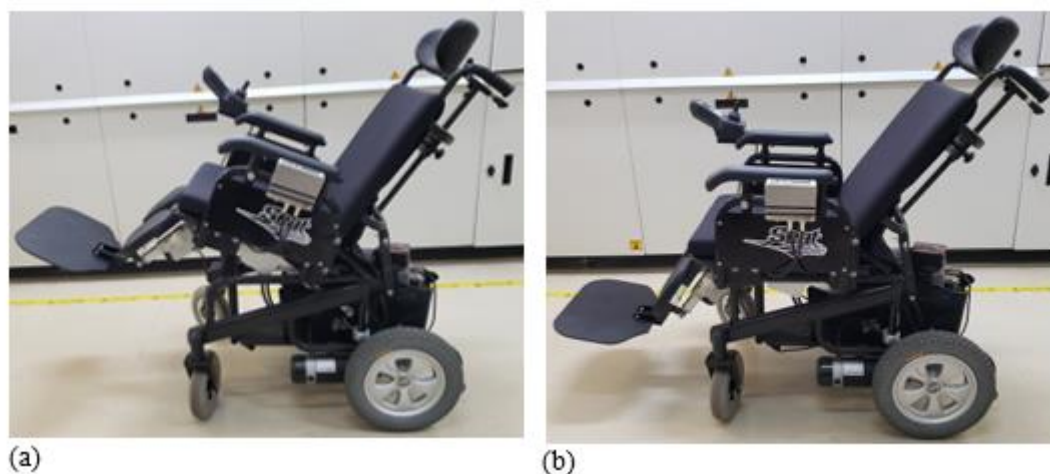
As lesões por pressão são comprometimentos graves de saúde que ocorrem devido à pressão constante, por um longo período, entre uma proeminência óssea e uma superfície externa, inclusive a própria CR (GEFEN, 2014; NPUAP, 2019). Considerado um problema básico e grave de saúde para os usuários de CR, em estágios mais avançados da lesão, pode gerar casos cirúrgicos, de internações, prejudicando a saúde da pessoa devido ao processo de hospitalização e elevando os gastos com saúde (NPUAP, 2019, BRASIL, 2013).

A presença de uma lesão por pressão em estágio avançado requer meses de internação, o que resulta em diminuição na capacidade funcional pelo próprio quadro hospitalar, pode causar perda de massa muscular decorrente da cirurgia e do tempo hospitalizado, e provocar quadros como depressão e sensação de impotência, comprometendo o desempenho, funcionalidade e saúde geral de pessoas que desenvolvem este tipo de lesão (SPILSBURY, 2007; WHO, 2012). Quando não ocorre o alívio da pressão na região com métodos preventivos e de cuidado, essa condição de saúde pode ser agravada levando até a casos de óbito (SPILSBURY, 2007; WHO, 2012).

Para ajudar na prevenção de agravos à saúde, é importante a realização frequente de mudanças de posicionamentos na CR, a fim de diminuir o vício postural, favorecer a mudança de cargas no corpo e alívio de pressão entre proeminências ósseas e a CR, prevenindo lesões e contraturas posturais (DING, COOPER, KELLEHER, 2007; COOPER et. al, 2015).

Um dos métodos de prevenção é o de adotar posicionamentos variáveis por meio das funções de *tilt* e *recline* em CR motorizada (DICIANNO et al. 2009). O *tilt* é a inclinação do assento junto com o encosto em relação ao solo (Figura 1a) e o *recline* é a função de inclinar apenas o encosto em relação ao assento (Figura 1b). Essas funcionalidades podem ser realizadas tanto em CR motorizada, podendo em geral, serem acionadas pelo próprio usuário, quanto em CR manual, normalmente necessitando do auxílio de uma outra pessoa/cuidador (GEFEN et al, 2008; DICIANNO et al, 2015; GRADIM, 2017).

Figura 1 - (a) tilt, inclinação do assento junto com o encosto em relação ao solo; (b) recline, inclinação apenas do encosto em relação ao assento.



Este método preventivo de contraturas posturais, deformidades e lesões por pressão, a partir do reposicionamento postural na CR, é um dos mais utilizados e, na prática comum, exige mudanças de posicionamento, pelo menos, a cada 2 horas, com ressalvas de que é preciso avaliar e adequar o tempo para cada indivíduo e sua situação específica (SPRIGLE; SONENBLUM, 2011).

Nos casos de disponibilidade de CR motorizada com opção de mudanças posturais em *tilt* e *recline*, o profissional pode orientar a realização de tais funções

periodicamente ao longo do dia. No entanto, estas serão realizadas quando e se o usuário se lembrar de acionar as funções na CR, ou, em casos de dependência, um familiar/cuidador realizar para o usuário (DICIANNO et al., 2009; KREUTZ, 1997). Além disso, para cada pessoa e condição de saúde existe a necessidade de indicar variações frequentes de mudanças de ângulos em *tilt* e *recline* na CR durante o dia, com foco no conforto postural, na prevenção de lesões com necrose celular associada, evitar contraturas, deformidades, de acordo com a avaliação e plano terapêutico individualizados e respectivo acompanhamento.

Com relação aos ângulos realizados no dia a dia pelos usuários de CR, Ding Cooper e Kelleher (2007) e Sonenblum, Sprigle e Maurer (2009) afirmam que as menores angulações (entre 0° a 15°) são as mais realizadas por oferecerem alívio postural e serem mais confortáveis. Porém, nos estudos de Jan et al (2010 e 2013), a maior eficácia da realização do *tilt* e *recline* em CR, na redistribuição de carga e alívio de pontos de pressão em regiões de pressão, são em maiores angulações, como 20°, 25°, 30° e 35° de *tilt* com 120° de *recline*. Estas pesquisas citadas envolvendo funcionalidades de mudanças posturais com angulações de *tilt* e *recline* para usuários de CR, apresentaram resultados quantitativos na contribuição dos graus e do tempo de realização da manobra para alívio de pressão nas regiões suscetíveis a lesões por pressão em CR. Entretanto, em vista das individualidades em estruturas e funções corporais de cada pessoa, prioriza-se a importância das avaliações cada a caso, para indicação e prescrição de ângulos e períodos mais adequados, bem como o acompanhamento terapêutico para cada usuário (SONENBLUM, SPRIGLE e MAURER, 2009; FU, JONES, JAN, 2014).

Assim, soluções tecnológicas na área de Tecnologia Assistiva (TA), que possam apoiar terapeutas e pacientes usuários de CR para uma melhor programação e acompanhamento são bem vindas. A produção, implementação, indicação e usabilidade de produtos de TA para auxiliar usuários de CR, no âmbito do processo terapêutico, é um aspecto fundamental para oferta de serviço terapêutico de qualidade, mas que ainda carece de maiores investimentos em pesquisa, desenvolvimento, publicação e divulgação no Brasil.

1.1 Problemática

No contexto de pessoas usuárias de CR, no mundo todo existem ainda muitos desafios sociais e também nos serviços de saúde. Os longos períodos na posição sentada exigem que a CR seja uma TA prescrita individualmente, considerando as especificidades do usuário. É importante que a CR não dificulte o desempenho do usuário em suas atividades de vida diária. Para tanto, a prescrição correta de uma ou mais de uma CR, com funções adequadas ao usuário, favorece a funcionalidade, o conforto e posicionamentos adequados (WHO, 2012).

As prescrições, bem como adaptações individualizadas e customizadas na CR, devem ser desempenhadas por profissionais de reabilitação (terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas e fisiatras) qualificados e encaminhadas a centros de reabilitação públicos ou privados e/ou oficinas de TA. No entanto, pode-se ressaltar que na prática muitas CR não são apropriadas para seus usuários, já que, segundo dados da OMS, nos países em desenvolvimento, menos de 5% das pessoas que precisam de uma CR, de fato, tem acesso a uma adequada (WHO, 2012). A falta de uma CR adequada pode gerar problemas na saúde e qualidade de vida do usuário, além de causar desconforto, problemas posturais e diminuição da funcionalidade. Além disso, a concessão de uma CR a um usuário, mesmo quando adequada, não dispensa a necessidade de um acompanhamento terapêutico por profissionais de reabilitação (WHO, 2012).

Nas intervenções terapêuticas realizadas em atendimentos de reabilitação públicos ou privados, a prescrição personalizada sobre o uso diário adequado dos posicionamentos de *tilt* e *recline* faz parte de um contínuo de tratamento de usuários de CR, segundo o documento da OMS (2012) “Cadeira de rodas - Pacote de Treinamento em Serviços”. Os profissionais devem proporcionar a dinâmica de um plano de cuidado com orientações para continuidade terapêutica no ambiente domiciliar, a fim de potencializar a recuperação, favorecer os resultados do processo terapêutico e melhorar ou reduzir o agravamento do quadro clínico do paciente (SCHMELING et al., 2017; RAHMAN, HOSSAIN, 2018). Todavia, a assistência continuada na reabilitação é limitada, pois geralmente requer constante ajuda de um familiar, cuidador ou técnico (BISIO et al, 2017). Também é um problema na prática continuada o seguimento correto de uma prescrição de mudanças posturais na CR

pelo usuário em seu domicílio, com confirmação de realização adequada de angulações indicadas (FU, JONES, JAN, 2014; SHANKAR, MORTENSON E WALLACE, 2015; RAHMAN, HOSSAIN, 2018). Ainda, a indicação do uso de ângulos específicos de *tilt* e *recline* em CR é uma prática divergente entre os profissionais e os serviços, o que aumenta a complexidade das recomendações de uso após aquisição de uma CR (CAMPEAU-VALLERAND et al, 2019).

Além disso, as práticas clínicas documentadas em artigos internacionais publicados nessa temática revelam pouco ou nenhum tempo destinado ao treinamento de funções de uma CR (JANS e SCHERER, 2006; HARRIS e SPRIGLE, 2008; FOY et al, 2011; CAMPEAU-VALLERAND et al, 2019). Nessas circunstâncias, a falta de acompanhamento do uso de uma TA, como a CR, é um tema preocupante. Muitas vezes os serviços carecem de entender o que acontece no contexto e fatores ambientais dos pacientes, o que pode dificultar o acompanhamento e tratamento adequado da terapia domiciliar, e gerar atrasos e lentidão no processo de reabilitação com diminuição da qualidade do tratamento (DOBKIN, 2017; RAHMAN, HOSSAIN, 2018). Por isso, além de contar com uma equipe multiprofissional e especializada, o serviço de reabilitação também busca um crescimento em melhorias, facilidades e acessibilidade através de sistemas computacionais, de informação e tecnológicos, que contenham características em concordância com as políticas e programas de atenção à saúde (BRASIL, 2008; BALAMPANIS, 2016; CHRISTOPOULOU, KOTSILIERIS, ANAGNOSTOPOULOS, 2018).

No caso de mecanismos relativos a mudanças de posicionamentos em CR para prevenir agravos à saúde, como o surgimento de lesões por pressão, apesar dos diversos métodos de prevenção existentes, a problemática ainda se apresenta na prática clínica com graves consequências para a saúde (BRIENZA et al., 2001; MILLER, 2007).

Assim, é preciso entender, com a participação dos usuários, como se relacionam as práticas existentes dentro da reabilitação e saúde postural para usuários de CR em diferentes ambientes, e quais vertentes, recursos e estratégias disponíveis pelos profissionais e serviços de saúde para minimizar os problemas mencionados acima, acerca da real prática no tratamento desses usuários.

Neste contexto, destacam-se os sistemas eletrônicos com uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs) voltados para os profissionais, usuários e os serviços de saúde, como preconizado nas leis do Brasil para atender as demandas e

problemas reais da sociedade (CHIUCHISAN, 2014; ESTATUTO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA, 2015; CHRISTOPOULOU, KOTSILIERIS, ANAGNOSTOPOULOS, 2018).

1.2 Trabalhos correlatos

Com o intuito de compreender especificamente os caminhos e as ações em pesquisas científicas no mundo todo na intersecção entre as áreas de sistemas tecnológicos e a mudança de posicionamentos de *tilt* e *recline* individualizados para prevenção de lesões por pressão na CR e posicionamento em CR, foram encontrados trabalhos publicados com vertentes de soluções que se correlacionam de alguma forma com a solução tecnológica proposta neste trabalho de pesquisa. Tais trabalhos correlatos estão apresentados nesta sessão.

No trabalho dos autores Ding et al (2010), intitulado “Tecnologia de *coach* virtual para apoiar o autocuidado”, foi proposto um programa de *coaching* visando orientar os profissionais de reabilitação sobre tarefas de autocuidado relacionadas às funcionalidades da CR para *tilt*, *recline* e *standing*, a partir de um sistema com mensagens destinadas aos profissionais, com a finalidade de estimular o comportamento positivo no aprendizado de novas habilidades para saúde de pessoas com deficiência. O programa de intervenção é um estudo preliminar envolvendo uma interface para interação entre profissionais e usuários, com um conjunto de sensores na parte de trás da CR para monitoramento do uso real das funções da CR (*tilt*, *recline*, elevação do apoio de pés e *standing*) e para localização do usuário. O programa contempla um computador de placa única (SBC – *single board computer*) acoplado no encosto da CR para sintetizar informações dos sensores e auxiliar no protocolo de treinamento apropriado para ajudar os usuários de CR com relação às funções da CR para alívio da pressão e outras atividades da vida diária na CR, bem como nas transferências. O *coach* virtual é a criação de um espaço de *design* de intervenções incluindo possibilidade de automonitoramento, consciência de contexto, *design* de interface e estratégias de *coaching* para abordar mensagens de forma automatizada. O artigo ainda fornece insights sobre a abordagem dos principais desafios na concepção de intervenções de *coach* virtual na saúde. Esse trabalho não atende as propostas do presente trabalho pois não apresenta como objetivo a possibilidade de

prescrição pelo terapeuta e realização automática das funções da CR pelo sistema a partir de uma prescrição individualizada. Além disso, o artigo coloca como uma limitação e possibilidade de trabalhos futuros a utilização da *Action Design* para criação do sistema centrado no usuário, o que este presente trabalho já contempla em sua metodologia.

A pesquisa dos autores Fu, Jan e Jones de 2011, inovou ao apresentar um protótipo para CR, nomeado “modelo inteligente”, a partir do uso de técnicas de aprendizado de máquina (*Machine Learning*) para construir um algoritmo universal que relaciona os ângulos de *tilt* e *recline* da CR com a resposta da perfusão sanguínea de cada indivíduo e suas informações pessoais, a fim de fornecer orientações especializadas para usuários de CR na prevenção de lesões por pressão. No ano de 2014, os mesmos autores publicaram um novo estudo de atualização do algoritmo para melhorar a precisão da previsão do sistema inteligente na CR (FU, JAN, JONES, 2011; FU, JONES, JAN, 2014). Este estudo pontua positivamente a utilização de dados específicos de cada paciente e evidencia a viabilidade do uso de técnicas de *Machine Learning* para auxiliar nos sistemas de posicionamentos em CR com variáveis para prevenção de lesões por pressão. Tais pontos foram considerados para a solução do presente trabalho.

Em 2016, Wu et. al. apresentaram uma nota técnica sobre a avaliação da usabilidade de um aplicativo para smartphone sobre o treinamento de assento para usuários de CR motorizadas. Os autores utilizaram na metodologia o envolvimento de usuários de CR e profissionais da área de reabilitação para o desenvolvimento e avaliação do aplicativo com foco de incitar comportamentos de reposicionamentos na CR, a partir de recomendações profissionais, com lembretes personalizados para o usuário. O estudo sugere que aplicativos intuitivos com botões de interação são benéficos para usabilidade de um sistema como esse. No entanto, a solução é compatível apenas com um fabricante e um tipo de CR (motorizada), o que alcança um número pequeno de usuários e profissionais.

A pesquisa de Campeau-Vallerand et al (2019) foi a que mais se aproximou da pesquisa realizada neste trabalho em termos de funcionalidade de um sistema de posicionamento na CR. Os autores utilizaram como metodologia o Modelo Tecnologia de intervenção comportamental (*Behavioral Intervention Technology - BIT*) para identificar funcionalidades necessárias para os usuários de CR motorizadas, médicos e terapeutas, com objetivos de desenvolvimento de um protótipo de intervenção de

saúde eletrônica, baseada na *Web*, para uso do *tilt* na CR. A partir de evidências científicas na área de posicionamentos em CR com uso do *tilt* e a interação entre uma equipe multidisciplinar e os usuários de CR.

A pesquisa de de Campeau-Vallerand et al (2019) incorpora princípios de mudança de comportamento, baseados no modelo BIT, para promover o uso ideal do *tilt* pelo usuário e melhorar o acompanhamento terapêutico. Os autores abordam temas de relevância para a construção de sistemas eletrônicos voltados para a função *tilt* em CR motorizada, como a facilidade de uso dos componentes físicos da interface do sistema, realimentação sobre parâmetros de *tilt* específicos e a opção de interação entre o usuário e o profissional de saúde, sendo estes fatores positivos para a implementação de uma tecnologia. O artigo apresenta o protótipo do sistema desenvolvido, incluindo 2 acelerômetros (*InvenSense* e MPU-6050) acoplados na CR tanto na base de alimentação quanto no encosto da CR, para medição da diferença entre os ângulos de inclinação em relação à gravidade, para oferecer o valor de angulação correto da CR. Nesse módulo acoplado na CR, luzes de LED e esquema de vibração avisam o usuário que a CR realizará o movimento de inclinação. Também é utilizada uma matriz de sensores 3 x 3 (*Interlink Electronics FSR 400*) para medir a pressão no assento da CR e passar a informação para ativar o sistema de monitoramento, calculando, também, o tempo sentado na CR. Uma *Raspberry Pi Zero W* embarcada para cálculo do tempo sentado na CR e controle do tempo de inclinação, com capacidade de análise e armazenamento de dados, exibidos em uma interface *web* por uma rede sem fio local. Este estudo ainda está em fase de avaliação do sistema, tendo a avaliação formativa da função *tilt* da CR e a visão de cinco profissionais terapeutas ocupacionais e cinco usuários de CR.

Além disso, os autores Amann et. al. (2020) apresentam pontos positivos que também foram considerados para o desenvolvimento da pesquisa desse trabalho em questão, já que os autores do artigo descrevem um estudo de métodos mistos para desenvolver um aplicativo de suporte e autogerenciamento para pessoas com lesão medular na prevenção de lesões por pressão. O aplicativo possui uma interface com dados disponíveis para o usuário tirar dúvidas e ter acesso às informações, através de uma interface testada com avaliação de usabilidade pelo usuário. Esta pesquisa não envolveu um *hardware* para CR, mas foi um referencial importante para o desenvolvimento do nosso *software* centrado no usuário.

1.3 Justificativa e relevância

Novas tecnologias têm a capacidade mudar o panorama onde elas são aplicadas. Uma CR com funções de posicionamentos e que possa estar conectada à internet abre muitas perspectivas ao aproximar o profissional de saúde responsável pelo paciente usuário de CR, permitindo acompanhar e revisar técnicas, manobras, procedimentos e recomendações clínicas convencionais não exploradas anteriormente.

É muito importante buscar alternativas tecnológicas que ajudem a melhorar a vida de uma pessoa em CR. Especificamente na reabilitação, um sistema eletrônico tecnológico de monitoramento, com o propósito de aumentar a qualidade dos serviços de saúde em ambientes domiciliares, tem potencial para reduzir os custos dos serviços, o tempo nos ambientes ambulatoriais e hospitalares, com melhorias na prevenção de agravos (BALAMPANIS, 2016). E ainda, o uso eficiente de um sistema de tecnologia para monitoramento remoto pode tornar o cuidado em saúde mais produtivo e ajudar na condução do plano terapêutico. Ao mesmo tempo, é esperado que os pacientes consigam administrar melhor sua própria saúde e bem-estar com um acompanhamento e uso adequado do sistema indicado (BALAMPANIS, 2016).

O avanço de sistemas de TICs, facilitou o alcance a conhecimentos e inovações tecnológicas em áreas como a saúde, inclusive de recursos tecnológicos assistivos que podem prover assistência diante de um problema específico na saúde, visando atender demandas pontuais (CHIUCHISAN, 2014, GRADIM et al, 2020).

Os sistemas eletrônicos que permitem o monitoramento remoto de um paciente possuem ferramentas tecnológicas específicas, baseadas em tecnologias como sistemas embarcados e internet das coisas, esta última identificada pela sigla *IoT* (*Internet of Things*) e que pode ser vista como uma infraestrutura com metodologias avançadas em TICS, permitindo serviços interconectados entre meios físicos e virtuais, interoperáveis, existentes e em constante evolução (CHIUCHISAN, 2014; GRADIM et al, 2020).

Sistemas com tecnologias para coleta e armazenamento de dados, podem ajudar a gerar e controlar dados detalhados em saúde, para realimentação da terapia fora do ambiente ambulatorial (BALAMPANIS, 2016).

No Brasil, as propostas, políticas e programas nacionais buscam incrementar estratégias tecnológicas visando contribuir no atendimento de saúde com qualidade e

equidade (BRASIL, 2006; 2008). No que se refere à disponibilidade de recursos para atender às demandas dos serviços de reabilitação, o Estado fomenta ações em saúde a partir de leis públicas no Brasil, buscando um cenário de balanço entre os gastos e recursos dispensados.

Com o objetivo de atender às prerrogativas de políticas públicas em relação aos direitos das Pessoas com Deficiência (PcD) no âmbito da saúde para pessoas com deficiência motora, funcionalidade e TA, foi instituído pelo DECRETO Nº 7.612, de 17 de novembro de 2011 o Plano Nacional das Pessoas com Deficiência – Plano Viver sem Limites (BRASIL, 2013). O Plano Viver sem Limites propôs a implementação de um programa do governo federal para a efetivação de direitos, oportunidades e cidadania para todos, bem como o incentivo do desenvolvimento da TA no Brasil. Para isso, com o auxílio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), deu-se a criação do Programa de Apoio à Pós-Graduação e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Tecnologia Assistiva no Brasil (PGPTA) (nº59/2014) com uma linha de financiamento para inovação em TA e estudos sobre deficiência. Implementado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o PGPTA tem o objetivo de apoiar o desenvolvimento de produtos, metodologias, estratégias, práticas e serviços inovadores em prol da autonomia, bem-estar e a qualidade de vida de PcD.

Este trabalho é parte das pesquisas apoiadas pelo CAPES-PGPTA e envolve o desenvolvimento e a avaliação de um sistema eletrônico com tecnologia embarcada avançada e recursos de *IoT* para a área da telerreabilitação com aplicação para funções de posicionamentos em CR.

O uso de mudanças de posicionamentos em CR, a partir de um sistema eletrônico com tecnologias embarcadas na CR e recursos de *IoT*, pode ser um aliado na prática de terapeutas, ao fornecer dados e recursos da realização dos posicionamentos fora do ambiente ambulatorial, com possibilidades de seguimento das prescrições, engajamento e motivação para o paciente durante o processo terapêutico, bem como para fornecer realimentação com indicadores e dados informativos qualitativos e quantitativos sobre o desempenho do usuário no dia a dia.

Portanto, tendo em vista os problemas que envolvem o posicionamento e a dificuldade de acompanhamento terapêutico de pessoas em CR, bem como as possibilidades de benefícios proporcionados pelo desenvolvimento de uma solução

tecnológica adequada e personalizada, pode-se questionar: é possível que um sistema eletrônico de acompanhamento da reabilitação, baseado em *IoT*, centrado nas demandas dos usuários, com funções de posicionamentos em CR e programáveis pelo terapeuta, possa auxiliar na atenção domiciliar para realização das prescrições adequadamente e monitoramento terapêutico com *feedback* para o acompanhamento pelo profissional?

1.4 Objetivos

O principal objetivo desta pesquisa é investigar a possibilidade de desenvolver um sistema eletrônico de monitoramento em telerreabilitação de usuários de CR, baseado em *IoT*, adequado para programação e acompanhamento remoto de funcionalidades de posicionamentos da CR programáveis pelos profissionais para os usuários finais.

Para atingir este objetivo principal, fez-se necessário adotar os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as reais demandas de usuários de CR e dos profissionais de saúde, dentro da proposta de programação e acompanhamento terapêutico sobre os posicionamentos e monitoramento do plano terapêutico para usuários de CR, bem como dados na prática terapêutica para mudanças posturais no uso de CR.
- Desenvolver e descrever um processo metodológico sistematizado para a produção de um artefato tecnológico na área de tecnologia assistiva (TA) com foco nos usuários (profissionais de saúde e usuários de CR).
- Estruturar um conjunto de materiais de apoio para aplicação de práticas em desenvolvimento de inovação tecnológica na área de TA.
- Apresentar métodos específicos de desenvolvimento de produtos para demandas reais de pessoas usuárias de CR e, a partir disso, promover discussões acerca do design e processos de desenvolvimento de produtos na área de TA.
- Elaborar a arquitetura do sistema, baseado em *IoT*, incluindo componentes necessários para o monitoramento remoto de posicionamentos de usuários em CR, com definição de metas, lembrete de realização e realimentação (sistema bidirecional usuário – profissional).
- Desenvolver um sistema eletrônico, baseado em *IoT*, integrando sistemas

tecnológicos de informação e comunicação e suporte profissional voltados para atender as demandas dos usuários (profissionais de saúde e usuários de CR).

- Desenvolver e avaliar um protocolo para implementação de um sistema eletrônico para telerreabilitação com medidas de prevenção de agravos à saúde, como as lesões por pressão, a partir de mudanças de posicionamentos em CR.
- Realizar uma avaliação formativa e de usabilidade do protótipo de sistema eletrônico de monitoramento remoto para telerreabilitação.

1.5 Organização do trabalho

A tese encontra-se organizada em oito capítulos. O capítulo inicial apresentou uma introdução ao problema abordado neste trabalho, bem como a questão de pesquisa, justificativa, os objetivos da pesquisa.

O capítulo dois apresenta um aprofundamento teórico sobre tecnologias avançadas de comunicação para telerreabilitação, com foco em internet das coisas, o que serve de base teórica para a compreensão do domínio da pesquisa.

O capítulo três apresenta conceitos teóricos que auxiliaram na área de estudos de desenvolvimento de solução tecnológica em saúde, aprofundando-se em conteúdo mais específicos para construção do projeto em telerreabilitação centrado no usuário do sistema.

O capítulo quatro descreve os materiais e métodos, tanto das etapas gerais metodológicas quanto etapas específicas do desenvolvimento tecnológico.

O capítulo cinco apresenta os resultados desta pesquisa, com a proposta do sistema eletrônico baseado em *IoT* para telerreabilitação, detalhando os dados coletados em cada etapa metodológica vivenciada por uma equipe interdisciplinar.

Ainda em resultados, o capítulo seis detalha o projeto conceitual desenvolvido, onde são apresentadas características do *hardware* e do *software*, os diagramas UML e descreve em detalhe o protótipo desenvolvido de maneira iterativa com avaliação formativa para usabilidade e satisfação da tecnologia em questão.

O capítulo sete apresenta as principais reflexões e discussões a partir da análise das avaliações realizadas pelos terapeutas ocupacionais acerca do sistema desenvolvido. O capítulo oito contém as considerações finais do trabalho, as limitações e propostas de trabalhos futuros.

2 TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE COMUNICAÇÃO PARA TELERREABILITAÇÃO

2.1 Revisão de literatura

No início deste trabalho de pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico exploratório sobre o problema da pesquisa e revisão sistemática interdisciplinar com meta-análise sobre a temática e as práticas de *IoT* na reabilitação, o que serviu como um pré-requisito para conhecimento e melhor planejamento da pesquisa (GIL, 2002).

A revisão bibliográfica em questão foi realizada no período de julho de 2019, com as palavras-chave: “*internet of things*” e “*rehabilitation*”. Foram encontrados 76 artigos, com 29 selecionados para análise mais detalhada. Mesmo os artigos que foram excluídos da revisão por motivos metodológicos, ficaram armazenados em um banco de dados próprio da autora para pesquisas e informações para esta tese.

A partir deste estudo, um artigo completo intitulado “*IoT Services and Applications in Rehabilitation: An Interdisciplinary and Meta-Analysis Review*” (GRADIM, 2020) foi produzido, aceito e publicado no periódico “*IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering. TNSRE*” e é uma das contribuições mais importantes deste trabalho de pesquisa.

Considerando os estudos encontrados e selecionados para a revisão, que abordam o termo “*internet of things*” e “*rehabilitation*”, foi possível destacar que estes estão associados, principalmente, a questões sobre desenvolvimento de sistemas para: a) o monitoramento de sinais vitais do paciente; b) recursos como jogos para auxiliar em exercícios físicos de reabilitação, e; c) uso de dispositivos portáteis como ferramenta chave na coleta de dados. Os achados na literatura mostraram os pontos positivos e os que devem ser abordados com cautela e podem trazer desvantagens para o usuário e para o desenvolvimento de um sistema. Com isso, foram levantados os pré-requisitos (fase do projeto informacional – busca de informações necessárias, em diversas fontes, para formação de um conjunto de dados informativos, chamado de especificações-meta do produto) (SILVEIRA, 2017), fundamentados na literatura disponível para auxiliar na proposta de arquitetura e desenvolvimento da solução deste trabalho de pesquisa.

Para o desenvolvimento de um sistema eletrônico, baseado em *Web*, viável para acompanhamento terapêutico remoto, existem premissas que devem ser consideradas. Neste capítulo, elas serão apresentadas, englobando seus propósitos, relevância e como se adequaram no sistema de reabilitação baseado em *IoT* para usuários de CR, foco deste projeto de pesquisa.

2.2 A inserção tecnológica como recurso em saúde para pessoas com deficiência

O Ministério da Saúde (MS), por intermédio da Portaria nº 2.510, de 19 de dezembro de 2005, institui a Comissão para Elaboração da Política de Gestão Tecnológica no âmbito do Sistema Único de Saúde – CPGT. Define tecnologias em saúde como: medicamentos, equipamentos, procedimentos técnicos, sistemas organizacionais, educacionais e de suporte, programas e protocolos assistenciais por meio dos quais a atenção e os cuidados com a saúde são prestados à população.

O investimento em tecnologias na saúde, tanto no desenvolvimento científico quanto de produtos, incrementa as ações em saúde objetivadas pela Lei nº 8080/90 do Sistema Único de Saúde (SUS). Com as atribuições instituídas à CPGT, no âmbito de apresentar propostas de política de gestão das tecnologias no SUS, sendo a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) um dos órgãos instituídos e, conciliando este com as prerrogativas de políticas públicas em relação aos direitos das PcD, o Programa GATE o e o PGPTA (edital nº59/2014) abarcam uma linha de pesquisa para inovação em TA e estudos sobre deficiência.

Pautado nas ações de tais diretrizes, implementado pelo Conselho de Ciência, Tecnologia e Inovação do Ministério da Saúde, o PGPTA no Brasil abarcou instituições de ensino superior (IES) para implantação de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação e cooperação acadêmica com vistas à formação de recursos humanos (RH) na área de TA no Brasil. Este projeto, em específico, promoveu um estudo científico em tecnologia e PcD, visando à incorporação de novo produto auxiliado por políticas públicas do país, evidência teórica científica e práticas vivenciadas por profissionais no dia a dia, mediante visão de gestores, prestadores e profissionais dos serviços de saúde (BRASIL, 2013).

Considerando as demandas de saúde de PcD na sociedade brasileira e a importância de integrar e articular o processo de incorporação de novas tecnologias no SUS, o financiamento de ações para o desenvolvimento de pesquisas se faz imprescindível, sendo este um marco fundamental para a evolução tecnológica como possibilidade de novos recursos terapêuticos em saúde para PcD no Brasil.

Não somente no Brasil, mas no mundo todo, as TICs e a TA estão diretamente envolvidas no processo de desenvolvimento de novos produtos tecnológicos.

Os sistemas eletrônicos com uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs) voltados para os profissionais, usuários e os serviços de saúde, é preconizado nas leis públicas, de acordo com o Estatuto da Pessoa com Deficiência, para atender as demandas da pessoa com deficiência (ESTATUTO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA, 2015) e com aplicações viáveis para práticas em saúde, como visto no estudo de Chiuchisan (2014) com uso de TICs para o monitoramento remoto de pacientes com foco em centros, serviços hospitalares e de terapia, usufruindo de uma infraestrutura global com sistemas embarcados, *IoT*, permitindo serviços interconectados entre meios físicos e virtuais e em constante evolução.

As TICs facilitam a troca de informações entre profissionais (prestadores), pacientes/usuários dos serviços e instituições, bem como para gestores e serviços de saúde (CHIUCHISAN, 2014).

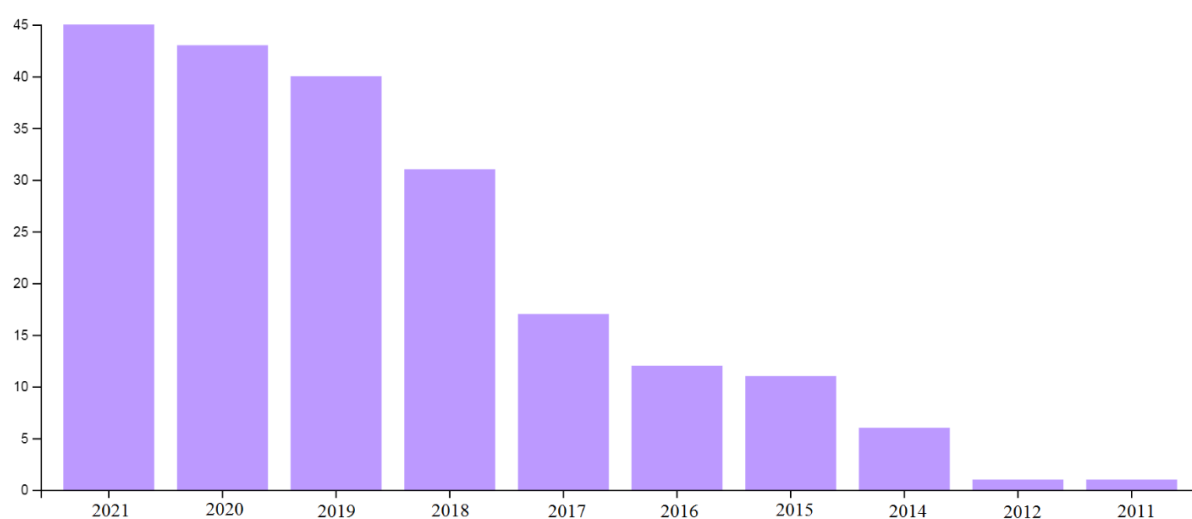
O desenvolvimento de pesquisas científicas e recursos na área de TA para PcD, sendo a definição de recursos como “todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sob medida utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência” (ADA - *American with Disabilities ACT*, 1994) é uma das estratégias para atender as diversas demandas dos serviços de saúde e alcançar objetivos instituídos nas leis públicas do MS. Sendo assim, é uma área que se destaca em pesquisas envolvendo busca de soluções para atender demandas de PcD.

2.3 Surgimento do *IoT* na reabilitação

O estudo de atualização do tema – Estado da Arte sobre “reabilitação” + “*IoT*” – realizando anualmente de 2017 a 2021, revelou que o uso do tema *IoT* em saúde,

principalmente em reabilitação tem sido cada vez mais disseminado e adotado nas pesquisas científicas. O número de publicações científicas aumentou significativamente em uma janela de 10 anos (incluindo 2011 a 2021). E, a partir da observação do gráfico 1 (Figura 2) gerado pelos resultados de atualização desta pesquisa, pode-se afirmar que os termos “IoT” e “reabilitação” juntos estão com uma tendência de grande crescimento em pesquisas e publicações científicas.

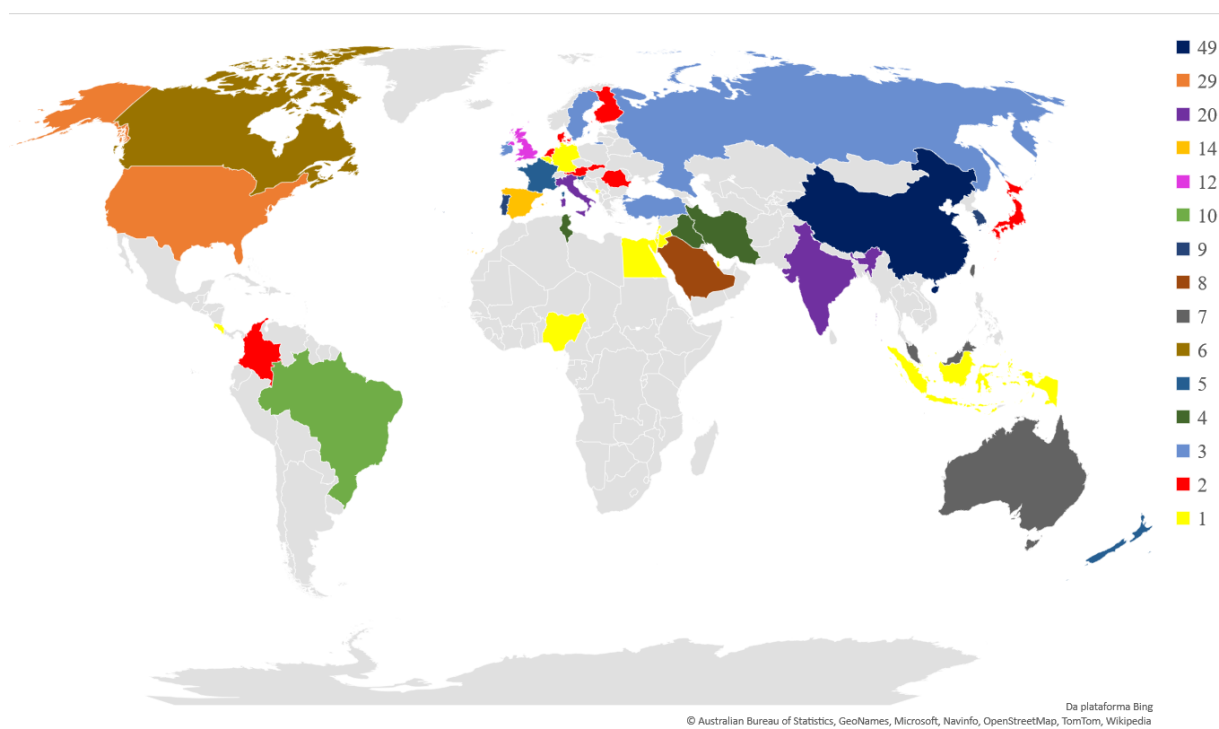
Figura 2 - Gráfico em barras do número de publicações nos anos de 1990 até 2022 na base de dados WOS (total n=207)



Fonte: WOS, 2021.

Com relação aos países dos autores destas publicações, o maior número de autores pesquisadores é da China, seguido dos Estados Unidos e em terceiro Itália e Índia empatados. O Brasil está em sexto lugar com 10 autores publicando sobre “reabilitação” + “IoT” em documentos científicos disponíveis na base de dados WOS (Figura 3).

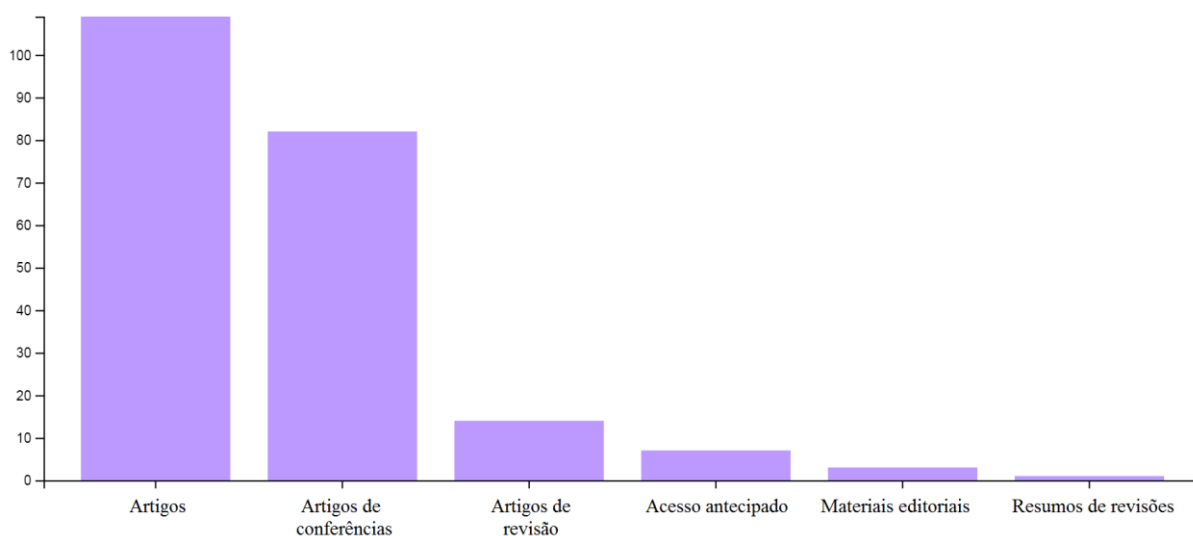
Figura 3 - Gráfico mapa da distribuição do número de publicações em “reabilitação” + “IoT” por países/regiões dos autores, de 1990 até 2022, pelos dados obtidos na base de dados WOS (n=207).



Fonte: WOS, 2021.

Dentre as publicações do Brasil, compreende o artigo dos autores Gradim et al. (2020), parte dos resultados desta tese. Também, é relevante destacar a publicação majoritariamente do tipo de documento “artigo” na base de dados WOS, destacando os estudos originais completos científicos como maior índices de publicação na área (Figura 4).

Figura 4 - Gráfico em barras sobre o tipo de documento publicado de 1990 até 2022 sobre “reabilitação” + “IoT” na base de dados WOS (n=207).



Fonte: WOS, 2021.

De acordo com as publicações encontradas, foi possível verificar a existência de pesquisas sobre a utilização de sistemas tecnológicos inteligentes como a internet das coisas – *IoT* – na área da reabilitação e em diferentes casos em saúde. Vale ressaltar que o termo internet das coisas surgiu no ano de 1999 por Kevin Ashton na perspectiva de conectar as coisas e facilitar a comunicação entre elas.

Neste Estado da Arte, a pesquisa mais antiga a utilizar esse termo na reabilitação em saúde, encontrada na busca com critérios de ser um artigo completo original com foco em condições de saúde, data de 2014, ou seja, 15 anos após a primeira citação da *IoT*, e, desde então, só tem crescido exponencialmente a utilização nessa área, com surgimento dos temas “tele saúde” e “telerreabilitação”.

As condições de saúde mais encontradas nos artigos desde 2014 foram: acidente vascular cerebral, deficiência visual, doença pulmonar obstrutiva crônica, doenças crônicas em idosos, lesão no joelho, Parkinson, pós cirúrgico de artroplastia de quadril, problemas de amplitude de movimento e usuários de CR.

2.3.1 Reabilitação + *IoT* para a arquitetura do sistema de telerreabilitação

Nessa pesquisa, as palavras “ambulatório” ou “centro de reabilitação” referem-se a serviços de nível secundário de saúde que atendem casos de média complexidade, englobando atividades profissionais em reabilitação de acordo com objetivos

estruturados. Os ambulatórios são serviços de referência na reabilitação, com alta demanda específica encaminhada pela Atenção Básica (Unidades Básicas de Saúde) ou por busca espontânea dos serviços, e mão de obra qualificada com profissionais especializados para atender os diversos casos que surgem para reabilitação (BRASIL, 2012).

O processo de reabilitação para PcD é uma etapa fundamental para melhorar a qualidade de vida e o estado de saúde. Em casos de serviços de reabilitação com tratamentos contínuos, é preciso um atendimento especializado e individual para cada paciente, visando prevenção de agravos, promoção e manutenção da funcionalidade, aumentar ou manter as capacidades e habilidades que o paciente apresenta, levando também as orientações para a rotina e ambiente domiciliar da PcD (OMS, 2012; AOTA, 2013).

Com o intuito de aprimorar a qualidade dos serviços de saúde da Atenção Domiciliar (AD), o programa Melhor em Casa, de 2011, divulgou em 2016 o Manual de monitoramento e avaliação da Atenção Domiciliar no SUS (BRASIL, 2016). Dentre as dificuldades encontradas no contexto da AD, um grande desafio destacado no manual de monitoramento e avaliação é atenuar a baixa qualidade de informações (indicadores, parâmetros e instrumentos não padronizados) disponíveis nessa modalidade de serviço na área da saúde, bem como na dificuldade de organizar o processo de trabalho no que concerne ao registro e análise das informações na prática diária dos serviços.

O manual apresenta, dentre vários fatores relacionados às possibilidades nos serviços da AD, o módulo e-SUS AD, com incentivos à tecnologias que favorecem a qualificação de registro de informações com menor perda de dados em comparação aos arquivos físicos, em papel. Além disso, os sistemas eletrônicos, como destacados no Manual, possibilitam auxiliar na gestão e regulação do cuidado em saúde, a integração e articulação com outros serviços da rede de atenção à saúde nos níveis primário, secundário e terciário (BRASIL, 2016).

No ambiente domiciliar, o principal papel favorável à reabilitação é o seguimento das ações terapêuticas. Para tanto, é preciso que o profissional do serviço de saúde, que orienta a continuidade do tratamento em domicílio, realize uma checagem das dificuldades e potencialidades do seguimento terapêutico no ambiente doméstico, podendo sugerir propostas válidas para seguimento terapêutico, possibilidades de

modificações ambientais e auxílio na organização da rotina diária do paciente (OMS, 2012; BRASIL, 2012).

Na área da saúde, e, principalmente na reabilitação de pacientes, com o aumento do uso de dispositivos móveis de fácil acesso, juntamente ao avanço da tecnologia para jogos, entretenimento, e também para fins de treinamento, na educação e reabilitação, as pesquisas têm buscado unir as necessidades específicas da população às tecnologias avançadas (FAROUK, GWENDAL, ADLEN, 2015; BOBIN, ANASTASSOVA, BOUKALLEL, 2018).

O desenvolvimento de sistemas com tecnologias avançadas voltados para a saúde e reabilitação de pacientes, como sistemas em telerreabilitação, quando elaborados em parceria entre profissionais da área da saúde e desenvolvedores, e apoiados em pesquisas científicas de estudos com resultados relevantes para a prática clínica, podem garantir usabilidade, aplicabilidade e validade ao sistema, além de auxiliar o usuário para independência, qualidade de vida e funcionalidade (FAROUK, GWENDAL, ADLEN, 2015; DOBKIN, 2017; CHRISTOPOULOU, KOTSILIERIS, ANAGNOSTOPOULOS, 2018).

Os sistemas que empregam *IoT*, apresentam, em geral, tecnologias de comunicação vestíveis (*wearables*), nuvem, processadores, banco de armazenamento e análise de dados, rede de computadores, entre outras tecnologias avançadas. Ainda, um sistema voltado para telerreabilitação baseado em *IoT* requer uma estrutura complexa abrangendo elementos específicos, tais como: unidade de processador, memória, local de armazenamento, sensores, atuadores, tecnologia de comunicação, tecnologia nuvem, e dispositivos eletrônicos como computadores, smartphones e tablets (SKRABA et al, 2014).

3 PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA SOLUÇÃO TECNOLÓGICA EM SAÚDE APLICADA À COMUNIDADE REAL

3.1 Entender os problemas reais da comunidade

“Nada sobre nós, sem nós”. Essa expressão foi apresentada por William Rowland no artigo *“Nothing about us without us: Some Historical Reflections on the Disability Movement in South Africa”* (Nada sobre Nós, sem Nós: Algumas Reflexões Históricas sobre o Movimento da Deficiência na África do Sul). Desde então, essa expressão não saiu mais das pautas de assuntos sobre pessoas com deficiência (SASSAKI, 2007).

As pesquisas envolvendo pessoas com deficiência estão presentes no mundo todo. No Brasil, a presença de políticas públicas nacionais no âmbito no SUS, promovem prerrogativas às pessoas com deficiência, as quais colaboram ao campo de atuação prática em saúde e de pesquisa. Nesse sentido, o conhecimento das políticas públicas, somado ao conhecimento em saúde da população alvo juntamente a inclusão de uma escuta ativa das demandas, se mostram essenciais para desenvolvimento de ações concretas aplicadas à comunidade.

O SUS é um modelo público de atenção à saúde. Surgiu no Brasil nos anos 80, a partir de uma reforma sanitária advinda de um cenário de mudanças econômicas e políticas, justificando a necessidade de um novo modo assistencial, diferente da assistência curativa e individual praticada na época. A criação do SUS teve seus princípios incorporados pela Constituição Federal de 1988, que instituiu uma nova proposta de organização e ação na área de saúde, incorporando conceitos, princípios e uma nova gestão, assumindo a saúde como um direito universal, de caráter público e assistencial por meio de uma rede de atenção regionalizada, hierarquizada e descentralizada.

Então, em 19 de setembro de 1990, o Estado decreta e sanciona a Lei nº 8.080 que dispõe sobre as condições para promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes. Destarte, as políticas públicas foram sendo promulgadas em diversas direções para atender a totalidade de diversidade das situações da sociedade brasileira. Especialmente para a população

com deficiência e usuária de CR, as políticas corroboram para ações no âmbito da atenção à saúde, assistências terapêuticas de cuidado à PcD e a TA.

A Portaria nº 793, de 24 de abril de 2012 instituiu a Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência no âmbito do SUS. No Art. 1º é instituída a “Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência por meio da criação, ampliação e articulação de pontos de atenção à saúde para pessoas com deficiência temporária ou permanente; progressiva, regressiva ou estável; intermitente ou contínua.” Para as disposições gerais de políticas públicas da Portaria nº 793, para atender a PcD, foram considerados, dentre outras portarias, a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) e o Relatório Mundial sobre a Deficiência, publicado pela Organização Mundial de Saúde em 2011, sob o título: *World Report on Disability*.

A CIF foi aprovada pela Organização Mundial de Saúde a nível de comunicação para a definição e formulação de políticas públicas para a saúde com utilização internacional desde 22 de maio de 2001 (de acordo com a resolução WHA54.21). A CIF é um modelo de estrutura que oferece uma linguagem padronizada, com uma estrutura para descrição da saúde e dos estados relacionados à saúde (BRASIL, 2013).

Ademais, destaca-se a Portaria nº 4.279, de 30 de dezembro de 2010, que estabelece diretrizes para a organização da Rede de Atenção à Saúde no âmbito do SUS. A Rede de Atenção à Saúde é definida no documento oficial como: “arranjos organizativos de ações e serviços de saúde, de diferentes densidades tecnológicas, que, integradas por meio de sistemas de apoio técnico, logístico e de gestão, buscam garantir a integralidade do cuidado”, e; a Portaria nº 2.488, de 21 de outubro de 2011, que aprova a Política Nacional de Atenção Básica, caracterizada pela longitudinalidade no cuidado à saúde da população. A política de atenção básica se define como um “conjunto de ações de saúde, no âmbito individual e coletivo, que abrange a promoção e a proteção da saúde, a prevenção de agravos e a manutenção da saúde” (BRASIL, 2008; BRASIL, 2012).

As ações destinadas à Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência consideram, além dessas outras políticas públicas promulgadas, a necessidade de ações precoces em reabilitação e prevenção de incapacidades, a fim de promover saúde, funcionalidade e minimizar agravos de doenças. A oferta, pelo SUS, de uma rede de serviços de reabilitação integrada, articulada e efetiva nos diferentes pontos

de atenção em saúde para atender o público alvo, veicula uma ação inclusiva dos serviços e gestores em conjunto com a comunidade de PcD (PORTARIA nº 793, de 24 de abril de 2012).

Pessoas com deficiência motora em um grau de comprometimento funcional mais elevado, como por exemplo, pessoas com tetraplegia, têm o direito de receber do SUS uma CR (manual ou motorizada¹), independente da renda familiar. Este benefício, concedido pelo SUS, está descrito nas leis de políticas públicas de saúde, como no Programa GATE - *the Global Cooperation on Assistive Technology* (OMS, 2017), Lei PCD de 2015 e novo Plano nacional de TA, de 2021. Neste contexto, destaca-se a Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (UNCRPD) que entrou em vigor em 3 de maio de 2008. Há 50 artigos diferentes na Convenção. Um deles, o artigo 20, refere-se à “mobilidade pessoal”. Mobilidade pessoal significa a capacidade de se mover como e quando a pessoa quiser. O artigo 20 diz: “os Estados devem adotar medidas efetivas para garantir a mobilidade pessoal com a maior independência possível para pessoas com deficiência”.

A tetraplegia é uma classificação da lesão em níveis mais altos da medula espinhal, de acordo com a padronização internacional da *American Spinal Injury Association – ASIA*. Pode ser caracterizada pelo acometimento motor e sensitivo em tronco, membros superiores e inferiores por meio de aplicação de escalas específicas, sendo elas a *Frankel* ou a *Asia Impairment Scale* (BRASIL, 2013). Os casos de tetraplegia demandam o uso de uma CR e de práticas voltadas para atenção de PcD.

Considerando a CIF como uma linguagem internacional em comum, com o propósito de uniformizar informações sobre saúde, diagnóstico, fatores para contatar os serviços de saúde, levantamento de prevalência de doenças na comunidade, etc., a OMS promove a utilização do sistema de códigos numéricos – CIF – para padronização das doenças (BATTISTELLA e BRITO, 2002). Estas classificações são complementares às avaliações nos serviços de saúde, terapia e reabilitação e devem ser utilizadas em conjunto.

¹ O modelo motorizado só é liberado mediante avaliação multidisciplinar envolvendo os aspectos físicos, mentais e contextos ambientais da pessoa usuária de CR solicitante, pois esse tipo de CR deve ser prescrito, principalmente, para pessoas com limitações em conduzir manualmente o equipamento, e certificado por laudo médico.

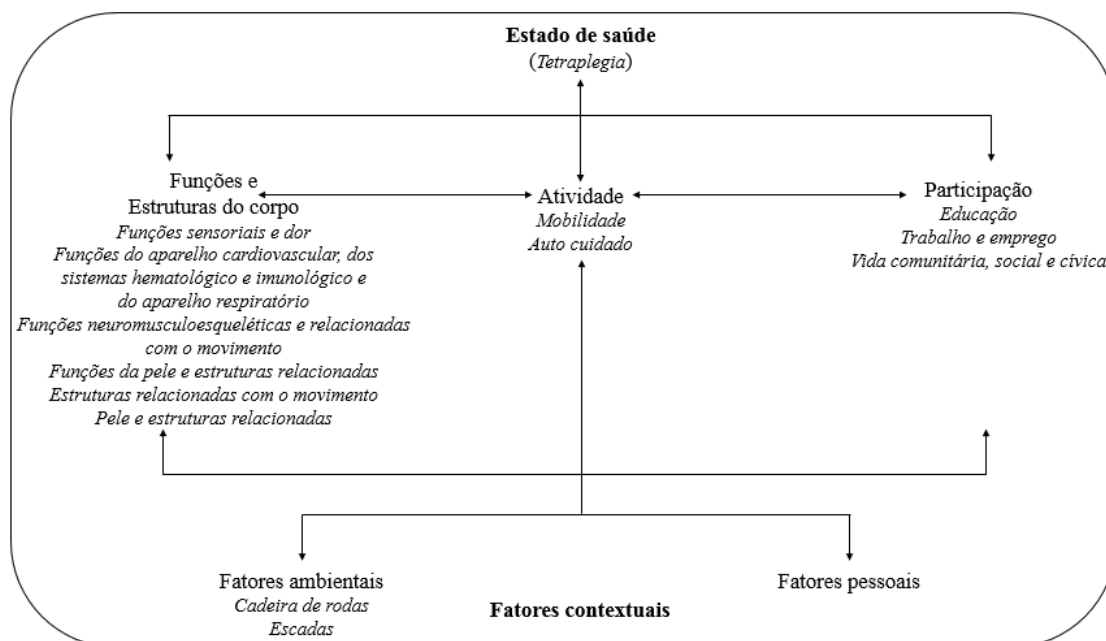
O modelo da CIF fornece uma base para um padrão específico de TA. A CIF inclui elementos da pessoa (funções e estruturas do corpo), atividade e o ambiente (Figura 5) para compreender um campo específico de atuação, que auxilia na orientação do desenvolvimento e avaliação da tecnologia.

A CIF é organizada em duas partes. A Parte 1 é composta pelos componentes: Funções do Corpo e Estruturas do Corpo; Atividades e Participação. A Parte 2 é composta pelos componentes: Fatores Ambientais e Fatores Pessoais (não classificado na CIF). Esses componentes são identificados a partir de um sistema alfanumérico, sendo formado por: Funções do Corpo – uso da letra b (de *body*), Estruturas do Corpo – uso da letra s (de *structure*), Atividades e Participação – uso da letra d (de *domain*) e Fatores Ambientais – uso da letra e (de *environment*), que são as categorias mais amplas identificadas por letras (OMS, 2004).

Dentro de cada uma das categorias amplas, incluem-se subcategorias mais específicas, as quais vão sendo identificadas pela adição de um dígito numérico. Portanto, o sistema alfanumérico da CIF é formado por uma letra + um código numérico que começa com (um) dígito, seguido pelo segundo nível (dois dígitos) e o terceiro e quarto níveis (um dígito cada), completando a taxonomia da classificação (OMS, 2004).

A funcionalidade e a incapacidade classificada pela CIF, associadas ao estado de saúde (diagnóstico, doenças, distúrbios) classificado pela Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10), proporciona um panorama mais contextualizado da saúde das pessoas. Ainda, ambas são parâmetros utilizados internacionalmente, viabilizando uma base científica para a compreensão das condições de saúde relacionadas com esta pesquisa (Figura 5) (BATTISTELLA e BRITO, 2002).

Figura 5 - Aplicação de caso no modelo da CIF.



Fonte: Adaptado de OMS, 2004.

Para tornar exequível a discussão e a comparação da saúde de uma população em um contexto determinado, foram utilizados indicadores de saúde nesta pesquisa, considerando pessoas com tetraplegia, sendo eles: a falta de acessibilidade aos serviços de saúde e dificuldade de acompanhamento dos atendimentos em reabilitação; dificuldade de movimento para realizar as mudanças de posicionamentos posturais com probabilidade de surgimento de lesões por pressão, contraturas e deformidades posturais, e; falta prescrição adequada com orientações para usuários de CR.

3.2 Modelo conceitual específico em Tecnologia Assistiva

Sabe-se que a avaliação de uma tecnologia centrada apenas na tecnologia em si, muitas vezes, pode levar à rejeição ou abandono desta posteriormente à aquisição. Portanto, este projeto envolve o desenvolvimento baseado nos conhecimentos específicos da área de TA, abrangendo uma abordagem centrada no usuário.

Para o delineamento de práticas no desenvolvimento metodológico de uma tecnologia dentro da área de TA, foram revisitadas pesquisas de revisão de literatura (Smith et al, 2006; Alves, 2013) sobre o uso de modelos de TA em estudos científicos. Esses estudos apresentaram que os mais frequentemente utilizados, mencionados nos trabalhos publicados, são: *Matching Person and Technology Model (MPT)* (SCHERER e CRADDOCK, 2002) e *The Human Activity-Assistive Technology Model (HAAT Model)* (COOK; HUSSEY, 2002).

O modelo HAAT contempla o “*client-centered approach*”, isto é, uma abordagem centrada no cliente e delibera que o profissional de saúde realize uma avaliação para implementação do equipamento assistivo mais apropriado para a PcD, sendo que deve haver uma integração entre o cliente, a atividade a ser realizada, o meio ambiente e o equipamento.

Uma forma de reduzir o abandono ou a usabilidade incorreta é considerar a importância de uma correlação entre um modelo teórico em TA ao contexto de desenvolvimento. Analisando sistematicamente, todas as quatro partes do Modelo HAAT que envolve: **pessoa, atividade, tecnologia assistiva e contexto**, favorecem a produção de artefatos em TA com a abordagem centrada no usuário (COOK; POLGAR, 2015). Portanto, foram consideradas as 4 partes do modelo para a condução dos processos de avaliação aplicados.

No modelo, a parte envolvendo **pessoa** diz respeito às condições do paciente. Considera os aspectos físicos (postura, equilíbrio, saúde da pele), cognitivos (as habilidades processuais como atenção, concentração, capacidade de resolver problemas, como, por exemplo, para usar uma tecnologia, um aplicativo de celular), fatores estes que interferem também nos emocionais, habilidades pessoais entre novato x especialista (equilíbrio entre habilidades pessoais e requerimentos da tecnologia) e sociais (gestão do sistema para mantê-lo automático ou manual).

A **atividade** envolve as funções ocupacionais desempenhadas e a maneira que o usuário realiza uma determinada tarefa. Produtividade (trabalhar, administrar a casa, administrar as tarefas terapêuticas e uso de dispositivos tecnológicos de acompanhamento), autocuidado (como, por exemplo, manutenção de mudanças de posicionamentos em CR para cuidados da pele e da saúde dos tecidos), e realizar atividades de lazer (por exemplo, jogos de entretenimento), devem ser considerados, bem como a rotina do usuário, para o funcionamento do sistema.

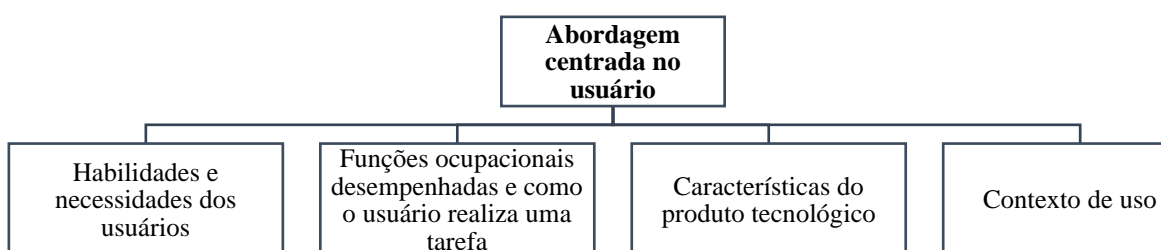
Na parte **tecnologia assistiva**, o foco é voltado para o processamento, a

interface de usuário, tipos de sensores, tablets, telefones celulares, etc.

A parte **contexto** envolve os aspectos físicos, sociais, culturais e econômicos da vida do usuário, sendo fundamental para a adesão, utilização e participação no processo terapêutico.

Essas quatro partes foram essenciais para o desenvolvimento avaliativo e proposta de arquitetura do sistema (Figura 6).

Figura 6 - As 4 partes do modelo HAAT na abordagem centrada no usuário



Fonte: adaptado de COOK e POLGAR, 2015

O modelo de referência HAAT forneceu um quadro de organização do raciocínio clínico (Quadro 1), guiando as perguntas para entrevistas com os participantes, para identificar áreas prioritárias para maiores detalhes, bem como provendo conceitos para analisar os problemas dos usuários e desenvolver iterativamente o sistema até alcançar os objetivos propostos. Assim, definiu-se esta como uma forma de relacionar o sistema à prática terapêutica, proporcionando a interação entre tecnologia e usuário. Ao considerar as habilidades do usuário e os recursos disponíveis, é possível avaliar a interação e compatibilidade neste contexto, a partir do levantamento de premissas pelo modelo HAAT.

Baseamo-nos neste modelo de referência para fornecer um quadro de organização do raciocínio clínico e de desenvolvimento, identificando áreas prioritárias para maiores detalhes, bem como fornecendo conceitos para analisar os problemas dos clientes e desenvolver objetivos a serem alcançados. Assim, buscamos a melhor forma de definir o sistema relacionando a prática terapêutica e promovendo a interação entre tecnologia e usuário, visando problemas reais da comunidade.

Quadro 1 - Premissas referenciadas pelo modelo HAAT para guia do desenvolvimento da solução:

Modelo HAAT	Premissas baseadas no modelo HAAT para o desenvolvimento da solução
Pessoa (habilidades e demandas do usuário).	<ul style="list-style-type: none"> • Tarefas de fácil execução pelo usuário de CR, com instruções simples; • Acompanhamento diário pelos usuários da prescrição de posicionamentos de <i>tilt</i> e <i>recline</i> com relação a frequência, duração e ângulos; • Capacidade de parar a programação da prescrição automática do profissional e realização manualmente pelo usuário de CR; • Facilidade em adequar as tarefas na rotina e contexto social.
Atividade (ocupações desempenhadas e a maneira que o usuário executa uma tarefa).	<ul style="list-style-type: none"> • Administração das tarefas terapêuticas e uso de dispositivos tecnológicos de acompanhamento; • Uso de funções de mudanças de posicionamentos prescritas pelo profissional de maneira manual ou automática; • Adaptação das funções do sistema, prescrições e tarefas com a rotina e atividades de vida diária do usuário de CR; • Auto gerenciamento para manutenção de mudanças de posicionamentos em CR para cuidados da pele e da saúde dos tecidos; • Adesão e engajamento: comunicação remota com envio de áudios, imagens e vídeos entre os usuários, e acompanhamento remoto com realimentação a partir de demanda real; • Acompanhamento dos resultados do auto gerenciamento associados aos objetivos terapêuticos.
Tecnologia assistiva (características do produto tecnológico).	<ul style="list-style-type: none"> • Interface visual simples, de fácil entendimento e usabilidade; • Coleta, análise e transmissão de dados sobre tarefas terapêuticas com o uso de posicionamentos de <i>tilt</i> e <i>recline</i> para ambos usuários; • Data analytics com transmissão de dados tratados sobre realização de manobras de <i>tilt</i> e <i>recline</i> ao final de cada dia com apresentação de resultados por meio de gráficos para ambos usuários do sistema²; • Acompanhamento profissional dos registros dos posicionamentos na CR (manualmente ou de forma autônoma), diariamente; • Capacidade de adicionar novas ferramentas e estratégias para uso como recursos terapêuticos com mesmo canal para transmissão de dados;
Contexto (contexto de uso).	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de dispositivos portáteis, como smartphones e um sistema embarcado na CR utilizável em todos os contextos; • Aplicável em todos os tipos de CR motorizadas; • Lembrete digital via smartphone para realização de mudança postural, alinhado ao detalhamento de parâmetros de prescrição individualizados para posicionamentos em CR.

Fonte: adaptado do estudo de Campeau-Vallerand (2019).

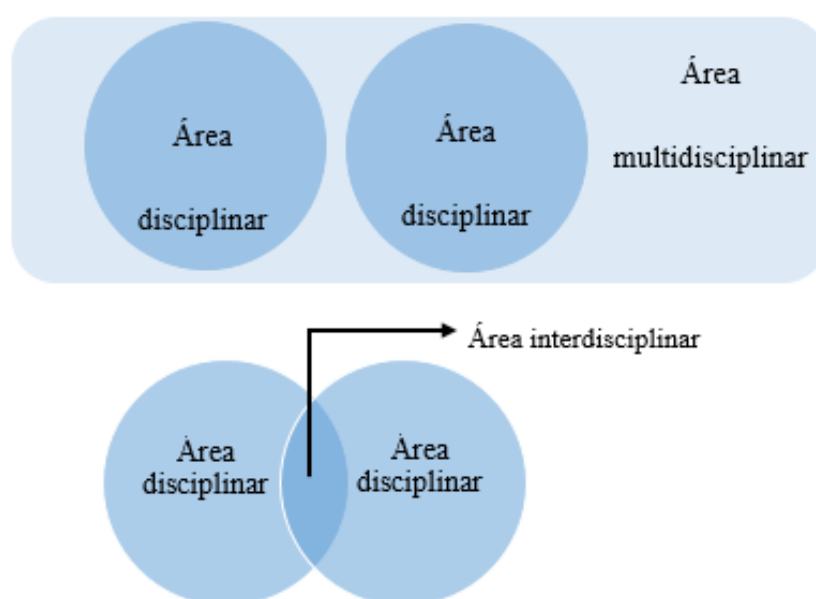
² Paciente/cliente e profissional que acompanha

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa possui caráter interdisciplinar, englobando pesquisadores e profissionais das áreas de engenharia e da saúde, além de usuários de serviços de saúde da comunidade (atividades extramuros). Também, por ser uma pesquisa realizada dentro de uma universidade, contou com a participação de alunos de graduação de ambas as áreas, promovendo interação entre áreas distintas de conhecimento, o que permite a interdisciplinaridade no processo de construção de novos conhecimentos.

A interdisciplinaridade abrange uma combinação apropriada de diferentes áreas do conhecimento com abordagens multidisciplinares, visando somar especialidades para responder questões, resolver problemas reais e estudar tópicos amplos e complexos, num nível em que a abordagem disciplinar apenas não alcança a necessária solução. A interdisciplinaridade agrega valor ao processo de criação e uma percepção notória de resultados mais completos obtidos em projetos desse caráter, em comparação aos de contribuições individuais das partes (multidisciplinariedade) (HOFF et al., 2007) (Figura 7).

Figura 7 - Esquema para contribuições em pesquisas multidisciplinares e interdisciplinares



A chave dos estudos interdisciplinares está na compreensão das partes pelo todo, ou seja, no uso da cooperação entre diferentes áreas do conhecimento com bases e fontes disciplinares com aplicação em diversos *insights*, a fim de levantar pontos, delinear e delimitar o foco de uma pesquisa e abarcar o máximo possível da complexidade do objeto (HOFF et al., 2007). Os cursos das áreas de saúde e exatas possuem competências diferentes e complementares para o desenvolvimento interdisciplinar de programas, estratégias e atividades que abrangem a pesquisa em questão.

O projeto abrange a proposta de uma pesquisa colaborativa entre profissionais de diferentes áreas, e, por objetivar a resolução de um problema real, oferece a intersecção teórica e prática de uma pesquisa com soluções tecnológicas para benefício da comunidade (WIERINGA, 2009).

As habilidades e conhecimentos da área da engenharia na pesquisa viabilizam os desenvolvimentos de soluções tecnológicas, *softwares*, *hardwares*, sistemas e programas, buscando propor novas técnicas e tecnologias e investigar suas propriedades. Juntamente a isso, tem-se da área da saúde as habilidades e conhecimentos da demanda dos serviços de saúde, da gestão, do público alvo – comunidade social, conhecimento de problemas reais, articulação com usuários de serviços de saúde e prática efetiva na comunidade.

Esta pesquisa se baseia em características da “pesquisa-ação”, por permitir que haja interação direta entre o pesquisador e o objeto de pesquisa, seguindo uma linha participativa, de cooperação (Thiollent, 1992). O perfil da pesquisa-ação apresenta uma tentativa de estabelecer um modo de realização da pesquisa, de acordo com um ciclo das seguintes seis fases apresentadas por Coughlan e Coughlan (2002): coleta de dados, realimentação dos dados, análise dos dados, planejamento de ação, implementação e avaliação (Figura 8). Anteriormente à realização das fases do ciclo, a pesquisa-ação propõe o estudo preliminar, que compreende o entendimento do contexto em que a pesquisa será realizada, bem como o delineamento do objetivo para condução da pesquisa. O estudo preliminar engloba o estabelecimento de justificativas e a relevância da pesquisa, bases fundamentais para a continuidade das próximas fases da pesquisa (DRESCH, LACERDA, MIGUEL, 2015).

As seis fases do ciclo da pesquisa-ação que ocorrem após o estudo preliminar, são constantes e sequenciais, iniciando com a coleta dos dados e finalizando com a

avaliação (que corresponde a verificação dos resultados da pesquisa), e, se necessário continuar a pesquisa para refinamento e alcance dos objetivos propostos, pode-se retornar para o primeiro passo do ciclo. Concomitantemente às fases do ciclo, ocorre o monitoramento pelo pesquisador, ou seja, uma ação que compreende o acompanhamento de cada uma das seis fases do ciclo, a fim de verificar a condução da pesquisa dentro do contexto e objetivo propostos (DRESCH, LACERDA, MIGUEL, 2015).

Figura 8 - Ciclo da Pesquisa-ação



Fonte: Adaptado de "Action Research for Operations Management" de P. Coughlan e D. Coughlan, 2002.

A pesquisa-ação, a partir de uma abordagem qualitativa, busca explorar, descrever e explicar uma determinada questão de pesquisa, gerar conhecimento prático e teórico, com estabelecimento de relações entre variáveis pesquisadas. O uso de instrumentos e técnicas padronizadas de coleta de dados (descritos ainda nesta seção) servirá para complementar o método qualitativo, a fim de delinear

metodologicamente os passos desta pesquisa e o desenvolvimento da solução tecnológica (GIL, 2002).

A pesquisa científica deve sempre promover um avanço do conhecimento na área. Assim, tanto na identificação dos problemas reais quanto no desenvolvimento de uma solução tecnológica a partir de tais problemas, serão empreendidos esforços na organização e produção de conhecimentos passíveis de aplicação em outros contextos.

Esta pesquisa também se baseia nos conceitos da Ciência do Design (*Design Science*). Com origem no livro “*The Science of the Artificial*”, de Herbert A. Simon (1969), o Design Science é um estudo orientado, a partir de evidências científicas de um determinado problema, para gerar conhecimento ao prescrever, projetar e desenvolver soluções para classes de problemas³ (LACERDA et al, 2013). “A *Design Science* não se preocupa com a ação em si mesma, mas com o conhecimento que pode ser utilizado para projetar as soluções” (VAN AKEN, 2005, p. 228).

Baseada no Design Science, o método de Pesquisa Científica do *Design (Design Science Research - DSR)* é utilizado para condução de pesquisas envolvendo desenvolvimento de soluções, com uma perspectiva participativa no processo intervenção-resultados, capaz de gerar uma solução testada e fundamentada cientificamente, seja para melhorar soluções já existentes, resolver problemas ou criar novos artefatos⁴ (LACERDA et al, 2013; DRESCH, LACERDA, MIGUEL, 2015).

Ao integrar bases da Pesquisa-ação juntamente ao método DSR, tem-se a formação do método de Pesquisa-ação do *Design (Action Design Research)*. Esse método abrange tanto a parte de explorar, descrever e explicar o que está sendo investigado, como também permite a prescrição, projeção e desenvolvimento de

³ Define-se, para este estudo, classe de problemas como: “organização de um conjunto de problemas, práticos ou teóricos, que contenha artefatos avaliados, ou não, úteis para a ação nas organizações” (por LACERDA et al, 2013)

⁴ Artefatos são considerados os resultados de uma pesquisa, e podem ser: Constructos, Modelos, Métodos, Sistemas de Informações, Instanciações, *Design Propositions*.

soluções para um dado problema (DRESCH, LACERDA, MIGUEL, 2015; AMANN, ET AL, 2020)



Para alcançar o rigor da pesquisa, baseada no método DSR, este propõe a formalização da pesquisa através de um protocolo. Esta é uma parte essencial da pesquisa, para possibilidade de replicação por outros pesquisadores. O protocolo de pesquisa é a realização de um registro completo de todos os passos dados na pesquisa, desde ideias, percepções, decisões tomadas, aplicações práticas, resultados prévios e alterações, se houverem, documentando todas as atividades que o pesquisador realiza durante a pesquisa (DRESCH, LACERDA, MIGUEL, 2015). Sendo assim, todos os passos dados na pesquisa são descritos no decorrer desta tese e apresentados por meio de um protocolo desenvolvido.

4.1 Desenho metodológico do estudo

Esta pesquisa parte de um conhecimento prévio em pesquisas na área (GRADIM et al, 2016; GRADIM et al, 2018; GRADIM et al, 2020), conteúdo preliminar baseado em estudos de adequação postural funcional para usuários de CR (ENGSTROM, 2012; WHO, 2012), assim como em estudos e diretrizes para a prevenção de lesões por pressão (MAKHSOUS et al, 2007; JAN et al, 2010; *National Pressure Ulcer Advisory Panel- NPUAP*, 2019). Também, se baseia nos estudos de Campeau-Vallerand et al (2019) para o desenvolvimento de um sistema eletrônico bidirecional (usuário de CR-profissional) de reabilitação, incluindo funções de posicionamentos de *tilt* com usuários de CR; Kryger et al (2019) sobre o efeito de um sistema interativo de reabilitação na saúde de usuários de CR com lesão na medula espinhal, e; Amann et al (2020), que utilizou um estudo de métodos mistos ao projetar um protótipo de aplicativo para o suporte e autogerenciamento de pessoas com lesão medular na prevenção de lesões por pressão.

Para fins de apresentar o passo a passo da construção dessa pesquisa, o desenho do estudo em questão engloba uma série de passos combinando métodos

de pesquisas e envolvendo usuários (público alvo) nas fases de desenvolvimento do artefato e testes de usabilidade, promovendo a influência dos usuários desde o início do desenvolvimento do projeto até o produto final, a fim de alcançar maior usabilidade e aceitação do sistema pelos usuários finais.

Para o desenvolvimento do artefato desta pesquisa, baseado em evidências, foi adotada uma abordagem de *User-Centered Design* (sigla UCD; termo traduzido como *design* centrado no usuário), utilizada em estudos voltados para esta área, como o estudo de Dabbs et al (2009), próximo ao foco deste, que obteve resultados positivos ao utilizar a aplicação dos 3 princípios do UCD com técnicas voltadas para envolver os usuários no desenvolvimento de uma tecnologia interativa em saúde. O termo UCD teve início na década de 1980, por meio do livro “*User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*” do professor, engenheiro e cientista Donald Norman. As ações necessárias para garantir os 3 princípios do UCD utilizados nesta pesquisa, considerando as características de Pesquisa-ação do *Design*, estão descritos a seguir.

Princípio 1: Foco em usuários e tarefas

- a) Montagem da equipe de desenvolvimento (equipe interdisciplinar).
- b) Avaliação de usuários pretendidos: levantamento do perfil, de como se dá o acompanhamento dos serviços de saúde, quais tecnologias são utilizadas, acesso à internet, principais problemas no acompanhamento terapêutico, interesse e habilidades com tecnologias – formulários considerando os objetivos de pesquisa.
- c) Recrutamento de pacientes representativos: uma amostra de, pelo menos, 5 voluntários dentre os usuários alvo do sistema desenvolvido. O tamanho da amostra é baseado em J. R. Lewis (1995), sugerindo que, pelo menos, 5 usuários exporão a maioria dos problemas de usabilidade. Amostragem intencional - usada para recrutar participantes de ambos os sexos, etnias diferentes, bem como diferentes níveis de experiência com dispositivos tecnológicos.
- d) Identificação das tarefas pretendidas: entender o contexto de cuidados dos usuários pela literatura e quais são os cuidados que a equipe de saúde passa para o usuário – aspectos contidos no formulário da equipe de saúde.

- e) Avaliação de como os pacientes atualmente realizam suas tarefas de auto monitoramento (aspectos contidos no formulário do usuário; método de entrevista semiestruturada/questionário).
- f) Seleção de um funcionamento de sistema apropriado (quais dispositivos, melhor funcionamento, características, opções de programas, bateria, memória, bases de dados, *data analytics*, etc, viáveis para atender o objetivo da solução tecnológica).

Princípio 2: Avaliação da usabilidade empiricamente

- a) Seleção de fatores de usabilidade para medir empiricamente (método quantitativo para avaliar as classificações dos usuários em relação a determinados fatores da pesquisa, como satisfação, facilidade e eficiência tecnológica, ao longo do tempo, conforme o *design* evolui. Técnicas empregadas para coleta dos dados e valores de critério usados para determinar se cada um dos fatores é atendido, devem ser estabelecidos a priori e aplicado igualmente com todos os usuários);
- b) Avaliação de Laboratório: obter realimentação de usuários sobre a aceitabilidade e funcionalidade – protótipos⁵ com esboços de elementos de interface em papel ou capturas de telas para noções de usabilidade e de recursos como a aparência, sintaxe de comandos e desempenho de tarefas simples; uso do método de observação com registro para avaliar as maneiras e os caminhos que os usuários fizeram nos recursos do sistema e análise de problemas de usabilidade (criação de um *check list* para registrar, analisar posteriormente e computar os dados);
- a) Aplicação, após cada uma das três modificações realizadas no protótipo, da Escala de Usabilidade do Sistema (*System Usability Scale - SUS*), descrita no Anexo A, e do Questionário pós-cenário (ASQ), descrito no Anexo B, correspondentes aos níveis de satisfação.

⁵ Três versões de protótipos: 1. Em papel, 2. Modificações da primeira versão, usando o programa real em um dispositivo; e, 3. Teste geral de todos os recursos e funções.

Princípio 3: Projetar e testar a usabilidade iterativamente

- b) Aplicação da abordagem iterativa: n ciclos iterativos de avaliar-projetar-testar-analisar-refinar (princípio básico de projetos de UCD).
- c) Realização de estudo de campo (determinar se os usuários acharam viável o uso para um cenário fora do ambiente onde ocorre os serviços de reabilitação e avaliar a funcionalidade de todos os seus recursos, incluindo registro de dados, exibição de dados e transmissão de dados para o local do estudo; realização e entrega de manual do sistema ilustrado, oferecer serviço de ajuda técnica, acompanhamento do uso do projeto pelos 5 usuários por 2 semanas, analisando o acesso, uso de botões, realimentação e documentação de tudo);
- d) Realização de Sessão de Avaliação Final (QUEST 2.0), descrita no Anexo C, para avaliação da satisfação e aceitabilidade do sistema (DEMERS; WEISS-LAMBROU; SKA; 1999), e Questionário de Usabilidade do Sistema Pós-estudo (PSSUQ) (Anexo D) projetado especificamente para uso em conclusão de estudos sobre a usabilidade.

4.2 Desenho do estudo

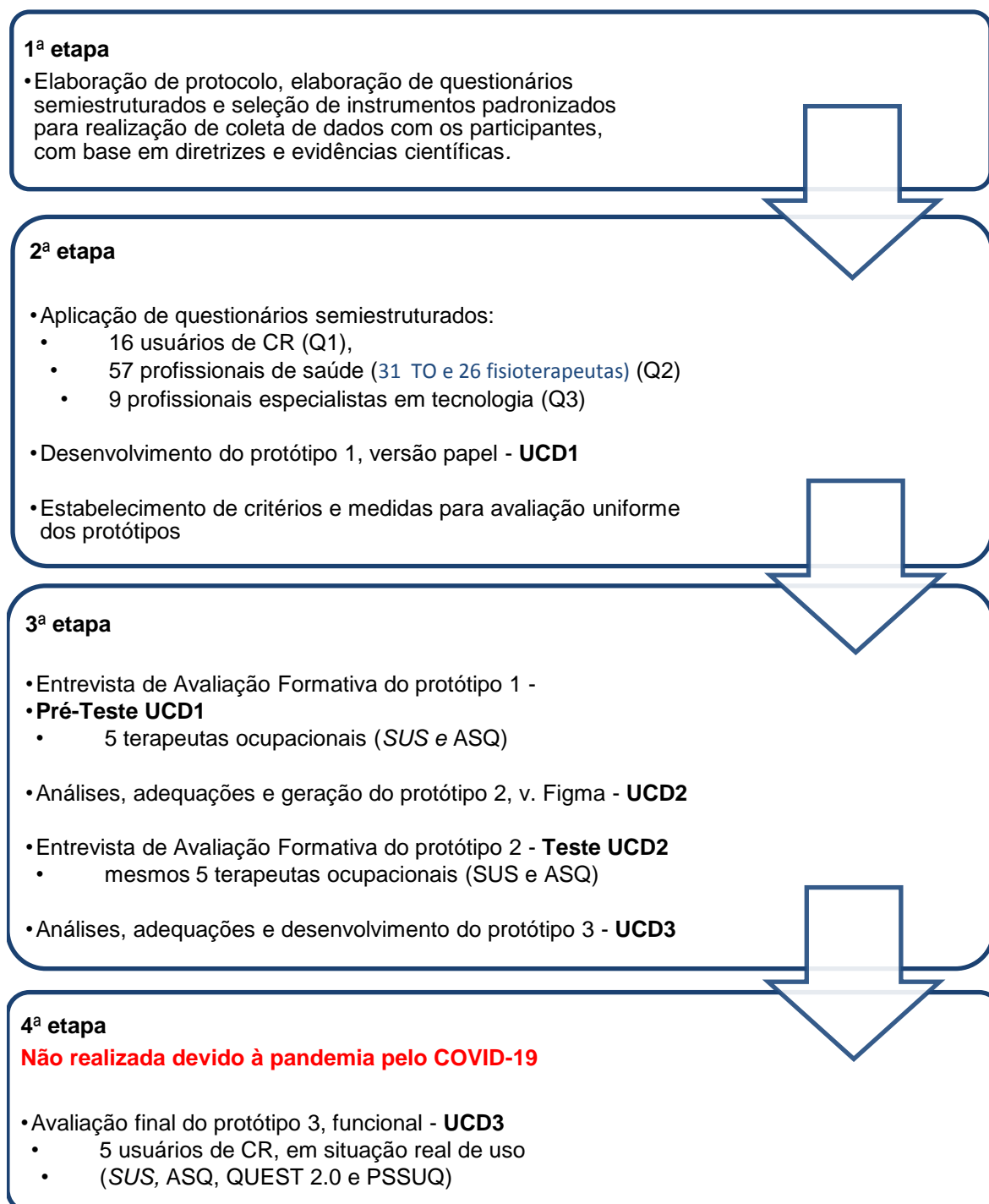
Com foco no desenvolvimento da solução, a pesquisa foi dividida nas seguintes quatro etapas (Figura 9):

- 1ª. etapa - Desenvolvimento de protocolo a longo prazo, sendo construído durante todo o andamento da pesquisa, contendo todos os passos realizados (apresentado no tópico 1.5 deste capítulo) e desenvolvimento de três questionários estruturados, sendo Q1 - Questionário estruturado online de caracterização do usuário de CR (Apêndice A), para realização de coleta de dados de usuários de cadeira de rodas, Q2 - Questionário estruturado de caracterização do profissional de saúde no serviço de reabilitação (Apêndice B), para coleta de dados de profissionais de saúde (terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas), e; Q3 - Questionário estruturado de profissional especialista em tecnologias voltadas para saúde (Apêndice C), para coletar dados de

profissionais especialistas em desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas na área da saúde.

- 2ª. etapa – Nesta etapa, foi realizada a divulgação para participação na pesquisa com envio para auto aplicação dos questionários estruturados Q1, Q2 e Q3, via formato online (devido ao cenário de pandemia pelo COVID-19). Foram recebidas respostas de 16 usuários de CR ao Q1, 57 profissionais de saúde ao Q2, 9 profissionais especialistas em tecnologia ao Q3. Foram também realizados o desenvolvimento do primeiro protótipo na versão em papel - UCD1 e a elaboração e estabelecimento de critérios de avaliação com equipe interdisciplinar.
- 3ª. etapa – Foi realizado um pré-teste com o protótipo 1 – UCD1, avaliado com 5 terapeutas ocupacionais, por meio dos instrumentos SUS - Escala de Usabilidade do Sistema (Anexo A) e ASQ - Questionário pós-cenário (Anexo B). A partir da análise dos resultados da avaliação do pré-teste do UCD1, foram realizadas adequações no projeto do sistema e foi realizado o desenvolvimento de protótipo 2 em versão na plataforma Figma – UCD2. Os mesmos 5 terapeutas ocupacionais avaliaram este protótipo, por meio dos instrumentos SUS e ASQ. A partir da análise dos resultados, novas adequações foram feitas e foi desenvolvido o protótipo 3, versão funcional – UCD3.
- 4ª. etapa - Esta etapa ainda não pôde ser realizada devido ao cenário de pandemia pelo COVID-19 e assim ficará documentada para ser realizada como trabalhos futuros. Nesta etapa, 5 usuários de CR deverão utilizar e testar as funcionalidades do sistema, protótipo funcional – UCD3, por duas semanas e registrar sugestões para mudanças necessárias, tanto em *design* de interface quanto em funcionalidades e conteúdo. O sistema deverá ser avaliado por meio da aplicação dos instrumentos SUS (Anexo A), ASQ (Anexo B), QUEST 2.0 - Questionário de Avaliação da Satisfação do Usuário com a Tecnologia Assistiva de Quebec - Tradução CARVALHO, GOIS JUNIOR, SÁ, 2014 (ANEXO C) e PSSUQ (ANEXO D).

Figura 9 - Desenho do estudo contendo os passos do UCD sintetizados nas quatro etapas da pesquisa, incluindo os instrumentos de coleta de dados, para visualização da aplicação



Importante destacar que, em todos os passos do desenho da pesquisa, foram considerados o contexto real do problema, o ambiente em que foi implementada a pesquisa e as reais necessidades do público alvo (WIERINGA, 2014, DRESCH, LACERDA, MIGUEL, 2015).

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da USP sob o número CAAE: 26600719.0.0000.0076 (Anexo E).

4.3 Caracterização dos participantes e critério de elegibilidade

Os participantes desta pesquisa foram: pessoas (homens e mulheres), sendo 16 usuários de CR, 57 profissionais de saúde [n=31 (54,4%) terapeutas ocupacionais e n=26 (45,6%) fisioterapeutas] que trabalham em serviços de saúde atendendo usuários de cadeira de rodas e 9 profissionais especialistas na área de tecnologias interativas voltadas para saúde distribuídos em n=3 (33,3%) engenheiros eletricitas, n=2 (22,2%) físicos, n=1 (11,1%) engenheiro de produção, n=1 (11,1%) engenheiro da computação, n=1 (11,1%) *designer* e n=1 (11,1%) profissional de jogos digitais). Também, participaram, na fase avaliação da tecnologia e usabilidade, 5 profissionais de saúde terapeutas ocupacionais, para realização dos testes do *software* do sistema eletrônico para acompanhamento remoto com foco em posicionamentos da CR.

Todos os participantes que aceitaram participar da pesquisa, forneceram o documento de consentimento assinado antes da realização da coleta de dados desta. A faixa etária proposta neste trabalho não foi limitada, uma vez que os questionários foram respondidos online pelos próprios participantes. Foram excluídas da análise as pessoas que não concordaram em participar da pesquisa, se abstendo de responder ao questionário.

4.4 Instrumentos de coleta de dados

Foram utilizados questionários estruturados no formato online e instrumentos de avaliação padronizados validados para uso em diferentes etapas desta pesquisa. Os sete instrumentos de coleta de dados são descritos a seguir:

Q1 - Questionário estruturado online de caracterização do usuário de CR (APÊNDICE A):

Este instrumento foi desenvolvido pelos pesquisadores e abrange os seguintes dados em relação aos usuários de CR: dados pessoais (nome, idade, sexo, estado civil), nível de escolaridade, participação em ambiente domiciliar, realização de tarefas diárias, tempo de diagnóstico, tempo de uso de CR, tratamentos realizados, auxílio no cuidado, histórico de lesões por pressão, estado geral de saúde. Em relação a CR, a caracterização foi realizada a partir de tipo de cadeira, características de encosto, assento e apoios, adaptações e acessórios. Em relação ao uso das funções da CR, abrange dados em relação à identificação dos tipos de funções, usabilidade diária e facilidade de uso. Três juízes realizaram o procedimento de apreciação externa do formulário para fins de adequação aos objetivos da pesquisa, sendo dois usuários de CR e um profissional de saúde que atende esse perfil de usuários. Os comentários dos juízes foram uma parte fundamental para esta pesquisa, pois serviram para melhorar e refinar o guia.

Q2 - Questionário estruturado de caracterização do profissional de saúde no serviço de reabilitação (APÊNDICE B):

Este instrumento foi desenvolvido pelos pesquisadores e abrange os seguintes dados em relação a estes profissionais: meios de cuidados com os usuários, quais são as orientações que a equipe de saúde passa para o usuário, como se dá o seguimento do plano terapêutico, se há visita domiciliar, com que frequência ocorre, de qual maneira ocorre o realimentação para o profissional das atividades domiciliares e como é documentado, se há indicação de tecnologias para reabilitação. Três juízes realizaram o procedimento de apreciação externa do formulário para fins de adequação aos objetivos da pesquisa, sendo todos profissionais de saúde que atuam nessa área. Os comentários dos juízes foram uma parte fundamental para esta pesquisa, pois serviram para melhorar e refinar o guia.

Q3 - Questionário estruturado de profissional especialista em tecnologias voltadas para saúde (APÊNDICE C):

Baseia-se na apresentação de *designs* de sistemas já existentes com habilidades e limitações, para questionamentos e definições dos dispositivos, funcionamentos, características, opções de programas, bateria, memória, bases de dados, data analytics, etc, viáveis para atender o objetivo da solução tecnológica, a fim de selecionar e desenvolver o mais apropriado para atender a demanda, os objetivos e oferecer qualidade tecnológica para a população alvo. Este questionário foi desenvolvido em parceria entre a pesquisadora autora e dois engenheiros formados (um em mecânica e um em elétrica) e pesquisadores na área de tecnologia assistiva.

SUS - Escala de Usabilidade do Sistema (do inglês *System Usability Scale*)
(ANEXO A):

Criada por John Brooke em 1986, a *SUS* envolve medidas empíricas para avaliação de fatores de usabilidade e aprendizagem. O questionário consiste de 10 perguntas, que englobam dois conjuntos de dados independentes, separados por: Usabilidade (8 itens) e Aprendizagem (2 itens), com respostas em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa Discordo Completamente e 5 Concordo Completamente. Usada, nesta pesquisa, para avaliar as classificações dos usuários com relação a fatores como efetividade, eficiência e satisfação tecnológica, ao longo do desenvolvimento iterativo, conforme o *design* evolui. O escore final da escala *SUS* varia de 0 a 100 e é calculado a partir da multiplicação da soma dos escores relativos aos itens pares e ímpares, resultando em um único valor representante para usabilidade global do sistema.

ASQ - Questionário pós-cenário (ANEXO B):

Deve ser aplicado após a conclusão de cada teste, este questionário possui três itens referentes à avaliação da satisfação do usuário com a usabilidade do sistema. Os itens: facilidade de conclusão da tarefa, tempo de execução da tarefa e adequação das informações de suporte (ajuda online, mensagens). Cada item do ASQ é associado a uma escala Likert de 7 pontos, sendo escores mais baixos correspondentes à maior satisfação delimitada por concordo totalmente e discordo totalmente.

QUEST 2.0 - Questionário de Avaliação da Satisfação do Usuário com a Tecnologia Assistiva de Quebec - Tradução CARVALHO, GOIS JUNIOR, SÁ, 2014 (ANEXO C):

Desenvolvido nos idiomas Inglês e Francês no Canadá, tem o objetivo de avaliar a satisfação do usuário com a TA em diversos aspectos, justificando a necessidade do uso efetivo desses dispositivos. Este questionário de avaliação foi traduzido e validado para o uso no Brasil (CARVALHO, GOIS JUNIOR, SÁ, 2014). Possui 2 seções, sendo a primeira sobre o dispositivo de TA, que inclui perguntas sobre características específicas, como conforto, peso ou durabilidade; e a segunda seção sobre o serviço, que se refere a serviços como reparos e manutenção, entrega, ou serviço profissional. A escala de classificação é ordinal de 0 a 5, sendo 1 para "nada satisfeito" e 5 "muito satisfeito". Cada seção é uma subescala que pode ser aplicada independentemente, com análises separadas. O QUEST pode ser auto administrado ou por entrevista.

PSSUQ - Questionário de Usabilidade do Sistema Pós-estudo (ANEXO D):

Deve ser aplicado apenas uma vez, na fase final do estudo, o PSSUQ um instrumento de avaliação padronizado composto por 17 itens associados a uma escala de Likert. Avalia a satisfação do usuário com a usabilidade do sistema final e a interface, a partir de uma escala de sete pontos (intervalo possível de 1-7, sendo escores mais baixos correspondentes à maior satisfação). O preenchimento do PSSUQ pelos participantes deve ser feito apenas uma vez com a versão final, e fornece uma avaliação subjetiva global do sistema.

Os questionários estruturados Q1, Q2 e Q3, criados pelos pesquisadores autores da pesquisa, foram elaborados a partir de princípios básicos existentes para formulações de perguntas apresentados no livro *“Asking Questions: The Definitive Guide to Questionnaire Design - For Market Research, Political Polls, and Social and Health Questionnaires”*, dos autores Bradburn, Sudman e Wansink (2004). Os princípios abordam assuntos relevantes para a construção de um instrumento de coleta de dados – o questionário – como: especificar temas para as questões relacionados à redação de perguntas voltadas para atender o objetivo do estudo; a

utilização de ideias e perguntas a partir de questionários já aplicados em outras pesquisas que condizem com os objetivos da sua pesquisa; classificação das perguntas por categorias temáticas relevantes para criação do questionário, e; levantamento das possíveis respostas para determinadas perguntas, a fim de minimizar perguntas desnecessárias (BRADBURN, SUDMAN e WANSINK, 2004).

4.5 Local do estudo

A pesquisa foi iniciada no Centro Interdisciplinar de Tecnologias Interativas (CITI-USP), situado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com apoio do Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico (LSI-TEC), e finalizada em ambiente virtual (remoto) devido ao cenário de pandemia causado pelo COVID-19 a partir de março de 2020.

Este projeto oferece, dentro de um contexto interdisciplinar, uma proposta de desenvolvimento e aplicação de solução tecnológica inovadora a partir de problemas reais da comunidade, com uso dos conhecimentos das áreas disciplinares distintas envolvidas. Para isso, foi necessário um laboratório de pesquisa que proporcionasse tecnologias avançadas e equipe capacitada com experiência no desenvolvimento de projetos tecnológicos com abordagem interdisciplinar.

O CITI – USP é um núcleo de apoio à pesquisa (NAP) interdisciplinar cooperativo, vinculado à Pró-reitoria de Pesquisa da USP e à Escola Politécnica da USP, para utilização por parte da comunidade científica da USP e de outras instituições científicas. Tal disponibilidade implica no objetivo de agregação de pesquisadores de reconhecida credibilidade científica e a existência de recursos tecnológicos de ponta (“*cutting edge technologies*”). Os principais objetivos de pesquisa do CITI-USP são promover a investigação científica e experimentar desenvolvimentos tecnológicos de impacto no ser humano, em áreas de grande relevância, como educação, saúde, acessibilidade, comunicação, energia, dentre outros. Voltado para a difusão e desenvolvimento tecnológico com foco na inovação, o CITI-USP tem sua área de atuação concentrada nos temas de “Interação Humano-Computador” (IHC) e “Meios Eletrônicos Interativos” (MEI). A área de IHC/MEI atualmente é um campo que concentra alguns dos maiores desafios científicos e tecnológicos e que tem propiciado inúmeras transformações na sociedade.

4.6 Procedimentos da coleta de dados e análise dos dados

Neste estudo foram utilizadas técnicas metodológicas variadas de pesquisas para o desenvolvimento de *design* coparticipativo (pesquisador e usuário final) e conceitos de sistemas interoperáveis baseados em *IoT*, aplicados em um protocolo desenvolvido para a pesquisa em questão.

Devido ao distanciamento social imposto pela pandemia do COVID-19, todas as atividades de coleta de dados foram realizadas de modo remoto, via ferramenta *Google Meet*, bem como as atividades de desenvolvimento do *software* e avaliação do mesmo.

A divulgação do questionário online se deu por meio de redes sociais, sendo: 23 publicações distribuídas entre Facebook e WhatsApp; foram contactados por e-mail e/ou contato telefônico 7 profissionais de saúde (membros de 3 instituições regionais e nacionais que oferecem serviços de atendimento à população-alvo de usuários de CR, especificamente o Centro de Referência em Reabilitação de média e alta complexidade Lucy Montoro, do estado de São Paulo; o Hospital Universitário - HU da USP/São Paulo, o Centro Especializado de média complexidade Cuhidar Saúde, do estado de São Paulo); 12 e-mails enviados para contatos de 3 departamentos de Terapia Ocupacional (sendo um departamento da Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, outro da Universidade de São Paulo-USP e um terceiro departamento da Universidade Federal do Triângulo Mineiro-UFTM); diversos e-mails de parceria de divulgação dos questionários da pesquisa para representações regionais dos conselhos de fisioterapia e terapia ocupacional (que atuam em todo o território nacional, sendo que os que retornaram o e-mail confirmando ampla divulgação da pesquisa para seus filiados foram: CREFITO-1, CREFITO-4, CREFITO-13 e CREFITO-15.

A partir da aplicação dos questionários Q1 e Q2 online respondidos por n=16 usuários de CR e n=57 profissionais de saúde, respectivamente, foram obtidos os dados sociodemográficos dos participantes, principais dificuldades e outras informações necessárias para atender aos objetivos desta pesquisa, como o nível de experiência percebida com tecnologias, sobre o uso das funções *tilt* e *recline* na CR, acompanhamento terapêutico, instrumentos e estratégias de avaliações pelos profissionais e o histórico de lesões por pressão.

As entrevistas estruturadas realizadas via aplicação das avaliações SUS e ASQ com profissionais especialistas da área clínica com usuários em CR (fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais) tiveram o propósito de entender quais dados e informações são utilizados e necessários pelos terapeutas na prática terapêutica para processo de avaliação, favorecer o posicionamento e auxiliar no alívio de pressão no uso de CR, suas orientações acerca da prevenção de lesões por pressão e os métodos empregados para continuidade do plano terapêutico, para o levantamento de especificações do sistema com possibilidade de personalização do mesmo com qualidade.

A coleta com entrevistas e os outros instrumentos de avaliação, já apresentados, ocorreu de modo remoto, via ferramenta *Google Meet*, devido ao distanciamento social imposto pela pandemia do COVID-19. A etapa de entrevistas consistiu em 2 partes. Primeiro, depois de ter explicado o contexto do problema real abordado, os objetivos da pesquisa e o protótipo da solução, foram apresentados aos participantes cenários realistas baseados em tarefas. Os participantes foram entrevistados com perguntas abertas após explicação do cenário (APÊNDICE D).

As entrevistas foram documentadas por meio de gravação. Notas de observação dos comportamentos dos participantes foram adotadas ao longo da sessão.

Para garantir que todos os conceitos influenciáveis na qualidade e usabilidade do sistema tecnológico fossem explorados na coleta de dados, foi usado o “Modelo de Atividade Humana em Tecnologia Assistiva” – *HAAT Model* – para construção do guia da entrevista, sendo os seguintes conceitos considerados para avaliação: usabilidade, conteúdo, informação terapêutica, funções do usuário, *design* visual e avaliação subjetiva geral.

Os profissionais de reabilitação viram os cenários que contemplaram:

- identificação do usuário (perfil com dados informativos);
- exames e avaliações realizados até o presente momento;
- evoluções de atendimentos;
- espaço para troca de informações, dúvidas, envio de imagens, áudios e textos arquivados com possibilidade de análise e realimentação no processo terapêutico;
- possibilidade de prescrição do uso de *tilt* e *recline* com orientações de posicionamentos;

- dicas de jogos e atividades que auxiliam na terapia domiciliar.

A segunda parte da entrevista continha questões relativas ao protótipo em geral. Uma versão preliminar do guia de entrevista foi testada com um profissional de saúde familiarizado com atendimentos com usuários de CR e quanto ao uso de *tilt* e *recline*. Ressalta-se que os participantes viram imagens dos componentes físicos do protótipo de modo remoto, via ferramenta *Google Meet*, devido ao distanciamento social imposto pela pandemia do COVID-19.

As transcrições das entrevistas foram submetidas à análise de conteúdo com uma abordagem de codificação mista. O guia de codificação foi baseado nos conceitos-chave do modelo HAAT (as quatro partes principais e temas associados), e os temas emergentes foram ligados a esses conceitos. A codificação foi feita pelo primeiro pesquisador-autor e um segundo pesquisador colaborador realizou transcrições das entrevistas codificadas independentemente. A divergência na codificação foi discutida com um terceiro pesquisador colaborador até chegar a um consenso.

A partir disso, a análise dos dados da pesquisa foi feita com uso das ferramentas do *Google* (*Google Forms* e *Google Analytics*). Foram realizadas análise de conteúdo para as entrevistas estruturadas e análise quantitativa e qualitativa descritiva para usabilidade e satisfação do artefato desenvolvido.

Para realização metodológica formalizada da coleta dos dados com o sistema eletrônico, baseado em Web e *IoT* para CR motorizadas, foi vista a importância de desenvolvimento de um protocolo com base em estudos já publicados. Em vista disso, foi desenvolvido o protocolo para registro de dados com medidas de apoio à replicação deste estudo.

4.7 Procedimentos metodológicos

A fim de obter uma coleta de dados fidedigna a uma situação real, definimos a classe de problemas de usuários de CR que realizam acompanhamento terapêutico com retornos aos serviços de saúde, com base em evidências científicas e pesquisas realizadas anteriormente (GRADIM, 2016). Esta pesquisa foi encaminhada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CEP do Hospital Universitário da USP, sob o número CAAE: 26600719.0.0000.0076 (ANEXO E). Os

dados do documento enviado ao CEP sofreram alterações após a qualificação do doutorado, comunicadas via envio de relatório parcial (ANEXO F).

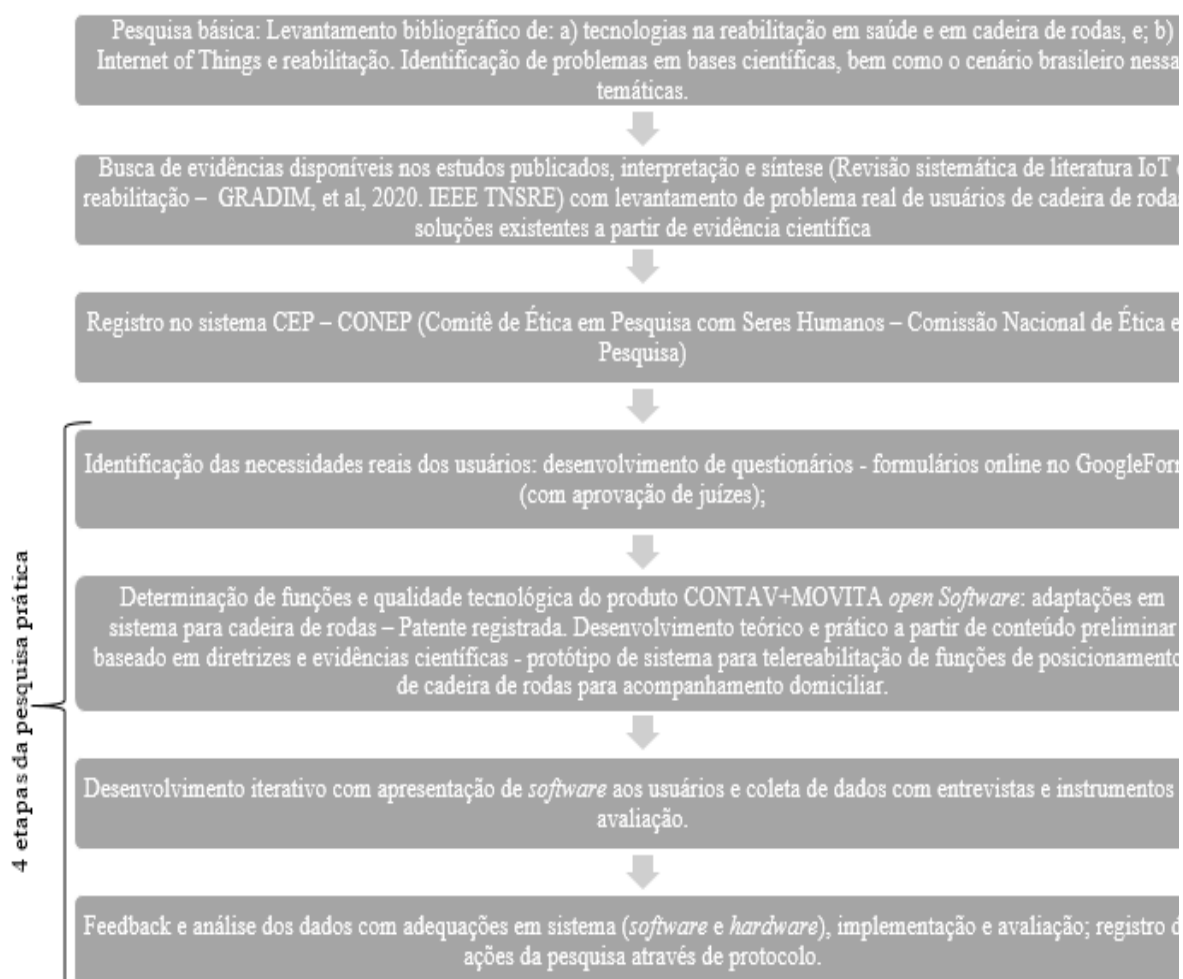
Para obter uma avaliação coesa e fiel aos objetivos propostos neste trabalho, foram utilizados os instrumentos de pesquisa a fim de identificar os parâmetros necessários. Os instrumentos utilizados foram um conjunto de avaliações, questionários, entrevistas, observações e questionários validados e padronizados. Todos os instrumentos foram estudados para atender os dados necessários para obtenção dos resultados desta pesquisa.

Após o termo de consentimento aceito (online), foram coletados, a partir de questionários estruturados e elaborados pela autora e pesquisadores colaboradores, dados sobre o perfil e características físicas, estruturais e de saúde de cada participante, especificidades da CR, bem como do acesso e uso aos serviços de saúde; questionários para os profissionais de saúde e para os pesquisadores especialistas em tecnologia.

Com relação ao nível de aceitabilidade e usabilidade dos usuários para com o sistema, a partir de um desenvolvimento iterativo da solução, foi aplicado o questionário *SUS* e o questionário *ASQ*. Essas avaliações englobam uma avaliação formativa do sistema por usuários finais na primeira fase do protótipo, já que esta é, normalmente, realizada quando o produto está no estágio inicial de seu desenvolvimento, a fim de identificar e resolver problemas que influenciam na experiência do usuário (CAMPEAU-VALLERAND ET AL, 2019).

Para formalização, foi realizado um protocolo desta pesquisa, com definição de pontos observáveis embasados por estudos anteriores, referências dentro da temática, que avaliaram requisitos necessários para a aplicação de sistemas como o desta pesquisa em questão (Figura 10) (DABBS, 2009; CAMPEAU-VALLERAND ET AL, 2019; KRYGER ET AL, 2019; AMANN, ET AL, 2020).

Figura 10 – Apresentação geral de todos os procedimentos metodológicos realizados nesta pesquisa, desde o estudo preliminar até a proposta final do sistema eletrônico baseado em *IoT*.

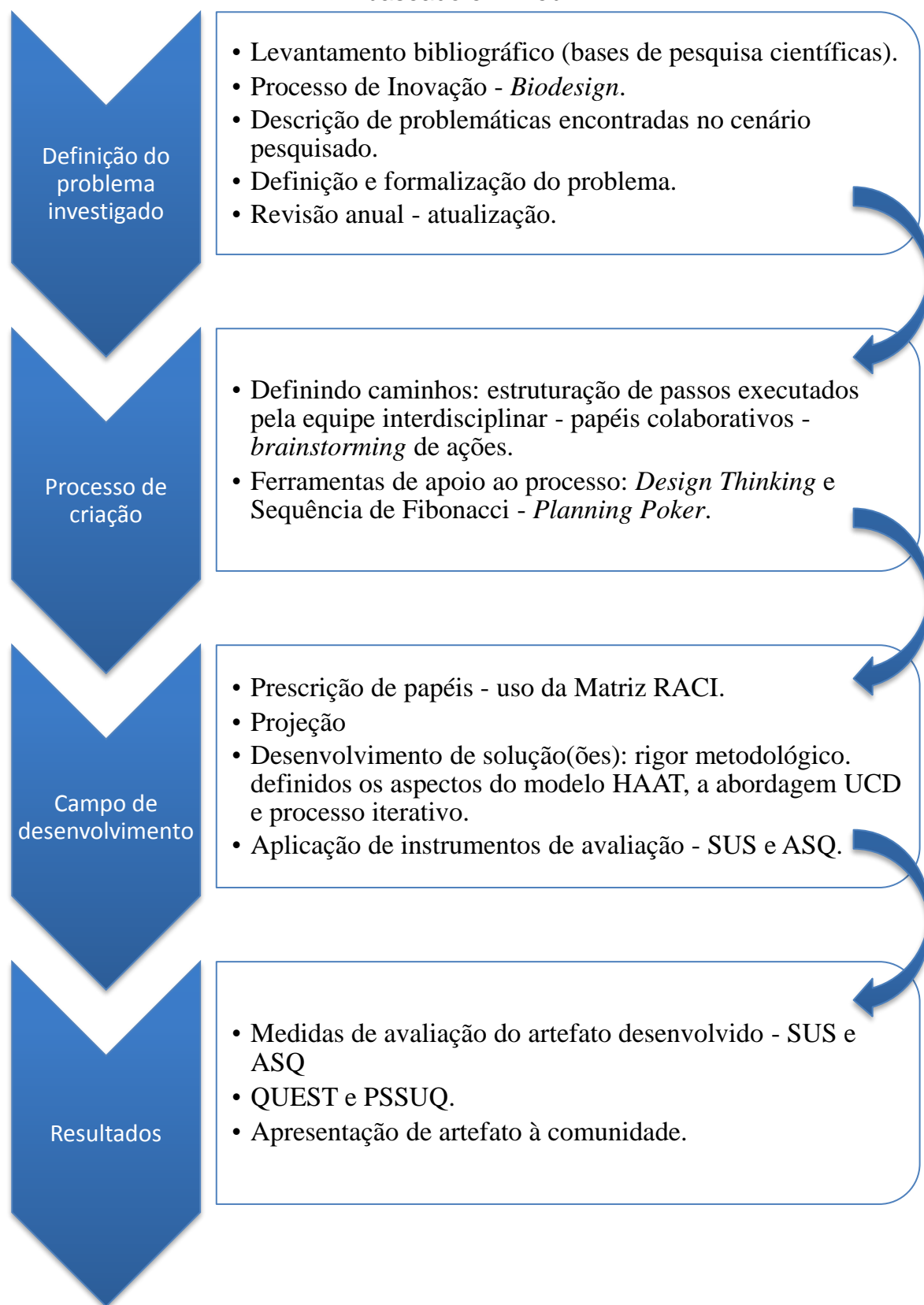


4.8 Protocolo da Pesquisa - Condução dos passos realizados, baseados nas características da Pesquisa-ação do *Design (Action Design Research)*.

O protocolo de uma pesquisa ressalta pontos chave informativos de todos os passos dados com relação ao processo metodológico escolhido na pesquisa. O protocolo é uma ferramenta científica e metodológica necessária para documentar todas as atividades realizadas, incorporação de processos e instrumentos de avaliação utilizados, e viabilização de processos no desenvolvimento de um artefato, desde o começo da pesquisa até o produto final, garantindo qualidade da pesquisa (DRESCH, LACERDA, MIGUEL, 2015).

A partir da escolha metodológica da pesquisa, foi elaborado o protocolo de registro, apresentado na Figura 11, de acordo com as orientações da Pesquisa-ação do *Design (Action Design Research)*.

Figura 11 - Protocolo de registro dos passos metodológicos para desenvolvimento de um sistema tecnológico terapêutico de acompanhamento para usuários de CR, baseado em Web.



4.9 Etapas do desenvolvimento tecnológico: Uma aproximação com o processo de *Biodesign*

A premissa fundamental desta pesquisa é que um desenvolvimento de uma solução tecnológica em saúde requer, sobretudo, um processo robusto levando em consideração a compreensão das demandas dos usuários, rigor científico no desenvolvimento e validação de protótipos de maneira iterativa, com detalhamento da estratégia da implementação.

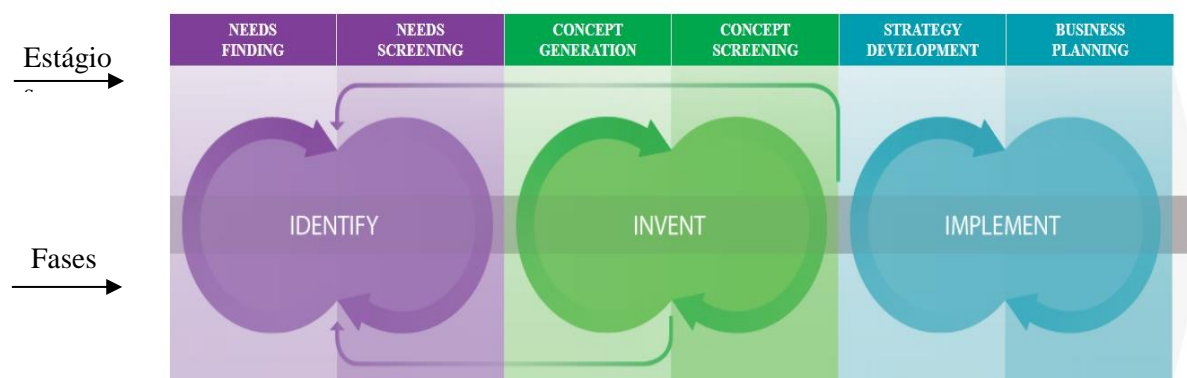
Nesse sentido, o *biodesign* apresenta como enfoque uma abordagem para o desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras na área da saúde, buscando compreender as especificidades do setor de saúde, de mercado, o custo benefício e todas as etapas essenciais para que um projeto saia de um problema identificado no mundo real e chegue à estratégias necessárias para que um determinado produto seja comercializado para a população.

O livro “*Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies*” (tradução: *Biodesign: O Processo de Tecnologias Médicas Inovadoras*) dos autores Paul Yock, Todd J. Brinton e Stefanos A. Zenios et al. (2015), desenvolvido em parceria com a Universidade de Stanford, apresenta a abordagem em *Biodesign* constando de três fases para criação de inovação com foco em desenvolvimento de soluções, sendo elas: **identificar**, **inventar** e **implementar** uma nova solução médica tecnológica (Figura 12). Cada uma das fases contém estágios específicos com passos para imersão, concepção, prototipação e validação da solução tecnológica. Essa abordagem, estudada em parceria com um programa da Universidade de Stanford por mais de 13 anos para sua construção e refinamento, e comprovada com o sucesso em mais de 150 equipes que aplicaram esse processo, envolve o conhecimento de mercado, processos de *design* e desenvolvimento de soluções com foco em inovações tecnológicas de alto impacto, buscando, ainda, a geração de startups, criação de uma cultura de inovação, disseminação do processo de inovação, transferência tecnológica para indústrias com produção científica aplicada.

O desenvolvimento de soluções tecnológicas no *Biodesign* acompanha o desenvolvimento de projetos aplicando a abordagem UCD com foco em soluções de alto impacto e geração de patentes.

Para este trabalho de pesquisa, o *Biodesign* apresenta características fundamentais para a execução do desenvolvimento de solução tecnológica.

Figura 12 - Estrutura do processo de *biodesign* para desenvolvimento de soluções tecnológicas em saúde.



Fonte: www.ebiodesign.org.

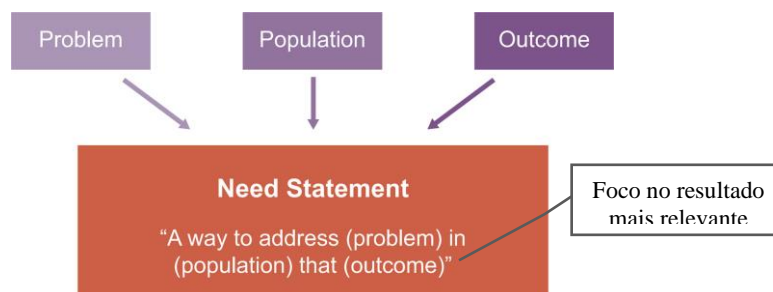
4.9.1 Fase 1 – *Identify* (identificar): Imersão e descoberta da necessidade do usuário

Esse estágio é destinado para a aproximação, observação e entrevista com usuários no contexto de saúde, a fim de compreender as necessidades das pessoas-alvo que podem ser resolvidas por uma solução tecnológica. Considera-se, nessa perspectiva, características de um grande número de usuários, como pacientes – usuários dos serviços de saúde, profissionais de saúde, serviços e gestão de saúde.

O estabelecimento de empatia com entendimento da jornada do usuário é um passo inicial fundamental em pesquisas envolvendo um objetivo de desenvolvimento de solução tecnológica, baseado no *Biodesign*. É, também, o primeiro ponto de vista sobre o problema a ser resolvido (Figura 13).

Na resolução prática deste estágio, o foco estratégico dirige-se à formação de uma equipe interdisciplinar com levantamento de contribuições para o desenvolvimento da solução, definição de responsabilidades e direcionamento de ações na equipe, considerando a missão (objetivo do projeto).

Figura 13 - Três componentes essenciais – problema, população-alvo e resultado/desfecho – no *Biodesign*.



Fonte: *Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies*, 2015, p.91.

4.9.2 Estágio 2 – *Invent* (inventar): Concepção e prototipação da solução

Esse estágio contempla a proposta de ideação de possíveis soluções (produtos, serviços, software, metodologias e constructos) em torno das quais pode-se construir a solução tecnológica que atenda a demanda dos usuários.

Compreende a caracterização de um esboço de uma primeira solução para desenvolvimento de protótipos iniciais, aprofundando no entendimento da demanda identificada e do usuário para que a solução atenda o propósito, de forma iterativa com o andamento do projeto, bem como o Canvas da proposta e análise de mercado.

O Canvas⁶ realizado no projeto foi um material de auxílio para definição do problema a ser abordado, elencando a elaboração de conteúdo específico em:

- Pilares do projeto (trata-se de pesquisas científicas e de mercado que inspiram o projeto);
- Restrições do projeto (condições importantes para que a solução seja viável e factível. Com isso, entender os limites e restrições ajudam na definição do escopo da solução);
- Benefícios e impactos ao público-alvo (ter empatia com o público-alvo e pensar nos benefícios ocasionados ao resolver o problema com a solução);

⁶ Material desenvolvido pelo STEAMLab, aplicado para os alunos de graduação membros da equipe formada pelo edital Aprender na Comunidade (STEAMLab + MOVITA).

- Diferenciais (distinguir as ideias próprias da solução com relação às outras ideias identificadas no meio científico e no mercado, destacando diferenças como metodologias empregadas, tecnologias ou ferramentas utilizadas, usabilidade da solução, contexto, etc.).

- Tarefas menores (definição de um conjunto de tarefas menores, ou seja, ações que precisarão ser realizadas para dar andamento nas próximas etapas do projeto, antes de iniciar o desenvolvimento da solução. Por exemplo: definir um método de avaliação de componentes em *IoT* ou quais tecnologias de programação serão implementadas para o back-end da aplicação).

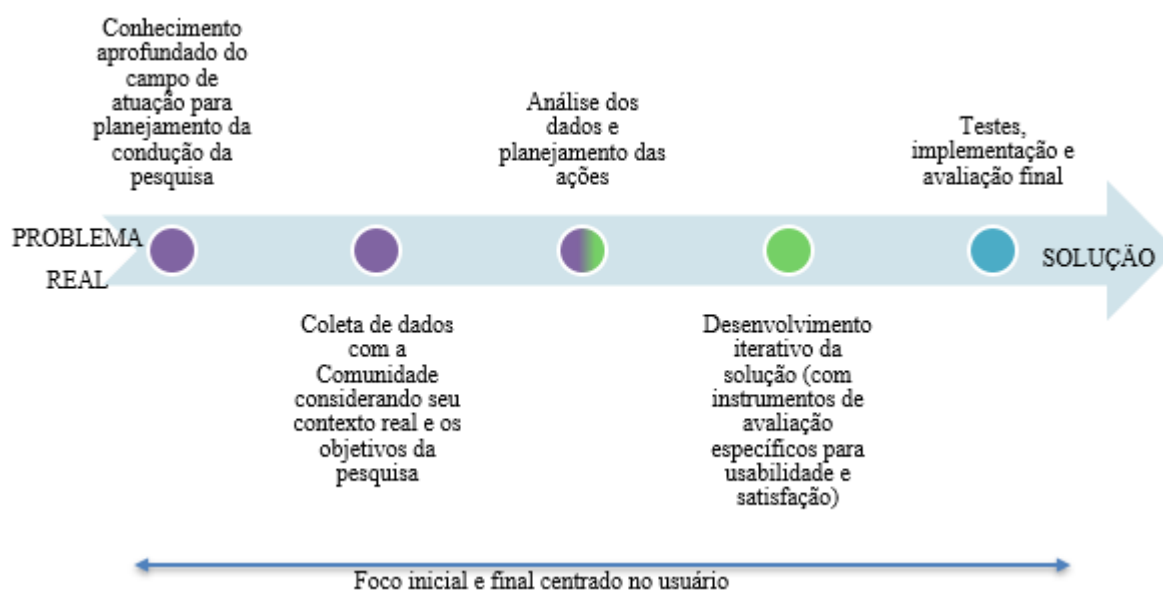
4.9.3 Estágio 3 – *Implement* (Implementar): Desenvolvimento da solução e da estratégia do negócio

Esse estágio é composto por tomada de decisões importantes no contexto da solução tecnológica, pois requer pivotar ou perseverar no desenvolvimento da solução. Portanto, é um planejamento de ações no processo do *Biodesign* voltado para analisar e detalhar estrategicamente a solução, incluindo aspectos de pesquisa e desenvolvimento, regulação, testes em laboratório, financiamento, gerenciamento, produção, implementação, validação, distribuição e vendas.

É válido ressaltar que, nesse meio, soluções inovadoras interessantes podem não ter sucesso com o público-alvo por não terem sido desenvolvidas para atender demandas reais de usuários e/ou do mercado. Por isso, a abordagem *UCD* se destaca como um arcabouço teórico e metodológico essencial para o desenvolvimento de uma solução tecnológica em saúde.

As fases da abordagem do *Biodesign* e a abordagem *UCD* são inerentes aos objetivos desta pesquisa. Sendo assim, podem ser utilizadas em um conjunto de ações voltadas para atender as especificações metodológicas e projetuais do sistema (Figura 14).

Figura 14 - Linha de tarefas gerais para desenvolvimento da solução tecnológica com características das fases na abordagem do Biodesign e UCD.



4.10 Usuários na rede – foco da abordagem UCD

O foco principal do desenvolvimento de uma solução tecnológica para acompanhamento remoto em telerreabilitação sempre foi o usuário de tal solução. Conhecer um problema real presente na comunidade e poder desenvolver soluções para atender uma demanda específica, é um processo singular e relevante na área de TA. Caracterizado como singular no sentido de abranger um perfil científico e metodológico específico voltado para atender demandas específicas, e, relevante, pois se destaca como uma tecnologia centrada no usuário pensada e desenvolvida para atender problemas reais, o que pode minimizar problemas de abandono de um produto na área de TA.

São considerados usuários diretos dessa solução: o usuário de CR e o profissional de saúde (Quadro 2).

O contato com usuários de CR se deu durante toda a pesquisa, mas, mais especificamente em dois momentos determinados, sendo um a partir da coleta de dados pelo questionário para usuários de CR (aplicado online devido ao cenário de pandemia pelo COVID-19 - APÊNDICES A e B), o que permitiu abordar questões referentes aos contextos social, econômico, familiar, os aspectos da saúde, dados de

indicadores para criação e uso do sistema e funcionalidade com relação à CR, e; uma segunda aproximação com entrevistas (também remotas, via *Google Meet*).

Quadro 2 - Etapas funcionais do sistema e usuários ligados à cada etapa.

Etapas	Usuários principais
Usuários internos	
Projeto – ideação, imersão e prototipação; Divulgação - apresentação do produto e empreendedorismo (análise de mercado).	Equipe interdisciplinar – engenheiros e terapeutas ocupacionais (profissionais de saúde), especialistas na área de desenvolvimento especificada. Usuários de CR em algumas etapas específicas de reconhecimento de problemas reais, imersão e avaliação de usabilidade de protótipo.
Usuários intermediários	
Distribuição do produto	Profissionais de saúde, gestores de unidades de serviços de saúde e cuidadores (familiares ou não).
Usuários externos	
Utilização e realimentação para manutenção e melhorias	Terapeutas ocupacionais (e outros profissionais de saúde), usuários de CR e cuidadores.
Manutenção e melhorias funcionais do sistema	Engenheiros e desenvolvedores

Fonte: Adaptado de Silveira, 2017.

Um estudo de revisão publicado em 2015 por Costa et. al., sobre os fatores relacionados ao abandono de uma TA, apresentou que os problemas existentes estão ligados ao:

“estado físico do usuário; falta de informação e treinamento tanto de profissionais quanto de usuários; dor; limitações funcionais; preferência por outro dispositivo de tecnologia assistiva ou utilização de capacidades remanescentes; peso elevado; alterações nas condições do dispositivo; dificuldade de uso; insatisfação; desconforto; inadequação/não apropriado e muito barulho.” (p. 614).

O estudo transversal de Missio e Queiroz (2018) também nessa temática de abandono de tecnologia, apresentou motivos para tal, sendo eles: a formação de lesões; dor ao utilizar o equipamento; dificuldade em usabilidade; aparência desagradável, e; por não se adequarem às demandas dos usuários devido a inadequações no momento da prescrição (MISSIO e QUEIROZ, 2018).

Tanto no estudo de Costa et al (2015) e Missio e Queiroz (2018) a CR motorizada foi um dos dispositivos de TA avaliados que mais apareceu tanto na parte de aquisição quanto na dificuldade de uso e abandono.

Um produto tecnológico na área de TA é considerado, para pessoas com deficiência, um recurso importante para potencializar/promover habilidades funcionais dos usuários e possibilitar mais autonomia e independência no dia a dia. Além disso, é previsto em documentos públicos de saúde o direito à aquisição de recursos em TA avaliados e prescritos por profissionais de saúde capacitados, como parte dos serviços de reabilitação do SUS para pessoas com deficiência (COSTA et al., 2015; MISSIO e QUEIROZ, 2018).

Por consequência, a construção de uma tecnologia baseada em demandas reais de pessoas com deficiência na comunidade e de profissionais de saúde, com etapas de avaliação de usabilidade e satisfação da tecnologia pelos próprios usuários, auxilia na compreensão de fatores fundamentais para promover eficácia, adesão, usabilidade e, conseqüentemente, diminuição de abandono do produto, o que é imprescindível para a saúde, reabilitação e qualidade de vida de pessoas com deficiência.

Por isso, a análise dos dados coletados, a partir de uma demanda real, no contexto de usuários de CR, foi um passo determinante para criação deste sistema. Alguns dados que justificaram funções do sistema foram selecionados e disponibilizados tanto no decorrer deste trabalho com delineamento no capítulo 4 em diante.

4.11 Desenvolvimento iterativo

As etapas de desenvolvimento do sistema visam proporcionar aos integrantes da equipe interdisciplinar a experiência de conceber, prototipar e validar uma nova solução para atender demandas reais de usuários de CR.

Ao longo do projeto, as etapas do trabalho de desenvolvimento foram realizadas por um perfil de processo iterativo, a fim de compreender quais eram as reais demandas dos usuários, e, a partir disso, criar e evoluir um ponto de vista (*Point Of View* - POV) sobre os problemas a serem resolvidos, desenvolver versões de MVP

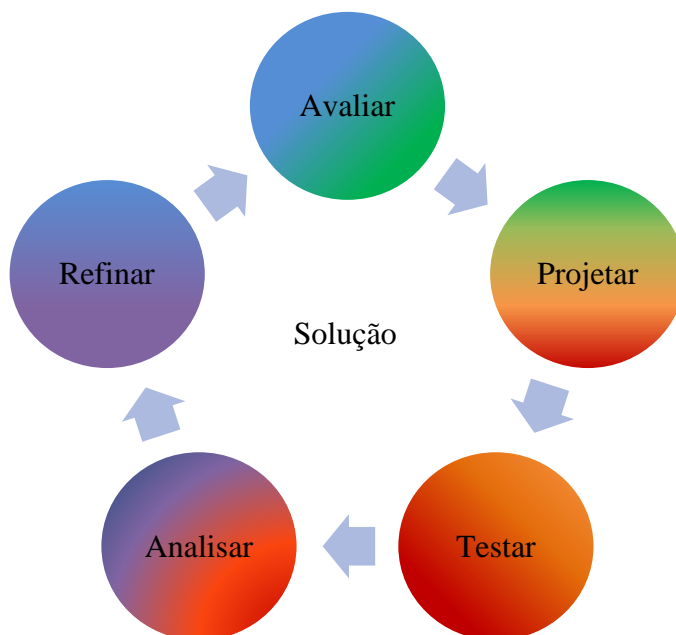
que atendessem às necessidades dos usuários, desenvolver um projeto conceitual de inovação e esboçar um projeto de negócios – empreendedorismo – para apresentar os resultados obtidos à comunidade e pessoas que se beneficiarão com a proposta do projeto.

Nesse sentido, a proposta do desenvolvimento iterativo em uma solução tecnológica está totalmente ligada com as complexidades de um sistema envolvendo tecnologia *IoT* para atender problemas reais de pessoas reais. O desenvolvimento engloba projetar e fazer teste da usabilidade iterativamente, ou seja, quantas vezes forem necessárias até chegar em um resultado satisfatório de usabilidade, utilizando um padrão na avaliação com instrumentos específicos e os mesmos 5 avaliadores em todas as avaliações realizadas para a solução.

Para tanto, é utilizada a abordagem iterativa: *n* ciclos iterativos de avaliar-projetar-testar-analisar-refinar, baseadas no princípio básico de projetos de UCD, para atender as demandas dos usuários (Figura 15).

A avaliação é contemplada por 5 usuários avaliando aspectos de usabilidade, conteúdo, funcionalidade do sistema, fluidez e interface. Todos esses aspectos estavam contidos no guia de entrevista para avaliação, aplicado pelos pesquisadores com os usuários. A etapa de projetar envolve a utilização das demandas dos usuários e requisitos para estruturar o comportamento e funções do sistema. As próximas etapas de testar, analisar e refinar referem-se aos testes funcionais do sistema de entrada e saída com análise das execuções e apontamentos de melhorias, refinando a solução.

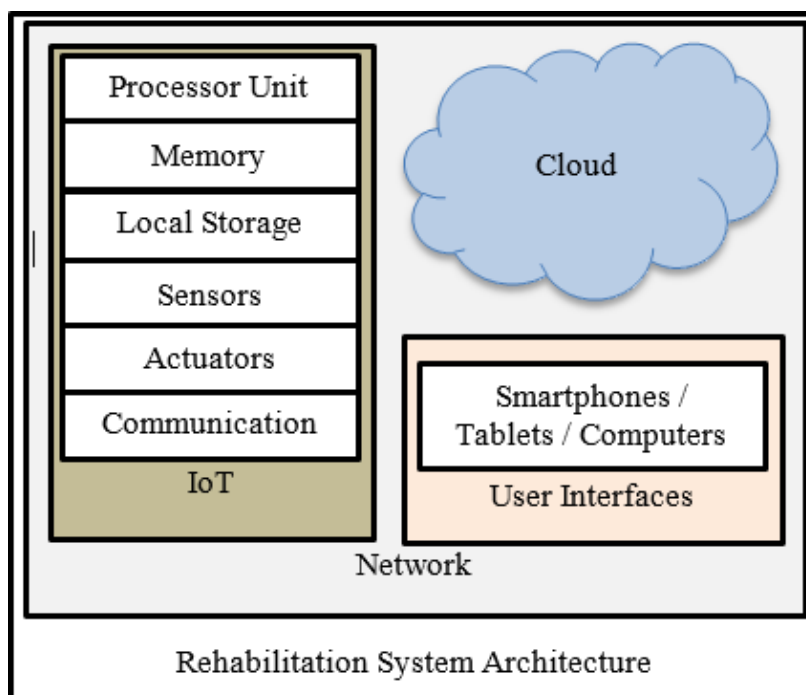
Figura 15 - Fases do ciclo iterativo baseadas nos princípios de projetos com abordagem User Centered Design em fase conceitual do projeto.



5 RESULTADOS: PROPOSTA DE SISTEMA BASEADO EM *IoT* NA TELERREABILITAÇÃO PARA USUÁRIOS DE CR

Para o desenvolvimento do sistema deste trabalho aplicado à área de serviços de reabilitação na saúde, os protótipos partiram dos conteúdos achados em pesquisas desenvolvidas nesta área de *IoT* + reabilitação, bem como estudos dos elementos/componentes aplicáveis para realização de desenvolvimento da solução e sua funcionalidade. A partir de estudos apresentados na revisão publicada de Gradim et al. (2020), foi desenvolvida uma proposta de arquitetura geral, baseado na *web*, integrando sistemas tecnológicos de informação e comunicação e suporte profissional, como base para sistemas de telerreabilitação. Essa proposta de arquitetura foi publicada no artigo da autora em 2020 (Figura 16).

Figura 16 - Arquitetura de sistema *IoT* para telerreabilitação



Fonte: Gradim et al., 2020

Para a composição do sistema deste trabalho, foram selecionados e utilizados objetos inteligentes⁷ projetados para monitorar uso de funções *tilt* e *recline* na CR.

Para entendimento dos elementos do sistema desta pesquisa, são descritos, cada um dos elementos e suas funções, sendo eles: o *hardware* CONTAV já existente, desenvolvido anteriormente em uma pesquisa da FINEP, com sensores e atuadores na CR, o *software* desenvolvido em parceria com aluno de graduação no projeto MOVITA do edital Aprender na Comunidade, com interface de funções e comunicação entre usuários, armazenamento e disponibilidade de acesso aos dados (ambos plataforma de código aberta).

A resultante da solução deste trabalho contemplou a integração de um *hardware* – CONTAV – já desenvolvido em pesquisas anteriores no laboratório, com funções de posicionamentos em CR automatizadas e possibilidade de coleta de dados via sensores e envio destes dados para a nuvem. Com isso, desenvolvemos um configurador – *software* – com o auxílio de alunos de graduação integrantes do projeto MOVITA (Apêndices E e F), em concordância com dados coletados via questionários, juntamente ao referencial teórico internacional da OMS, nacional de leis públicas do SUS, e artigos científicos disponibilizados em veículos de publicação de referência na área acadêmica.

O diagrama da Figura 17 mostra o esquema funcional do sistema com interação entre servidor, usuários e objetos inteligentes.

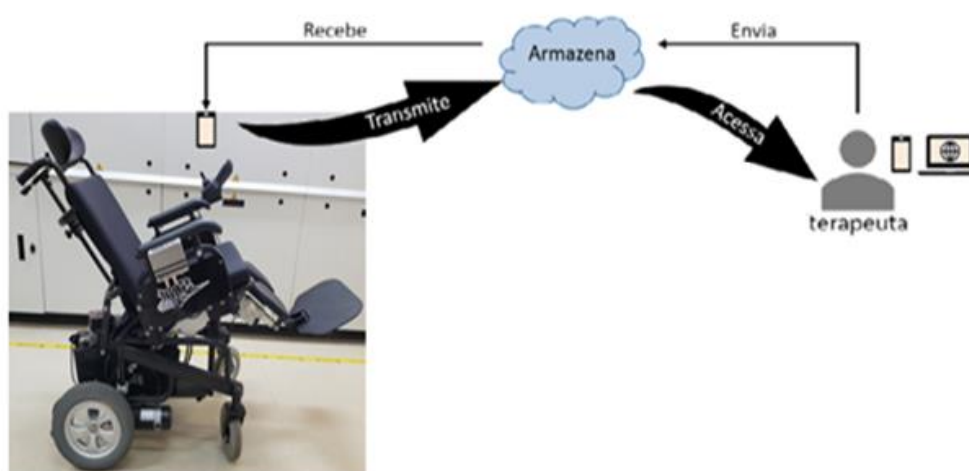
A apresentação bem como os resultados da junção do CONTAV com o *software* MOVITA para telerreabilitação estão descritos a partir deste capítulo.

A identificação de problemas reais da comunidade foi um passo fundamental nesta pesquisa para obter o refinamento das etapas de desenvolvimento da solução. Para tanto, foi realizado o levantamento de necessidades, ou seja, do que se espera que o produto alcance como meta (SILVEIRA, 2017). Para esse levantamento, foi feita uma análise de respostas dos questionários aplicados (APÊNDICES A e B), juntamente aos indicadores definidos.

⁷ Objetos que podem ser conectados via um sensor, coletam dados, trocam informações com outros objetos e possuem vias de comunicação (inputs e outputs).

O questionário Q1 para usuário de CR obteve $n = 16$ respostas, o Q2 dos profissionais de saúde foi $n = 57$ respostas e Q3 dos especialistas em desenvolvimento de tecnologias foi de $n=9$. No total, foram 82 respostas com dados qualitativos e quantitativos para análise e posterior estruturação do sistema desenvolvido.

Figura 17 - Diagrama de interação entre servidor, usuários e objetos inteligentes



Dentre os dados coletados nos questionários, destacaram-se os dados de como os profissionais orientam e acompanham as mudanças posturais no uso de CR na prática terapêutica bem como algumas informações relevantes para a criação do sistema (Figuras 18 a 22), bem como às dificuldades que os usuários de CR encontram atualmente com seus dispositivos (respondidas pelos próprios usuários) (Figuras 23 a 26 e Quadro 3).

Indiretamente, estão interligados ao contexto desta pesquisa os cuidadores que acompanham os usuários de CR e o processo de reabilitação destes; os gestores de unidades de serviços de saúde, oferecendo locais que acolhem essa demanda e que devem conter recursos de soluções para auxiliar no processo de reabilitação e saúde dos usuários de CR; e os desenvolvedores de soluções de sistemas de TA, a fim de desenvolver um produto adequado à demanda.

Figura 18 - Dados de profissionais com relação às práticas de prescrição de CR (n=57)

Você já prescreveu cadeira de rodas? (se não, pule a próxima pergunta)
57 respostas

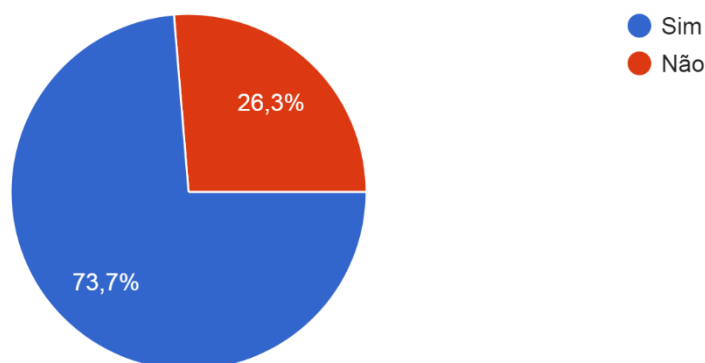
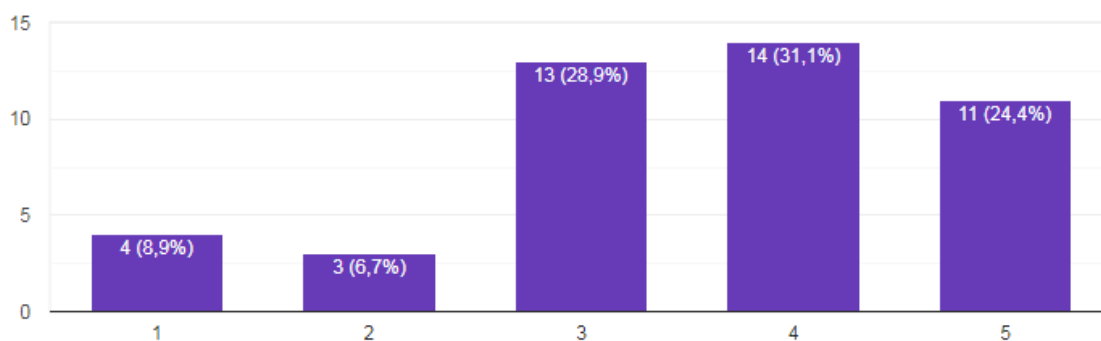


Figura 19 Dados de profissionais com relação à prática de acompanhamento do uso da CR (n=45)

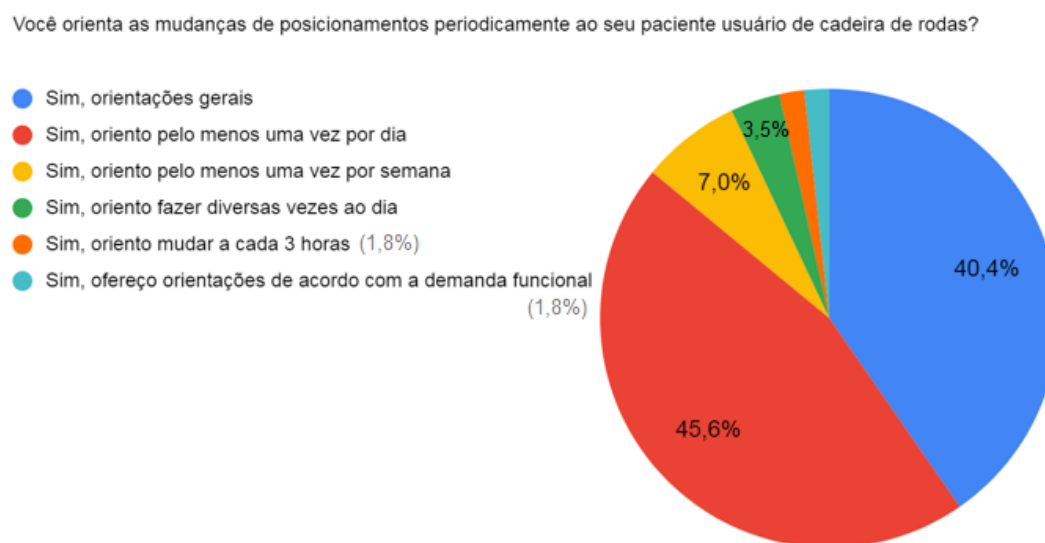
Após prescrever a cadeira de rodas, você realiza o acompanhamento longitudinal terapêutico referente à implementação, uso e treino da cadeira de rodas? (sendo: 1 - nunca; 2 - raramente; 3 - às vezes; 4 - muitas vezes; 5 - sempre).

45 respostas



O acompanhamento do uso da CR, envolvendo uso e treino de funções da CR, faz parte do pacote de treinamento dos serviços em CR, promulgado pela OMS (2012). No entanto, 8,9% dos profissionais relataram nunca prestar esse serviço, e apenas 24,4% relatou prestar esse serviço sempre. O esperado era que todos os profissionais que atuam nos serviços atendendo usuários de CR, realizem o acompanhamento do uso e treino da CR juntamente ao usuário.

Figura 20 Dados de profissionais com relação às práticas de orientações para posicionamentos em CR (n=57)



Percebe-se que a maioria dos profissionais oferece orientações gerais, sendo que o esperado e comprovado em diversos estudos da área (MAKHSOUS et al, 2007, JAN et al 2010, SPRIGLE; SONENBLUM, 2011, FU, JONES, JAN, 2014), são as mudanças a cada 3 horas, pelo menos, a fim de evitar complicações como lesões por pressão e vícios posturais.

Figura 21 Dados de profissionais com relação ao uso de referenciais teóricos de apoio às práticas de orientações para posicionamentos em CR (n=57)

Você utiliza algum instrumento padronizado, modelo teórico específico, abordagem ou técnica em sua avaliação e para atendimento ao usuários de cadeira de rodas? (sendo: 1 - nunca; 2 - raramente; 3 - às vezes; 4 - muitas vezes; 5 - sempre).

57 respostas

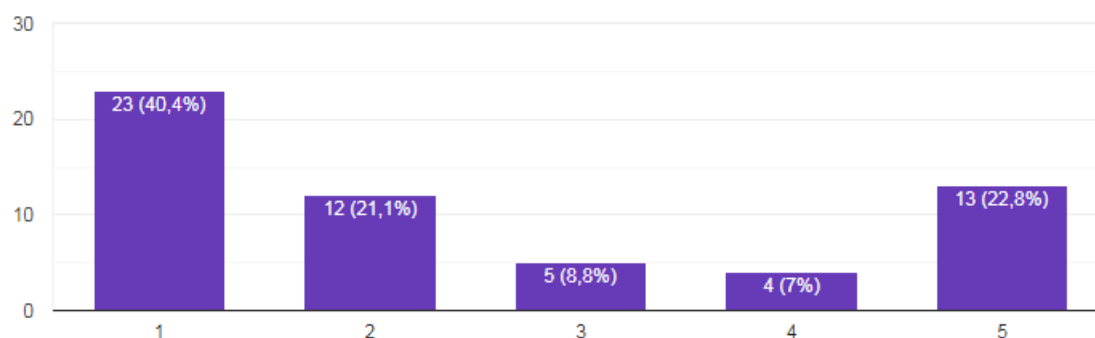
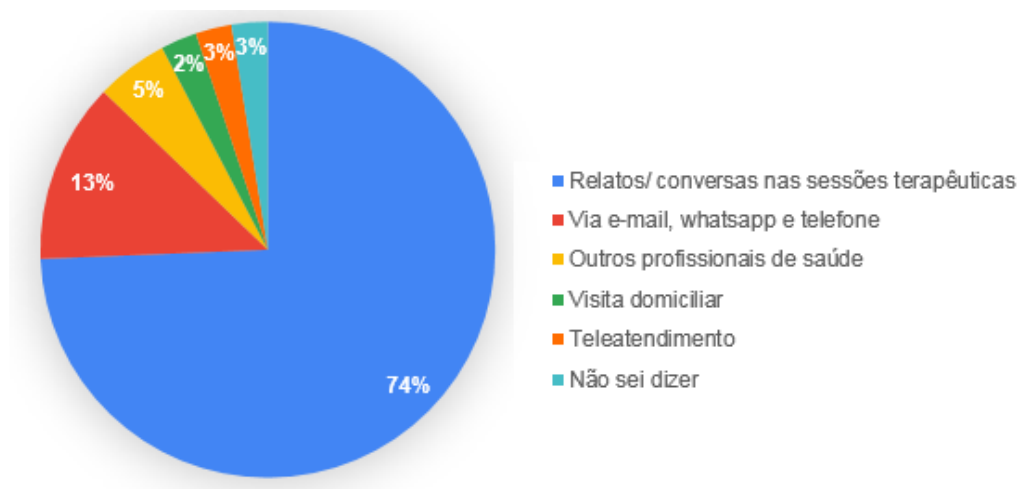


Figura 22 De que maneira o profissional recebe o feedback do seu paciente/cliente? (n=44)



O uso de referenciais teóricos, instrumentos de avaliação padronizados e anotação do feedback do paciente são medidas extremamente importantes para o acompanhamento e monitoramento terapêutico do paciente. No entanto, foi visto nos resultados que 40,4% dos profissionais não utilizam uma avaliação padronizada nem referenciais teóricos para auxiliar na prática de atendimento aos usuários de CR. Ainda, 74% dos profissionais recebem um retorno do paciente via conversas nas sessões terapêuticas, sendo esta última uma pergunta aberta no questionário, e nenhum dos profissionais apresentou uma resposta com algum instrumento de medida, o que era o esperado.

Com relação ao levantamento de dados de aspectos da demanda real no contexto de usuários de CR, tem-se que:

Figura 23 Dados de usuários de cadeira de rodas com relação ao acompanhamento domiciliar quanto ao tratamento em reabilitação (n=16)

Você realiza as orientações dadas na terapia? (1 - nunca; 2 - raramente; 3 - às vezes; 4 - muitas vezes; 5 - sempre).

16 respostas

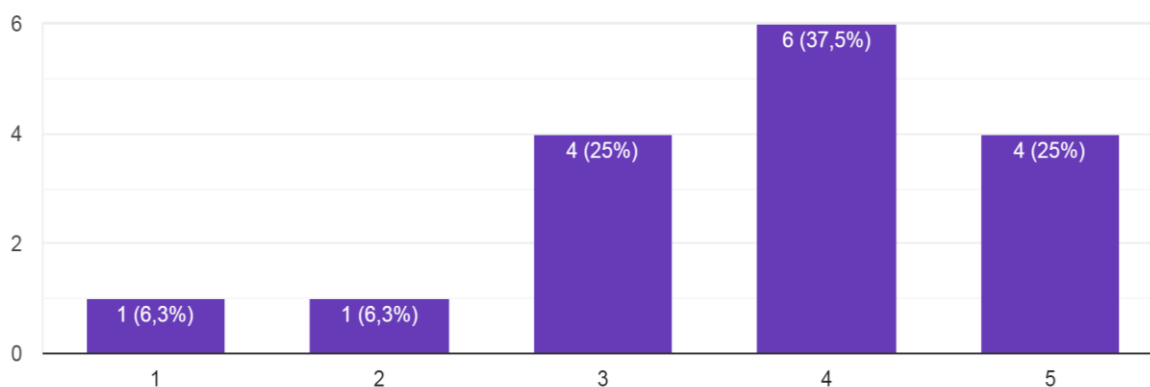
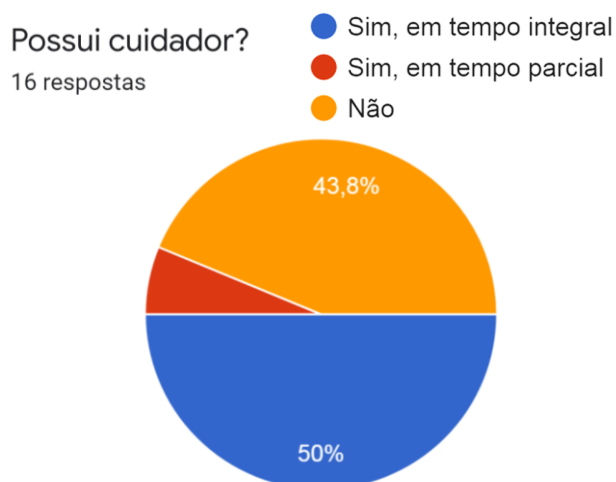


Figura 24 Dados de usuários de cadeira de rodas com relação ao acompanhamento domiciliar quanto ao tratamento em reabilitação (n=16)

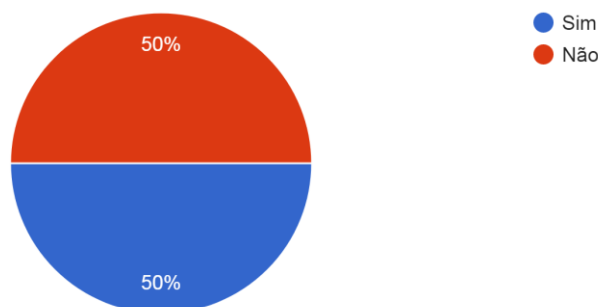


A figura do cuidador no plano de cuidado, de maneira integral ou parcial, é predominante nos usuários de CR, sendo este um fator que deve ser considerado tanto nas ações de serviços de saúde, no plano de acompanhamento domiciliar quanto em toda solução tecnológica pensada para atender PcD usuários de CR.

Figura 25 Dados de usuários de cadeira de rodas que fazem uso de serviços de reabilitação com relação a sua situação de saúde (n=16)

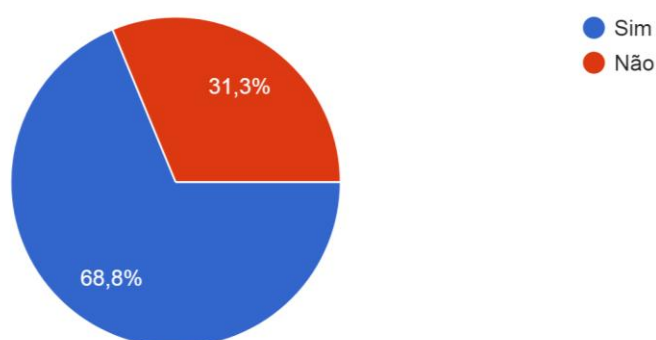
Já teve lesões por pressão (também chamadas de úlceras e escaras)?

16 respostas



Problemas posturais devido à deformidade, atrofia, vícios posturais?

16 respostas

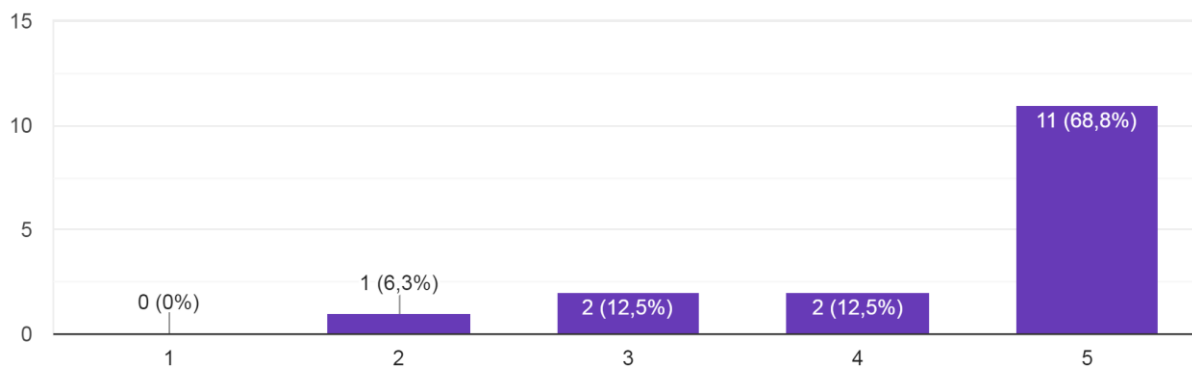


Apesar de tantas políticas públicas e atendimentos especializados à comunidade de usuários de CR, ainda são presentes os problemas de saúde como lesões por pressão, contraturas e deformidades posturais nessa população alvo.

E, quando questionado aos usuários de cadeira de rodas sobre a importância de serem abordados assuntos relacionados a medidas de acompanhamento terapêutico para auxiliar nas práticas em saúde, foi visto que, particularmente, a grande maioria (68,8%) acha um assunto extremamente importante, de acordo com o gráfico apresentado na Figura 26.

Figura 26 caracterize, de 1 a 5, sendo: 1 – não é importante; 2 – pouco importante; 3 - importante; 4 - muito importante; 5 - extremamente importante, as dificuldades que você, usuário de cadeira de rodas, encontra no seu dia a dia (resposta totalmente pessoal):

Possibilidade de piorar a condição de saúde ao desenvolver deformidades posturais e lesões por pressão, advindas da inadequação da cadeira de rodas e falta de acompanhamento terapêutico
16 respostas



No contexto desta pesquisa, foram considerados como usuários da solução tecnológica as PcD usuárias de CR e com diagnósticos congênitos ou adquiridos e os profissionais de saúde - terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas – que atendem os usuários de CR e prestam serviços de reabilitação para essa população.

A proposta da solução, então, reuniu uma classificação de dados dos questionários, categorizados, dos principais problemas no acompanhamento terapêutico apresentados por usuários de CR e profissionais de saúde – terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas – cuidadores, desenvolvedores e gestores, percebidos, como demanda, apresentados no Quadro 4.

Após esse levantamento de demandas, foi o passo de converter os dados em estruturas e delineamento de requisitos funcionais e não-funcionais para o desenvolvimento do projeto, relacionados ao desenvolvimento das funções adequadas da solução. A organização e especificação desses fatores no projeto tornam o desenvolvimento da solução mais sistêmico e inovador na fase do projeto conceitual (SILVEIRA, 2017).

Os principais temas para levantamento dos requisitos foram dificuldade de acompanhamento das orientações de reabilitação sem a presença do profissional; dificuldade de movimento para mudanças de posicionamentos posturais com probabilidade de surgimento de lesões por pressão, contraturas e deformidades posturais, e; dificuldade de realimentação da prescrição e da evolução terapêutica.

A partir da análise das especificações descritas de levantamento das demandas do sistema e dos requisitos funcionais e não-funcionais para desenvolvimento do projeto, é possível dar início ao projeto conceitual, ou seja, pensar em um produto de solução que atende tais requisitos. O projeto conceitual do sistema envolve o estudo de materiais, ferramentas, tecnologia, de componentes eletrônicos, mecatrônicos e definição dos princípios funcionais da solução.

Essa etapa de identificação e definição dos princípios de solução teve como apoio a análise do questionário aplicado com especialistas na área de desenvolvimento de soluções tecnológicas (APÊNDICE C), aplicado online devido ao cenário de pandemia pelo COVID-19.

Quadro 4 - Categorização dos dados relacionados aos principais problemas no acompanhamento terapêutico de usuários de CR com o objetivo de fornecer um levantamento de demandas para o desenvolvimento do sistema e requisitos, elaborados pela autora, relacionados ao funcionamento adequado da solução para o desenvolvimento do projeto.

Usuários	Levantamento de demandas para o sistema	Requisitos para o sistema
Usuário de CR	Ter o acompanhamento do seu estado de saúde e postural pelo profissional.	Proporcionar uma leitura confiável e de fácil entendimento dos dados pelos usuários.
	Comunicar-se com os profissionais de saúde.	Deve ter uma interface de comunicação entre os usuários.
	Seguir orientações do profissional adequadamente.	- Facilitar o acompanhamento de orientações terapêuticas com sinalizações, lembretes e indicação de atividades prescritas para os usuários; - Sinalizar quando estiver errado ou fora do indicado pelo profissional.
	Prevenir agravos à saúde quanto ao uso inadequado de funções da CR.	Ter um canal de transmissão de informações constantes, com envio e recebimento de documentos, vídeos, imagens e outros formatos de arquivos.
	Melhorar a qualidade do atendimento, mesmo quando fora do ambulatório.	Possibilitar a comunicação rápida entre os usuários e análise dos dados coletados sempre que o paciente solicitar.
	Possibilitar o auto gerenciamento das funções da CR.	Ter possibilidade de inserir funções de entrada e saída adequadas para cada demanda de usuário (comandos simples, <i>touch</i> , por comando de voz, por movimento ocular, e outros).
	Ter um produto que favoreça o uso das funções da CR corretamente e adequadas ao usuário.	Possibilitar adequar as orientações posturais e prescrições individualizadas para cada usuário do sistema com campos livres para inserção de dados.
Cuidadores	Ter o acompanhamento do profissional de saúde.	Proporcionar uma leitura confiável e de fácil entendimento dos dados pelos usuários.
	Comunicar-se com os profissionais de saúde.	Deve ter uma interface de comunicação entre os usuários.
	Poder ter um plano diário de atividades com horários e tempos estimados para atividades solicitadas pelo profissional de saúde	Deve ter uma apresentação de atividades prescritas/agendadas para seguimento diário.
	Tirar dúvidas dos cuidados em domicílio.	Ter um canal de transmissão de informações constantes, com envio e recebimento de documentos, vídeos, imagens e outros formatos de arquivos.
	Acompanhar o quadro clínico do paciente remotamente.	Os dados deverão estar visíveis e atualizados diariamente para o profissional, apresentados em gráficos ou números.
	Obter os dados de execução adequados das orientações terapêuticas passadas ao paciente.	Ter um monitoramento correto, confiável e seguro na comunicação dos dados, e sinalização dos dados fora dos padrões.

Profissional de
saúde

Obter dados corretos de realimentação de atividades remotas quanto às orientações prescritas no sistema pelo profissional.	Deverá ter um tratamento dos dados coletados para cada sensor e estes estarem disponíveis para os usuários, seja em gráficos ou números.
Viabilizar leituras de acompanhamento diário dos dados do sistema de telerreabilitação quando necessitar.	Ter análise de dados de monitoramento a cada 24 horas.
Ter um acompanhamento longitudinal, constante do paciente.	Gravar todos os dias os dados monitorados pelos sensores e incluir no sistema, desde o início terapêutico (cadastro do paciente no sistema).
Viabilizar uma via de comunicação e informação dos processos terapêuticos com possibilidade de inserção de recursos visuais e auditivos.	Deve ter uma interface de comunicação entre os usuários; Ter um canal de transmissão de informações constantes, com envio e recebimento de documentos, vídeos, imagens e outros formatos de arquivos.
Poder oferecer uma via de prescrições remotas com orientações de demandas específicas via sistema.	Ter uma orientação e sinalização para o profissional das intervenções que poderão ser adotadas para cada objetivo específico dos posicionamentos em CR.
Ter um histórico de dados monitorados disponível.	Ter um armazenamento de dados com backup em nuvem.
Ter uma apresentação gráfica e visual dos dados coletados.	Deverá ter um tratamento dos dados coletados para cada sensor e estes estarem disponíveis para os usuários, seja em gráficos ou números.
Poder medir e acompanhar o estado de saúde geral (outras condições de saúde associadas)	Possibilitar a inserção de sensores vestíveis no usuário e coleta de dados destes pelo sistema com disponibilidade de acesso aos dados desses sensores também pelo profissional.
Poder baixar os dados (gráficos, números, fotos e imagens) para ter em documento físico.	Viabilizar o <i>download</i> dos dados em PDF.

Gestores de unidades de serviços de saúde	Possibilitar a produção e comercialização do sistema.	Ter possibilidade de ser reproduzido e de fácil implementação.
	Utilizar o sistema para vários pacientes/usuários de CR;	Viabilizar o acesso a mais de um usuário por profissional.
	Facilitar a implementação e usabilidade do sistema fora do ambiente ambulatorial/serviço de reabilitação.	Possibilitar ser implementado e usado em computadores e celulares, sendo do tipo smartfone, com capacidade de funcionamento e coleta de dados sem necessidade de estar em um ambiente específico.
Desenvolvedores e engenheiros	Promover a adequação do sistema para atender perfis diferentes de usuários de CR, com proposta de personalização de funções do sistema de acordo com cada paciente e terapeuta (como, por exemplo, para alteração dos padrões posturais, possibilidades de orientações para cada rotina, alteração de assiduidade de dados monitorados).	Deverá ser programável para cada paciente individualmente; - Ser de fácil instalação e usabilidade.

5.1 Hardware e Software

Este sistema utiliza diferentes tecnologias, tanto para o *hardware* quanto para o *software*. Destaca-se o módulo Arduino, sensores, banco de dados, *Web Services* com capacidade para aplicativo mobile e aplicativo *Desktop*.

Os dados coletados no questionário Q3 aplicado com especialistas em desenvolvimento de soluções tecnológicas (todos com especialização e/ou pós graduação) auxiliaram na definição dos componentes do sistema, considerando sensores, conectividade e implementação em um problema real (Figuras 27 a 31), resultantes dos dados coletados no questionário Q3 apresentado no apêndice C).

Figura 27 - Resultados dos dados coletados para auxílio à definição dos componentes do sistema (n=9)

Pensando em uma solução na área da saúde para atender usuários de cadeira de rodas, com coleta e amostra de dados de sensores, envio e recepção de dados para nuvem e comunicação terapeuta-paciente, qual(is) microcontrolador(es)/SBC você usaria para aplicação IoT?

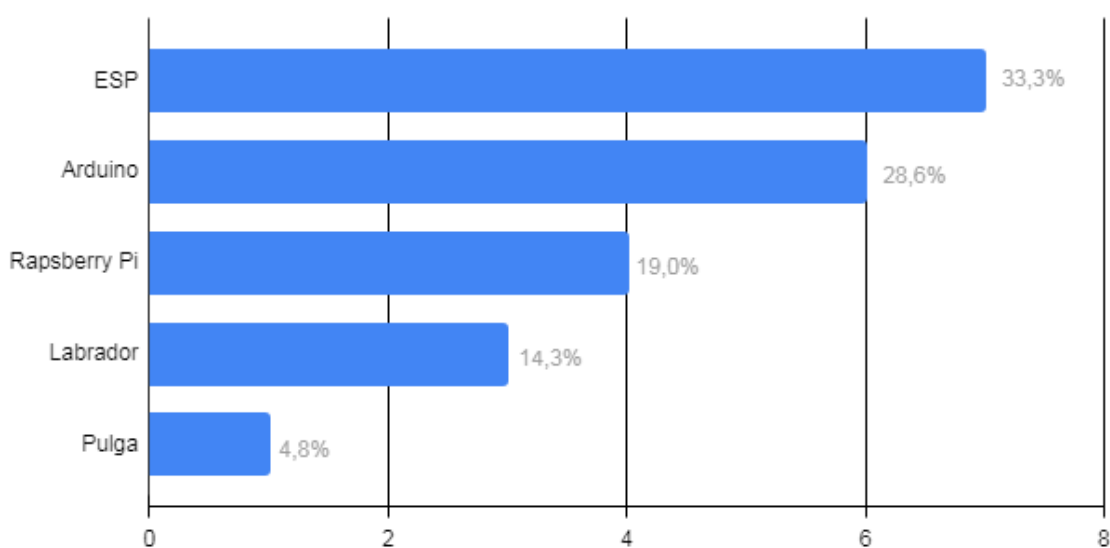


Figura 28 Resultados dos dados coletados para auxílio à definição dos componentes do sistema (n=9)

Pensando em uma solução na área da saúde para atender usuários de cadeira de rodas, com coleta e amostra de dados de sensores, envio e recepção de dados para nuvem e comunicação terapeuta-paciente, qual(is) tecnologias você indica para desenvolvimento de uma aplicação web?

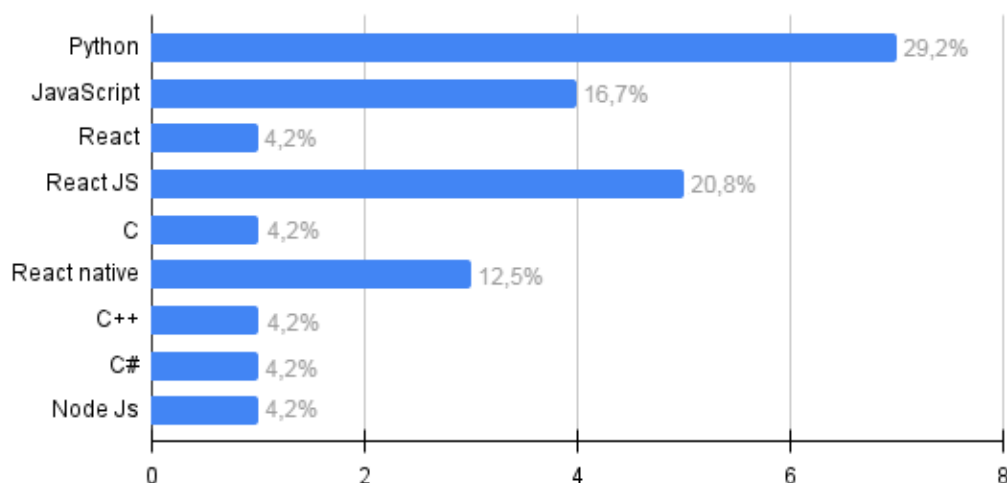


Figura 29 Resultados dos dados coletados para auxílio à definição dos componentes do sistema (n=9)

Pensando em uma solução na área da saúde para atender usuários de cadeira de rodas, com coleta e amostra de dados de sensores, envio e recepção de dados para nuvem e comunicação terapeuta-paciente, qual(is) tecnologia(s) sistemas de gerenciamento de bases de dados você usaria em uma aplicação nuvem?

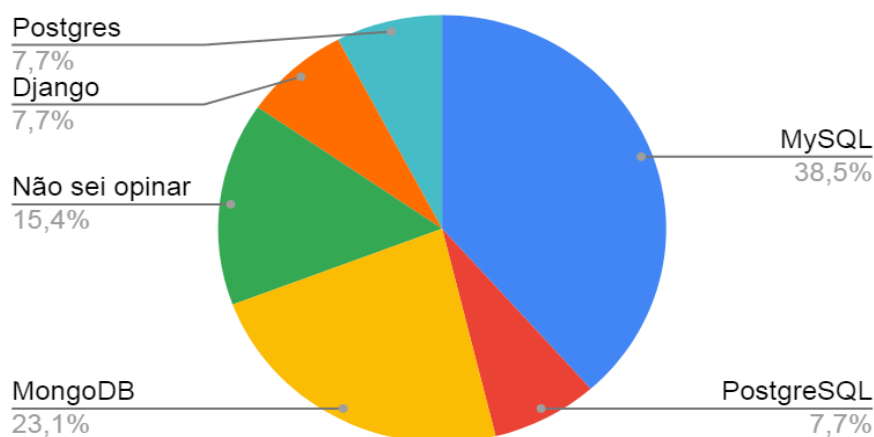


Figura 30 Resultados dos dados coletados para auxílio à definição dos componentes do sistema (n=9)

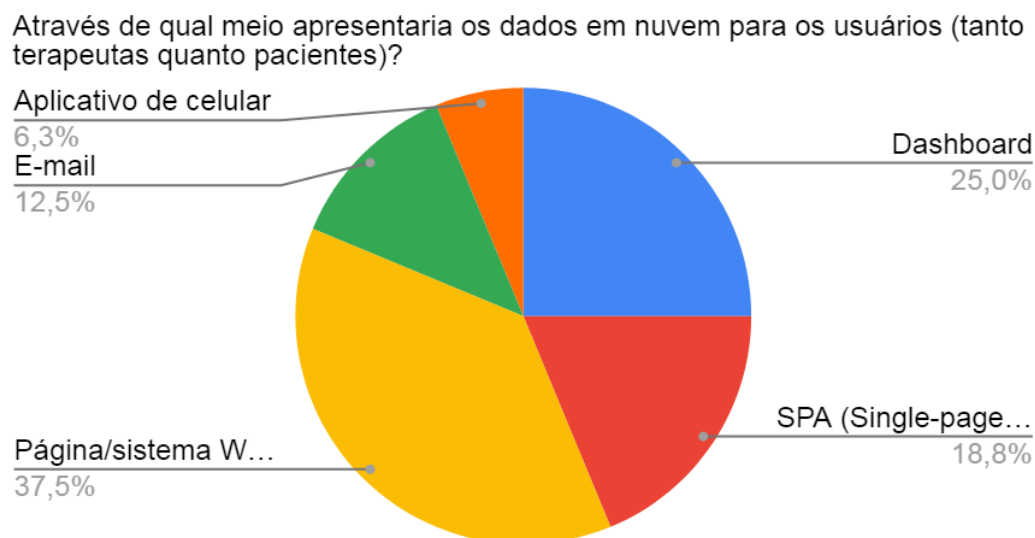
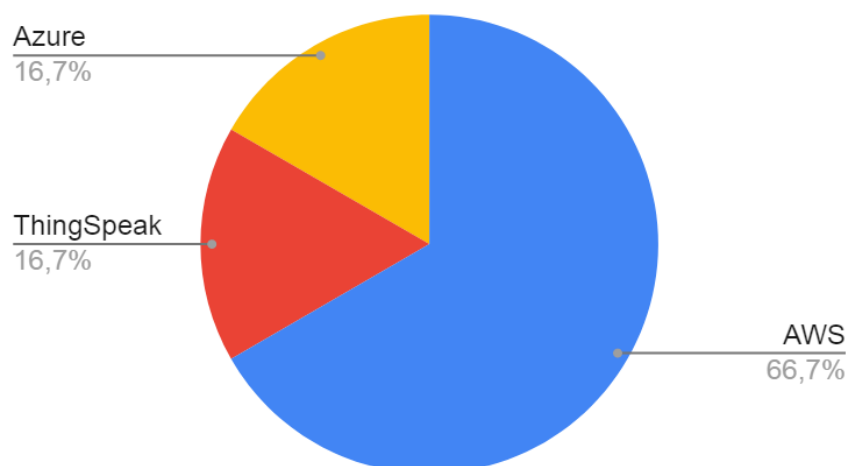


Figura 31 Resultados dos dados coletados para auxílio à definição dos componentes do sistema (n=9)

Qual plataforma de nuvem ou serviço você usaria para armazenamento de dados?



Todas as respostas dos especialistas em tecnologia foram consideradas para o desenvolvimento do *software* aberto MOVITA, a fim de viabilizar um sistema funcional, com componentes viáveis para a solução.

5.1.1 Adequações no sistema CONTAV a partir de um desenvolvimento incremental no *hardware* para análise dos dados

O protótipo do sistema eletrônico baseado em *IoT* na telerreabilitação para usuários de CR inclui o CONTAV (Controle Avançado de CR) (Figura 32), um sistema eletrônico desenvolvido por um engenheiro elétrico, contendo um módulo inteligente de processos de entrada e saída para controle da CR motorizada, que oferece, além da possibilidade de conectividade com outros objetos eletrônicos, também permite a função e monitoramento de posicionamentos na CR motorizada.

O CONTAV é um equipamento físico, desenvolvido com código aberto (*open hardware*), possuindo uma facilidade de ser transportado, removível e acoplado sem complexidade ou modificação permanente, em todos os tipos e modelos de CR motorizadas. Tais características de funções do CONTAV favoreceram a escolha deste para o desenvolvimento da solução proposta envolvendo tecnologia *IoT* e telerreabilitação.

Para justificativa de desenvolvimento do sistema desta pesquisa, foram utilizadas como bases científicas as pesquisas de Makhsous et al., 2007 e Jan et al., 2010. As principais medidas de resultados utilizadas destas pesquisas foram: a avaliação de uma prescrição da variação dos posicionamentos automatizados pela CR com o tempo; funcionalidade do sistema com comunicação a partir de uma programação dos ângulos e tempo para a dados coletados; monitoramento da quantia de vezes que a pessoa realiza os ângulos de *tilt* e *recline*; e satisfação desses sistemas pelo usuário.

Na CR motorizada, o sistema eletrônico CONTAV, incorporado à CR com recursos avançados de automação industrial, é responsável pelo controle dos atuadores das funções de assento como: *tilt*, *recline* e movimento de elevação do apoio dos pés. O CONTAV possui sensores de medida inercial (*Inercial Measurement Unit – IMU*), como acelerômetro e giroscópio, para determinar o ângulo do assento e encosto da CR. É capaz de controlar os atuadores pelos botões do seu painel (Figura 33), pelo controle automatizando baseado em joystick e botões acessórios da CR (quando integrado ao controle de movimento da cadeira) e por um aplicativo por exemplo em um dispositivo móvel (com um celular, por exemplo), transformando a CR em um dispositivo de *IoT*.

Figura 32 - CR Seat Mobile SM7 e Contav (em destaque).



Figura 33 - Painel do CONTAV inserido em uma CR motorizada.



O CONTAV possui comunicação *Bluetooth* com o celular *smartphone*, o que permite tanto o recebimento de instruções quanto o envio de dados. Isso permite a configuração de ângulos específicos do assento bem como a periodicidade da troca entre estes ângulos. Também permite o envio das informações de registro destes posicionamentos para a nuvem para que o profissional de saúde possa analisar se

esses ângulos e sua variação com relação a duração e frequência são efetivos para o bem estar do usuário da CR.

O CONTAV é um sistema integrado desenvolvido para aumentar especificações na CR motorizada com funções inteligentes, contendo uma vasta quantidade de inputs oferecidos, além das funções da CR já existentes no comércio.

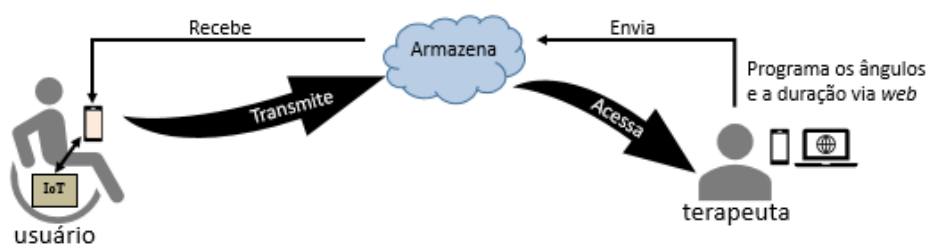
A partir disso, as adaptações realizadas no CONTAV para esta pesquisa de telerreabilitação em questão se basearam em tecnologia da internet das coisas (*IoT*).

São elas:

- Função *tilt* da CR programável e automática com possibilidade de variações constantes dos ângulos;
- Sensores para identificar posição horizontal do assento, que serve de referência, independentemente do nivelamento do piso;
- Receber programação da nuvem via *web*, de forma que o profissional de saúde possa definir um ângulo base para o *tilt* e *recline*, ângulo para variações positivas e negativas, a frequência no dia a dia e a duração em que as variações devem ocorrer;
- Profissional pode acompanhar (na nuvem via *web*) os registros de movimentos realizados pela CR com o sistema CONTAV (manualmente ou autonomamente) (Figura 34).

A partir dos testes realizados de funções com avaliação do sistema eletrônico programado, foram feitas adequações necessárias no sistema CONTAV com prescrição de ângulos determinados em relação ao tempo e frequência, a fim de atender os objetivos propostos de realizar prescrições e acompanhamento adequados dos movimentos variáveis na CR, favorecer o autogerenciamento, qualidade do serviço e melhorias em saúde para os usuários de CR.

Figura 34 - Esquema de funções do CONTAV na CR com tecnologia nuvem para o sistema de telerreabilitação



- **Paciente: precisa lembrar de realizar mudanças de posicionamento**
 - CONTAV faz automaticamente a partir da prescrição e função automática
- **Paciente: dificuldade de realizar os ângulos e tempos prescritos**
 - CONTAV sabe ângulo e duração – realiza a partir de uma configuração pelo terapeuta
- **Paciente: dificuldade de feedback com registro de execução**
 - CONTAV – possibilidade de registrar e transmitir para um sistema IoT

5.1.2 MOVITA: Um projeto em telerreabilitação baseada em IoT para a comunidade de usuários de CR: foco no desenvolvimento de software em parceria com o sistema CONTAV.

A comunicação entre um terapeuta e o seu paciente, usuário de CR, é uma potencialidade no acompanhamento e monitoramento terapêutico.

O acesso a informações, seja através de avaliações, observações, conversas em retornos terapêuticos, fornece acesso a dados que podem melhorar as prescrições, orientações e tratamentos por parte dos terapeutas. Também, pode ajudar o usuário de CR a promover a sua própria saúde e qualidade de vida com um auto gerenciamento das atividades/prescrições mais adequado e seguro.

Facilitar o desenvolvimento de soluções na área de TA, mais especificamente, as relacionadas ao monitoramento e acompanhamento de um usuário de CR, é um processo complexo que abrange metodologias de ensino e aplicabilidade dentro da interdisciplinaridade.

Por isso, a união entre o projeto MOVITA e o CONTAV oferecem uma visão ímpar de desenvolvimento de uma solução tecnológica, promovendo

intersetorialidade de saberes específicos, que são vistos indissociavelmente na solução desenvolvida.

Software gratuito e *open hardware* têm sido uma saída de acesso para preencher a lacuna em áreas onde o custo financeiro é visto como um problema, democratizando o processo de inovação. O CITI possui pesquisas no desenvolvimento *open hardware* e *software* para CR motorizadas, a fim de contribuir para pesquisas com desenvolvimento nessa área e estimular a indústria brasileira a implementar TA acessível.

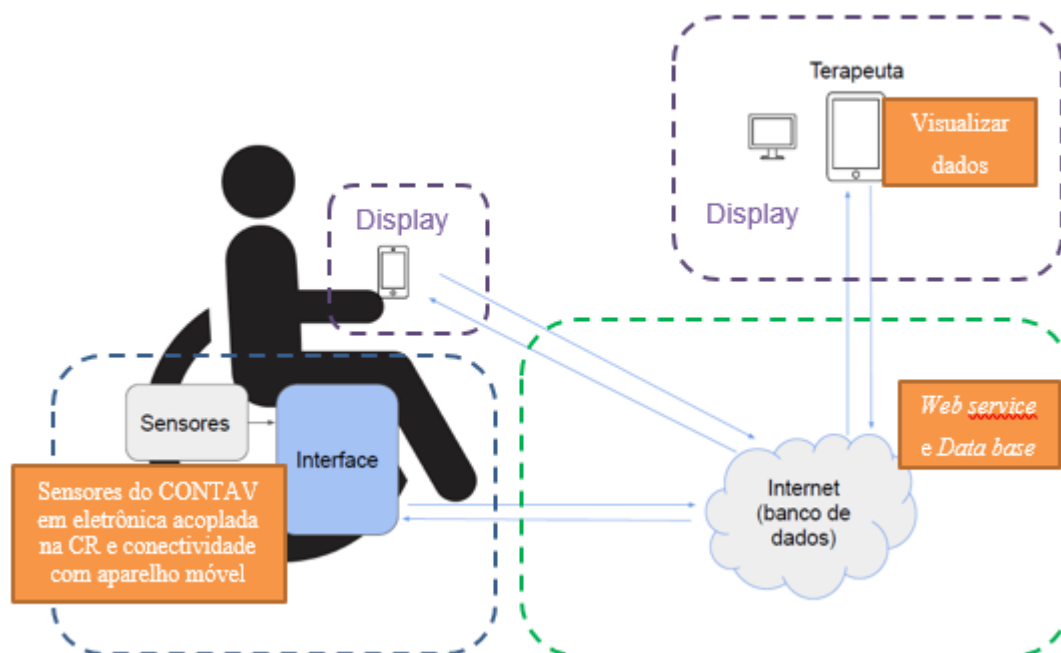
Neste contexto, foi realizado o desenvolvimento de uma plataforma de monitoramento e acompanhamento remoto, baseado em *IoT*, para CR *open hardware* e *software*, com interface entre usuários de CR (paciente), terapeutas e a própria CR (com sistema motorizado, sensores e sistemas de telemetria).

A criação da plataforma *web* [*Single Page Application (SPA)* e *Progressive Web App (PWA)*], se deu pelo Figma, Inc. (licença: *Figma Terms Of Service*), um *software* com capacidade de edição gráfica de vetores e prototipagem de projetos de *design* baseados principalmente no navegador *web*, com ferramentas offline adicionais de aplicações desktop para GNU/Linux, macOS e Windows.

Na plataforma *web* do sistema, o terapeuta possui acesso às informações de seus pacientes com relatórios dos dados transmitidos pela CR e pelo próprio usuário de CR, permitindo ao terapeuta criar/alterar/deletar prescrições (sendo automatizadas, em casos de CR motorizada, ou não) de tratamentos, diretamente pela plataforma.

O usuário também possui acesso a plataforma, principalmente através de um celular (aparelho telefônico portátil que corresponde a um dispositivo comumente utilizado e popularizado na sociedade brasileira), podendo contar com notificações das prescrições e suas atualizações, independentemente do local/ambiente que o usuário estiver, pode realizar o gerenciamento delas (principalmente as automatizadas), e ter acesso a relatórios de evolução dos tratamentos (Figura 35).

Figura 35 – Esquema do sistema geral com fluxo e em blocos

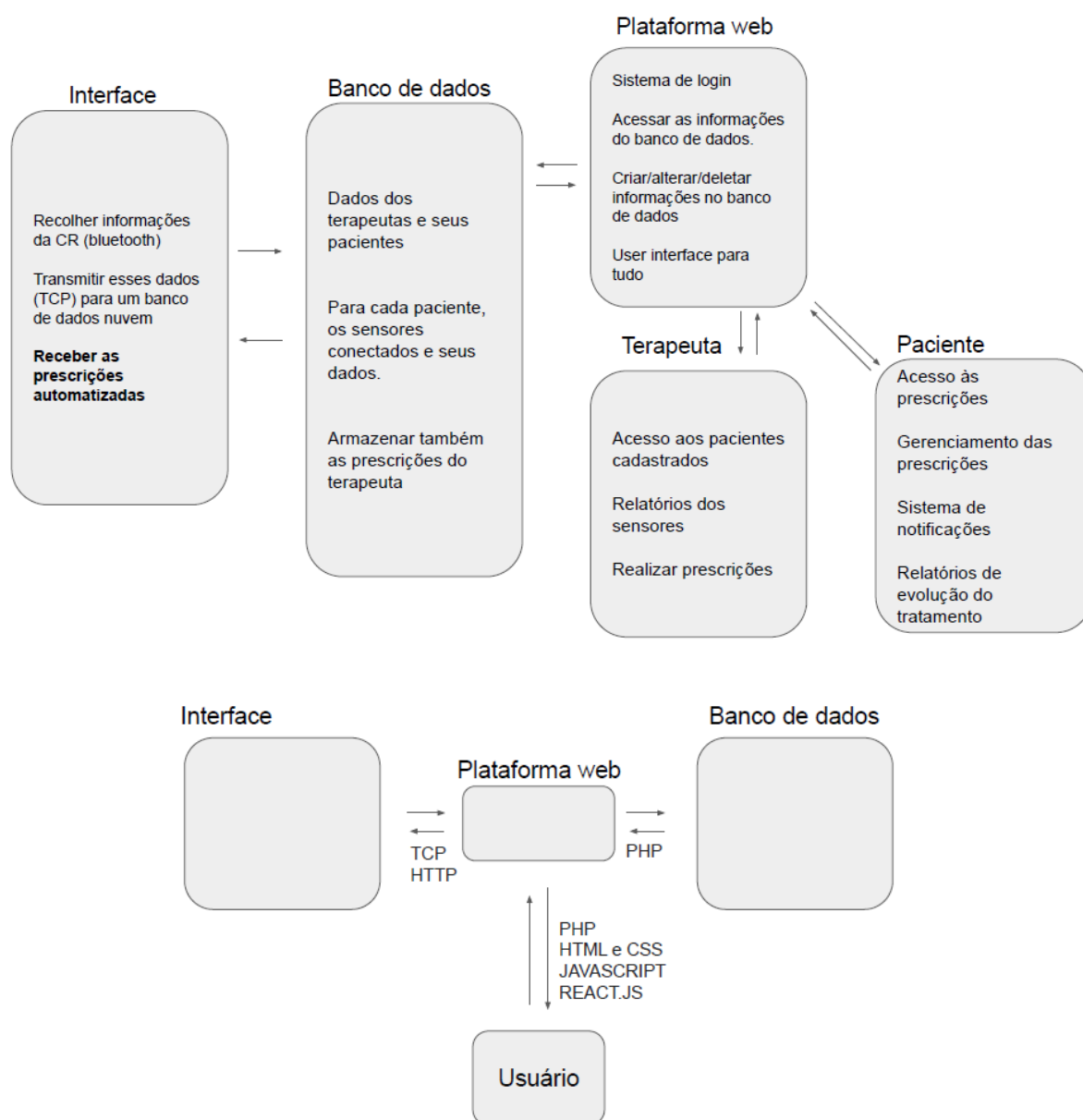


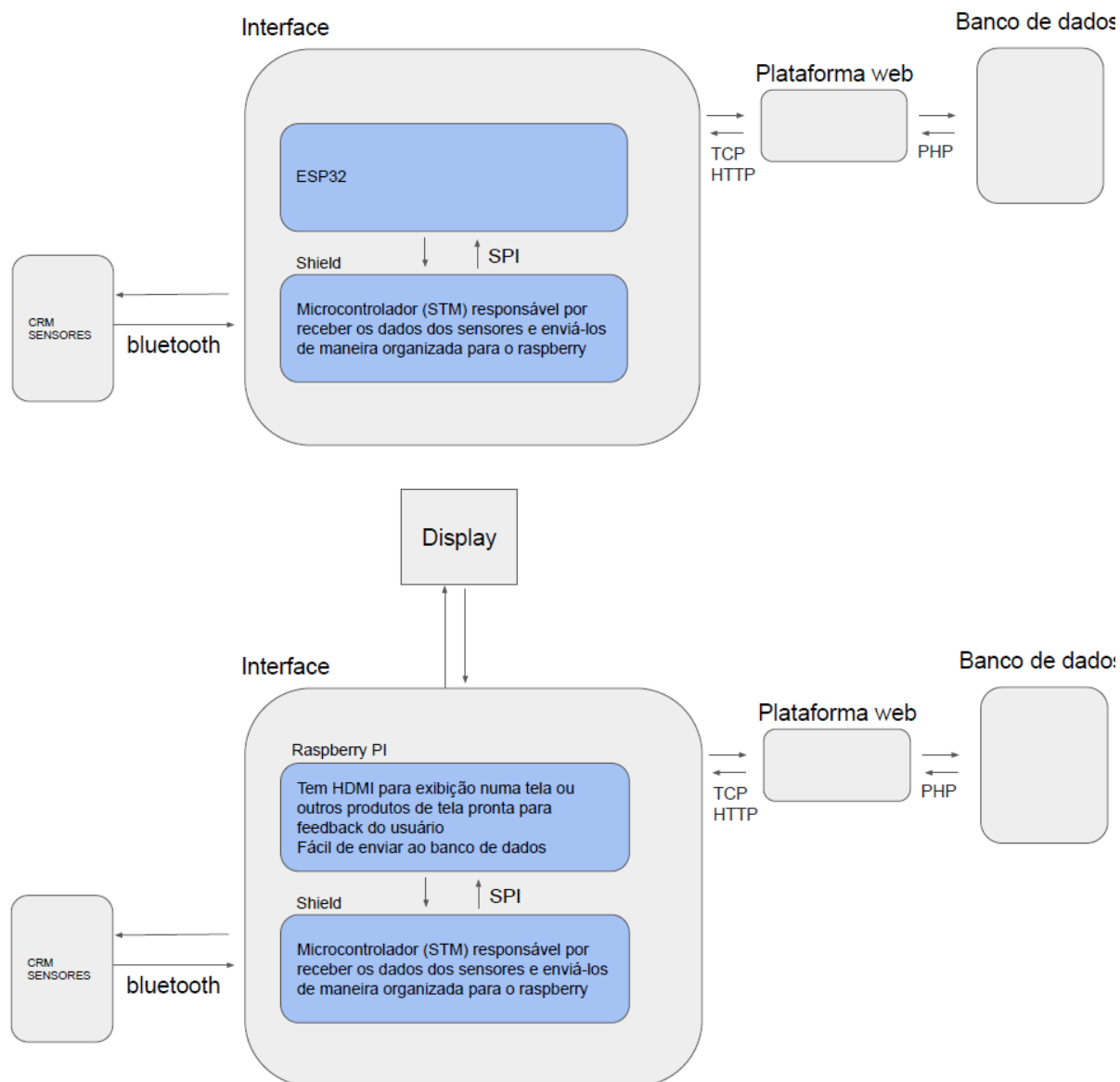
O entendimento e conhecimento do conteúdo de dados do sistema foi o primeiro passo para a construção do *software* (versão 1 do protótipo em papel). Para isso, foi utilizado, além do acesso às respostas dos questionários aplicados (APÊNDICE A e B), um *template* desenvolvido pelo professor André Santana, engenheiro mecânico e colaborador do projeto MOVITA, intitulado “História do usuário”, o qual proporciona, em específico, campos para anotações de características das possíveis funções do sistema de comunicação, juntamente às ações dos usuários, independente de qual será a solução desenvolvida para tal, seguindo uma lógica de dados para a programação.

A partir disso, em termos diretos, o *software* do sistema mencionado acima oferece funcionalidades em interoperabilidade (sistema capaz de operar, funcionar ou atuar com outro) baseados em *IoT*, com coleta e amostra de dados de sensores, envio e recepção de dados para nuvem e comunicação terapeuta-paciente.

Para isso, uma série de fatores foi determinada durante a fase de elaboração do sistema, sendo: o desenvolvimento de uma aplicação web, microcontrolador(es)/SBC para aplicação *IoT*, tecnologia de sistemas de gerenciamento de bases de dados para a aplicação nuvem, plataforma de nuvem para armazenamento de dados, um meio viável para apresentação dos dados em nuvem para os usuários (tanto terapeutas quanto pacientes) (alguns componentes do *software* estão descritos nos esquemas abaixo – Figura 36).

Figura 36 - Componentes do *software* do sistema





5.2 Aproximação com pesquisas internacionais

5.2.1 Um estudo para “retomar o fôlego”

Após a qualificação do doutorado em 2019, na fase contínua de atualização de materiais para estudo, me deparei com um artigo original dos autores Campeau-Vallerand et al intitulado: “*Development of a Web-Based Monitoring System for Power*”

Tilt-in-Space Wheelchairs: Formative Evaluation", publicado na revista *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, no mesmo ano.

Em geral, em pesquisas nesta área são encontradas publicações sobre o uso indevido da CR, presença de desequilíbrio postural e pontos de pressão (agravamentos para lesões por pressão); dificuldade em monitorar o desempenho das mudanças de posicionamento prescritas com ângulos e tempos adequados, e; dificuldade em registrar a execução correta com as diretrizes para alívio de pressão (GRADIM et al, 2018).

Ademais, existe uma lacuna no monitoramento remoto em reabilitação para o posicionamento postural dinâmico para mudanças de inclinação e reclinio na CR, considerando as atividades de vida diária (AVDs) e o desempenho ocupacional. Destarte, são necessários os investimentos em abordagens de monitoramento domiciliar apoiadas por assistência e realimentação contínuos.

O estudo de Campeau-Vallerand vai em direção à essa mesma ideia, ao propor um desenvolvimento e avaliação formativa de um sistema eletrônico para CR, que consiste em oferecer uma possibilidade de posições dinâmicas em CR motorizada, com posicionamentos prescritos pelo terapeuta, execução automática ou execução da prescrição pelo usuário e monitoramento desses movimentos pelo terapeuta à distância, sem prejudicar o desempenho ocupacional.

O estudo, realizado no Canadá, também contou com um trabalho de equipe interdisciplinar composta por usuários de CR, engenheiros, médicos, terapeuta ocupacional, e profissionais de saúde e das exatas, a fim de oferecer uma tecnologia aplicável, de usabilidade efetiva.

A abordagem centrada no usuário foi vista no estudo considerando todas as quatro partes do Modelo HAAT (que envolve: pessoa, atividade, tecnologia assistiva e contexto) (COOK; POLGAR, 2015, p.89). Tal abordagem é uma maneira eficaz de reduzir o abandono ou a usabilidade incorreta de uma TA.

A relação abordada no estudo de Campeau-Vallerand, e também abordada nesta pesquisa, entre um sistema de assento de CR e as funções ocupacionais é que, por ser configurável pelo terapeuta e levar em consideração o perfil ocupacional do usuário e a tecnologia - CR -, o sistema pode auxiliar nas mudanças posturais (ângulos de inclinação e reclinção) sem interferir no desempenho ocupacional, uma vez que será gerenciado pelo próprio usuário, com orientação do profissional.

Portanto, esse estudo apresentou uma avaliação inicial do sistema, e ressaltou o benefício tanto para o profissional de saúde para acompanhamento terapêutico quanto para o usuário de CR para o autogerenciamento das posições com segurança da prescrição adequada. Também, assinalou o direcionamento para mais pesquisas nesta área específica.

Devido à grande proximidade de ações nas pesquisas, nós, pesquisadores do CITI/USP entramos em contato em 2020 com os pesquisadores do “*Center for Interdisciplinary Research in Rehabilitation and Social Integration, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale, Quebec City, QC, Canada*” (traduzido do inglês para: Centro de Pesquisa Interdisciplinar em Reabilitação e Integração Social, e do francês para: Centro Universitário Integrado de Saúde e Serviços Sociais da Capital-National, Quebec, Canadá, para falarmos sobre as pesquisas. Foi uma troca enriquecedora e colaborativa para ambos os lados, mas, devido ao cenário de pandemia pelo COVID-19, não foi dada continuidade para visitas nos laboratórios e possíveis parcerias neste momento.

6 PROJETO CONCEITUAL, DETALHADO E AVALIAÇÃO FORMATIVA DO SISTEMA

Para o desenvolvimento do projeto conceitual do sistema em questão, foram levadas em consideração três diferentes vertentes para a arquitetura geral com propósitos de realimentação, sendo elas: 1) terapeuta (profissional de saúde); 2) paciente/cliente (usuário de CR), e; 3) sistema de *IoT*. Tais vertentes foram estudadas a partir de pesquisas já aplicadas com uso de tecnologias *IoT*, experiência dos pesquisadores deste estudo na área e importância destas para qualidade do funcionamento e uso de um sistema eletrônico em saúde (RAHMAN, HOSSAIN, 2018; CAMEPAU-VALLERAND, 2019; GRADIM, et al. 2020).

O sistema eletrônico baseado em tecnologia embarcada – *IoT* – está inserido no CONTAV da CR, que possui uma quantidade alta de *hardware*, como *joystick*, teclado, celular, *tablet*, *mouse* e entre outros dispositivos de entrada que possam atuar no controle da CR motorizada, possibilitando o acesso de controle da CR por vários dispositivos, o que destaca a viabilidade do desenvolvimento de tecnologias de baixo custo.

A partir da pesquisa realizada pelos autores Archanjo José e Lopes (2015), o CONTAV já possui um aplicativo de celular simplificado para controle da CR (*Open Power Wheelchair Electronics* disponível em: <https://git.febrace.org.br/nate/openpwe>), bem como *inputs* para diferentes dispositivos para controle da CR e suas funções. Ter a opção de controle autônomo não exclui o controle manual da CR pelo usuário, já que a CR funciona normalmente, independentemente do sistema CONTAV. Ou seja, o usuário tem a autonomia de poder optar por acionar o sistema ou não.

Para isso, foi realizada a programação via *web* com tecnologia nuvem e possibilidade de comandos para que o terapeuta possa prescrever as orientações necessárias para mudança de posicionamento, juntamente com coleta de dados, armazenamento e envio de dados, de acordo com o proposto.

A arquitetura do sistema desenvolvido visa uma solução tecnológica com uma central embarcada em uma CR (CONTAV) *open hardware*. Trata-se de um sistema inteligente, composto por uma camada de sensores responsáveis por fazer a aquisição contínua de dados do paciente. Possui tecnologia *bluetooth* para coleta de

dados mesmo sem necessidade de conexão *internet*. Essa camada de sensores está diretamente conectada a unidade central do sistema, composta por um computador embarcado de alta performance capaz de fazer o processamento dos dados adquiridos do paciente, tomar decisões de baixo risco a respeito do tratamento, organizar os dados e enviá-los para a rede.

Além disso, o sistema possui uma interface interativa para os usuários, para estabelecer uma comunicação intuitiva e facilitada entre o profissional de saúde e o paciente. Por fim, esse sistema geral funciona via conexão com a *internet* e tecnologia nuvem para disponibilizar os dados do tratamento em uma base de dados com back-up, que os profissionais da saúde possam acessar, acompanhar o tratamento e realizar realimentações aos pacientes.

6.1 Diagrama de Casos de Uso

Os usuários do sistema são terapeutas (profissionais de saúde) e pacientes usuários de CR (causa congênita ou adquirida) que precisam realizar um acompanhamento em serviços de reabilitação, principalmente para prevenção de lesões por pressão e agravos à postura. O diagrama de casos de uso ilustrado na Figura 37 mostra os usuários do sistema e suas respectivas tarefas.

Tanto os terapeutas quanto os pacientes possuem um login para acesso e podem interagir com o sistema, de acordo com as funções destinadas a cada perfil. As tarefas contemplam: atividades terapêuticas para estimulação motora de mudanças de posicionamentos na CR e adequação postural, prescrição de posicionamentos da CR, possibilidade de indicação de jogos (gameterapia na reabilitação) que possam ajudar na adesão ao tratamento e troca de mensagens entre os usuários com envio de dados (textos, imagens, vídeos, áudios e documentos). Todas essas tarefas (exceto a última) podem ser previamente planejadas pelo profissional de saúde para uso presencial (em ambiente terapêutico) ou à distância (em ambiente domiciliar).

Ainda, o sistema possui uma tela de orientações ao profissional de saúde quanto às especificações para prescrição de posicionamentos variáveis na CR relacionadas a ângulos, duração, frequência, ordem dos atuadores na CR, baseados

em estudos científicos publicados e documentos/diretrizes de referência nesse assunto.

O planejamento das tarefas no sistema inclui a experiência de prática do profissional (expertise profissional), avaliação realizada do paciente e objetivos terapêuticos, para que as tarefas sejam adequadas ao que o terapeuta quer alcançar. Portanto, cada paciente poderá ter uma prescrição individualizada e diferente entre pacientes.

Foram listados os casos de uso envolvidos em cada parte do *software* e, em seguida, apresentado diagrama de Casos de Uso (Figura 37):

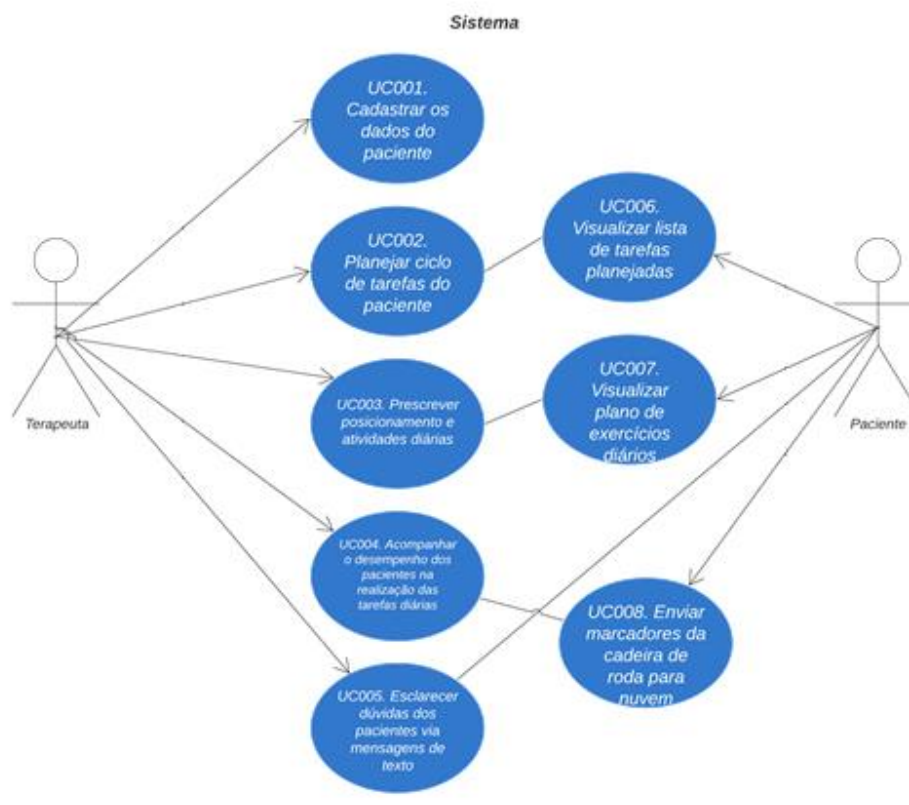
Usuário 1 – profissional de saúde: terapeuta ocupacional

- Cadastrar e armazenar dados informativos dos pacientes – registros e indicadores para terapia;
- Planejar tarefas com acesso remoto;
- Prescrever variados posicionamentos em CR, para que o paciente realize no dia a dia;
- Acompanhar o desempenho do paciente quanto às realizações das tarefas terapêuticas;
- Comunicar-se com o paciente para auxílio a dúvidas direcionadas às tarefas.

Usuário 2 – usuário de CR em período de reabilitação

- Procurar informações sobre os cuidados com a saúde e postura durante o uso de CR e em reabilitação;
- Descobrir quais são as tarefas em CR para execução no dia a dia;
- Acompanhar o seu desempenho diário de mudanças de posicionamentos na CR;
- Perguntar ao terapeuta sobre dúvidas das tarefas.

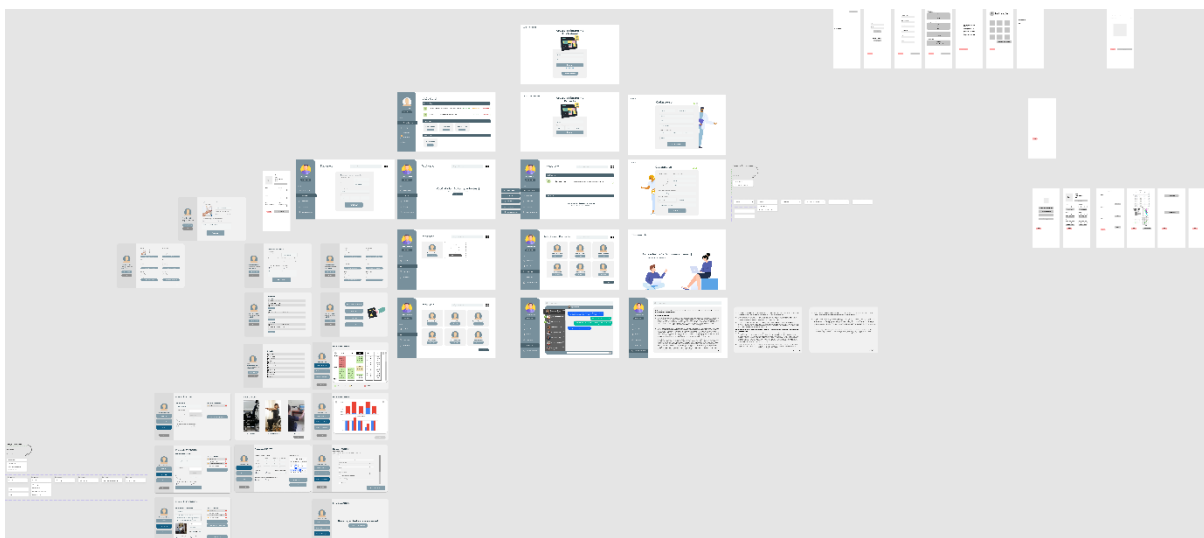
Figura 37 - Diagrama de Casos de Uso



6.2 Desenvolvimento e versão final do protótipo

Foram realizadas 3 versões de protótipos: 1. Em papel, 2, Programação usando o Figma com modificações da primeira versão – para apresentação de usabilidade do sistema (Figura 38 com imagens ilustrativas que não correspondem ao seu tamanho original); e, 3. Apresentação pós modificações com teste geral de todos os recursos e funções para avaliação formativa.

Figura 38 - Documento exportado do desenvolvimento da interface web – versão 2 prototipações via Figma, Inc.



A interface do sistema apresentou uma proposta de ser funcional, intuitiva, enxuta nas informações, contendo apenas o necessário e poucas ilustrações que vão de encontro ao conteúdo da tela associada. As telas iniciais de login do sistema para visualização da proposta de interface estão apresentadas nas Figuras 39 e 40 (apresentação do acesso via *notebook* para facilitar a visualização dos dados da interface).

Após a primeira avaliação formativa do sistema com aplicação das escalas *SUS* e *ASQ*, ocorreram mudanças expressivas em 3 telas no protótipo. A versão 2 apresentada anteriormente à avaliação e a versão 3 constando as alterações estão apresentadas nas Figuras 41, 42 e 43.

Figura 39 - Tela inicial de login do paciente para visualização da proposta de interface

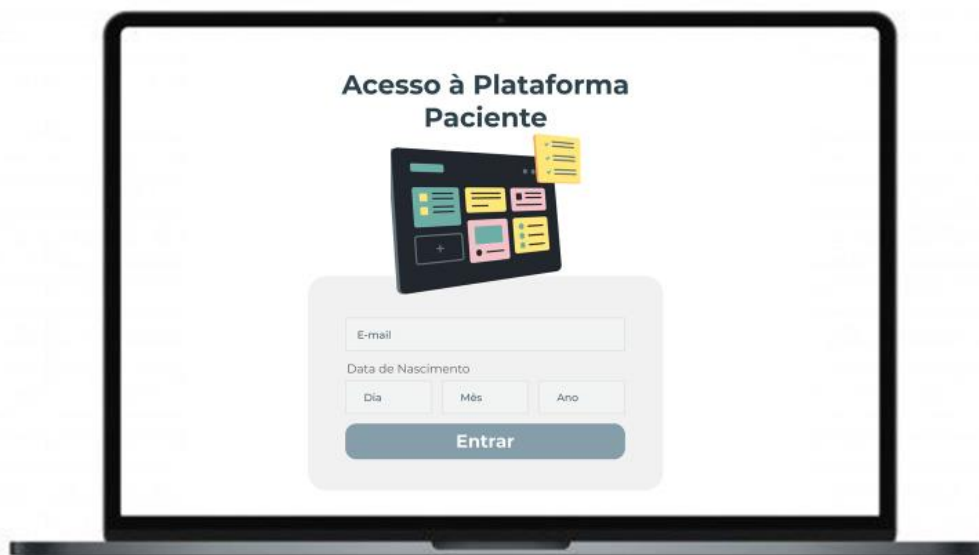


Figura 40 - Tela inicial de login do profissional para visualização da proposta de interface

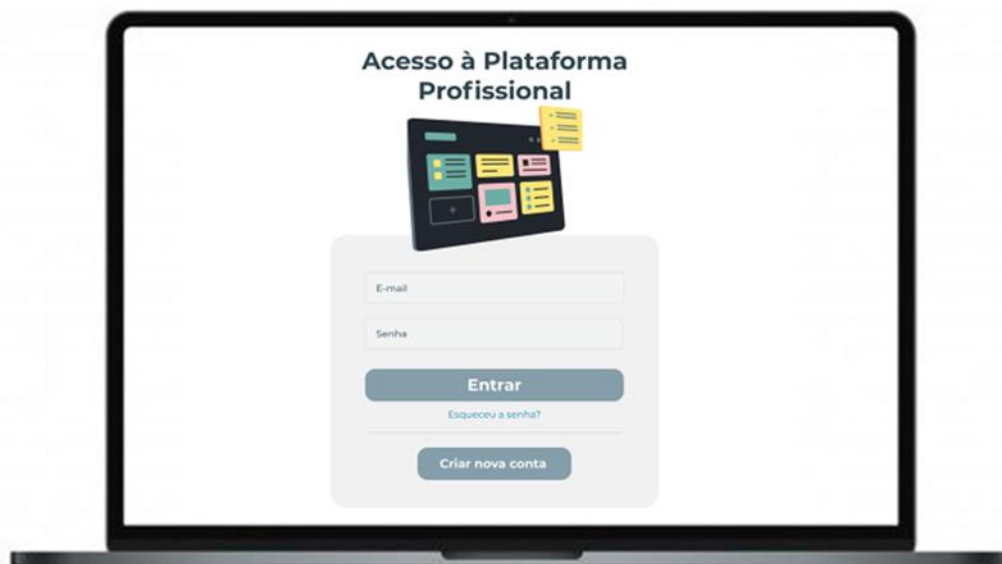


Figura 41 - Adição de legenda para auxílio à leitura dos dados

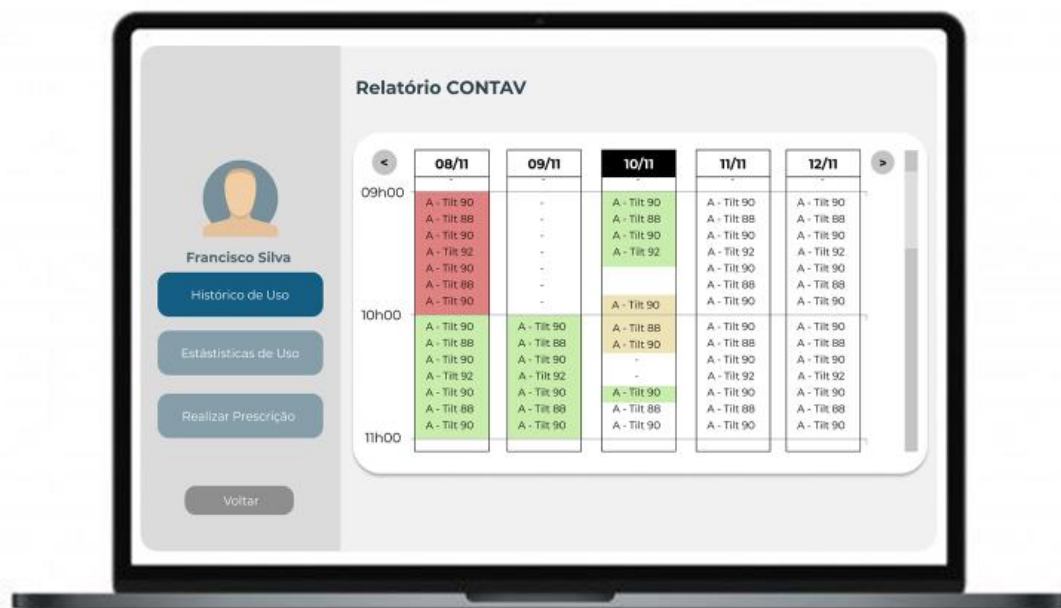
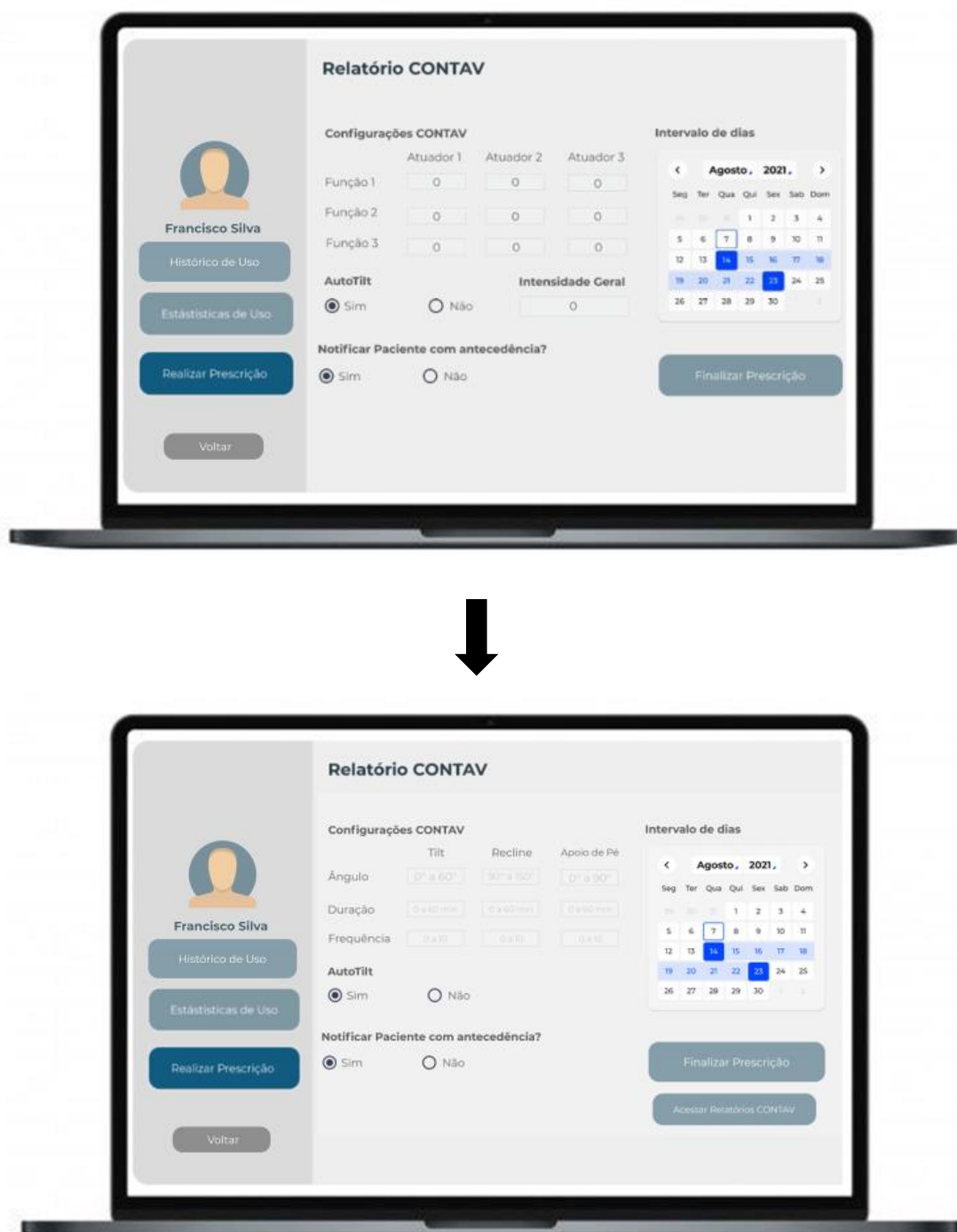


Figura 42 - Alterações na parte de realizar a prescrição

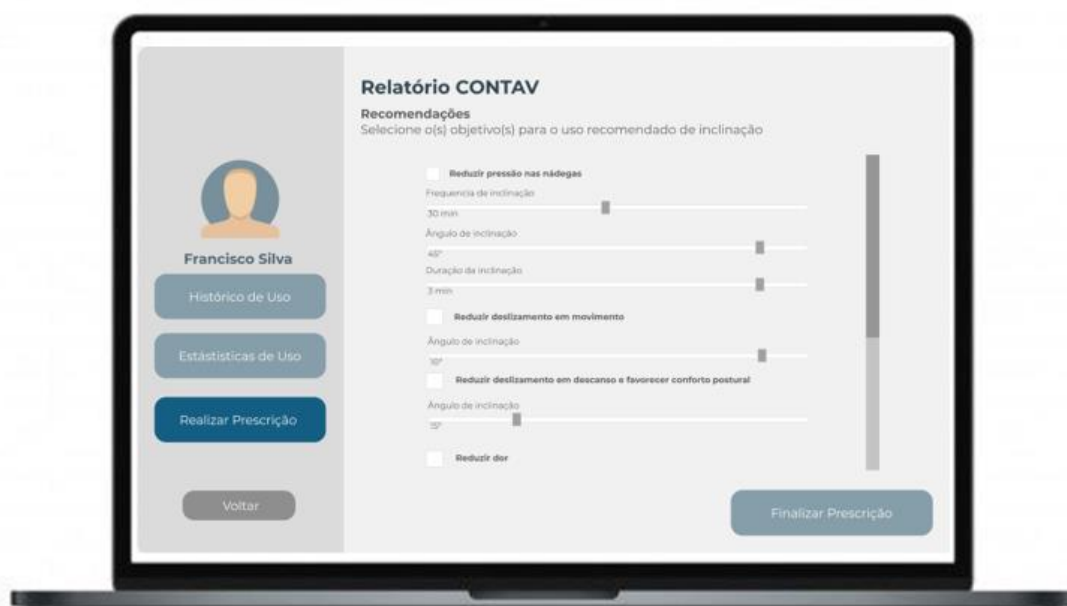


Nessa tela para a realização da prescrição, alteramos os campos “Atuador 1” para “Tilt”, “Atuador 2” para “Recline” e “Atuador 3” para “Apoio de pé”, bem como os campos: “Função 1” para “Ângulo”, “Função 2” para “Duração” e “Função 3” para “Frequência”, oferecendo as opções de preenchimento de valores mínimo e máximo

nos campos. Também foi adicionado o botão de função “Acessar relatórios CONTAV” para acesso rápido à página de relatórios.

E, ainda adicionamos uma nova tela nesta parte de realizar a prescrição, para o profissional de saúde poder adicionar os objetivos para cada prescrição realizada.

Figura 43 - Tela adicionada na parte de realizar prescrição após avaliação formativa



6.3 Avaliação formativa de usabilidade do sistema

Para a avaliação formativa, foi gravado um vídeo de apresentação do sistema com demonstração do uso do *hardware* e do *software*, com trechos retirados do texto desta pesquisa para explicação da mesma. Abaixo segue o texto utilizado na gravação do vídeo (com trechos já apresentados aqui no texto anteriormente) e, na gravação do vídeo foi feita a explicação de funções do sistema para avaliação formativa. Além desse texto, também foram apresentadas outras informações referentes ao sistema, relacionadas às partes técnicas e de desenvolvimento.

O vídeo produzido para apresentação da segunda versão do protótipo pelo Figma, para vista ao conteúdo, interface e funções, pode ser visto acessando esse link:

<https://drive.google.com/drive/folders/1k77jldDTJlhdL0Bs8uYhO5lxbwzxbRBn?usp=sharing>

“Este estudo contou com um trabalho de uma equipe interdisciplinar composta por usuários de CR, engenheiros, terapeutas ocupacionais, e outras disciplinas das exatas, a fim de oferecer uma solução tecnológica aplicável, de usabilidade efetiva.

*Foi utilizada a abordagem centrada no usuário para o desenvolvimento desse sistema e considerou as quatro partes do Modelo HAAT, que envolve: pessoa, atividade, tecnologia assistiva e contexto. O estudo partiu do pressuposto que o uso eficiente de um sistema de tecnologia para monitoramento remoto pode tornar o cuidado em saúde mais produtivo e ajudar na condução do plano terapêutico, além de, concomitantemente, possibilitar o auto gerenciamento dos pacientes com relação à sua própria saúde, com um acompanhamento e uso adequado de um sistema indicado. Neste contexto, foi realizado o desenvolvimento de uma plataforma de monitoramento e acompanhamento remoto, baseado em IoT, para CR open hardware e software, com interface entre usuários de CR (paciente), terapeutas (profissionais de saúde) e a própria CR (com sistema motorizado, sensores e sistemas de telemetria) que vocês irão conhecer neste vídeo de 16 minutos de duração. Os usuários do sistema são terapeutas (profissionais de saúde) e pacientes usuários de CR que precisam realizar um acompanhamento em serviços de reabilitação, principalmente para prevenção de lesões por pressão e agravos à postura. Agora que você conhece o sistema, **gostaria que você refletisse sobre: o conteúdo que ele apresenta, as informações terapêuticas necessárias para o contexto de aplicação, as funções de uso do sistema pelos usuários, o design visual da interface e realize a avaliação respondendo aos dois questionários disponíveis na pasta do drive. Se quiser, também pode deixar a sua avaliação subjetiva geral do sistema. Muito obrigada!**”*

O teste realizado durante a sessão 1 (V1) com n=5 profissionais de saúde, apresentou o dispositivo geral com recursos de funções, a partir do vídeo gravado

pela autora usando o protótipo. A sessão 2 (V2) incluiu quaisquer novas modificações no sistema.

Após a conclusão de cada sessão de teste, foi administrada uma medida confiável e válida de satisfação, o ASQ, um questionário de três itens para avaliação da satisfação do usuário com a usabilidade do sistema. Os itens, conforme descritos anteriormente na metodologia, foram: facilidade de conclusão da tarefa, tempo de execução da tarefa e adequação das informações de suporte (ajuda online, mensagens), em uma escala de sete pontos (pontuações mais baixas = maior satisfação). Uma pontuação geral do ASQ foi obtida pela média das pontuações dos três itens. As pontuações médias do ASQ (apresentadas na Tabela 1) diminuíram entre a sessão 1 ($1,13 \pm 0,35$) e 2 ($1,07 \pm 0,26$), demonstrando o aumento da satisfação do usuário com o sistema nesse período de pesquisa.

Tabela 1 - Pontuações médias de ASQ após cada sessão de teste (n = 5)

Variável	V1		V2	
	Média	DP	Média	DP
1. Facilidade de conclusão da tarefa	1	0	1	0
2. Tempo de execução da tarefa	1	0	1	0
3. Adequação das informações de suporte (ajuda online, mensagens)	1,40	0,55	1,20	0,45
TOTAL	1,13	0,35	1,07	0,26

Também, foi aplicada a escala *SUS* após cada teste realizado, para medidas de avaliação de usabilidade e aprendizagem, consistindo em 10 perguntas separadas por dois conjuntos de dados independentes, ao saber: usabilidade (8 itens) e aprendizagem (2 itens), em uma escala de cinco pontos.

O score da escala *SUS* varia de 0 a 100 e é calculado, segundo a equação 1, a partir da multiplicação da soma dos escores relativos às perguntas pares e ímpares, resultando em um único valor representante para usabilidade geral do sistema. Esse valor único é obtido da seguinte maneira: para as perguntas ímpares (1, 3, 5, 7 e 9), subtrai-se 1 da pontuação que os usuários responderam, e; para as perguntas pares (2, 4, 6, 8 e 10), o valor da resposta é subtraído de 5. Ou seja, se o valor da resposta dada para uma pergunta par foi 3, é contabilizado 2 ($=5-3$). Após isso, é somado todos os valores das dez perguntas e multiplicado por 2.5 para chegar à pontuação final.

$$\text{Pontuação por avaliador} = [(P_1 - 1) + (5 - P_2) + \dots + (P_9 - 1) + (5 - P_{10})] * 2,5$$

Sendo:

P_i a pontuação obtida em cada uma das perguntas, com i variando de 1 a 10.

O resultado total obtidos da escala *SUS* de cada avaliador nas sessões 1 (V1) e 2 (V2) está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Pontuação total da escala *SUS* de cada avaliador

	V1	V2
	Score	Score
Avaliador 1	90	92,5
Avaliador 2	90	92,5
Avaliador 3	92,5	92,5
Avaliador 4	85	87,5
Avaliador 5	85	90

Mesmo apresentando bons resultados para usabilidade e satisfação, a equipe discutiu todos os resultados obtidos em cada sessão, bem como os comentários dos avaliadores em avaliações subjetivas e, por consenso, tomou decisões sobre modificações no sistema. Usando esse processo de forma iterativa, o *design* e as funções foram aprimorados para atender os requisitos dos usuários.

Duas das cinco profissionais que participaram da avaliação, nos comentários da avaliação subjetiva da versão 2 do sistema, destacaram características funcionais e de interface positivas relacionadas ao desenvolvimento centrado no usuário, sendo:

A1: “Pela apresentação a aparência é atraente e as funções escolhidas bem pertinentes!”

A2: “Para a prática clínica este sistema seria muito válido, estão com as funções adequadas e de fácil acesso aos usuários e terapeutas.”

Tais declarações reafirmam a qualidade do investimento em metodologias de desenvolvimento de artefatos centradas no usuário, favorecendo a usabilidade e adesão dos usuários para com o sistema.

7 DISCUSSÃO

Este estudo partiu do pressuposto visto em documentos públicos de saúde do Brasil que o uso eficiente de um sistema de tecnologia para monitoramento remoto pode tornar o cuidado em saúde mais produtivo e ajudar na condução do plano terapêutico, além de, concomitantemente, possibilitar o auto gerenciamento dos pacientes com relação à sua própria saúde, com um acompanhamento e uso adequado de um sistema indicado (OMS, 2012; BRASIL, 2012).

Nos serviços de dispensação de CR do SUS, em programas de reabilitação públicos e privados, seguem-se as medidas de prevenção de agravos à saúde, como as lesões por pressão e mudanças de posicionamentos em CR, práticas existentes preconizadas nos documentos direcionados para PcD e usuários de CR. Com isso, a parceria entre as teorias para a prática e a implementação de um sistema eletrônico para telerreabilitação com foco em atender os objetivos preconizados nesses documentos, são ações efetivas de pesquisa relevantes para a saúde.

A presença de lesões por pressão e de problemas posturais devido ao uso de CR, vistos nos resultados deste trabalho como presentes na vida da maioria dos usuários de CR, é uma situação grave para o panorama de saúde do país. Esses indicadores de saúde são parte de políticas públicas e básicas de saúde no atendimento à comunidade, no entanto, as condições de lesões por pressão podem levar a complicações graves em saúde, quadros de internação, cirúrgicos, dispendendo altos gastos econômicos para os serviços de saúde. Também, as contraturas e deformidades posturais são agravamentos em estruturas e função corporal, afetando, além da saúde e qualidade de vida dos usuários de CR, a funcionalidade e independência destas pessoas.

Além disso, o problema de práticas divergentes dos profissionais visto nos resultados desta pesquisa, corroboram com a literatura encontrada sobre a complexidade das recomendações de uso após aquisição de uma CR (CAMPEAU-VALLERAND et al, 2019). Tais divergências de atuação nos serviços de reabilitação e a dificuldade de seguimento de uma prescrição de mudanças posturais na CR pelo usuário com confirmação (indicadores, medidas) de realização adequada de angulações indicadas, influenciam diretamente na qualidade dos serviços em saúde

do Brasil (FU, JONES, JAN, 2014; SHANKAR, MORTENSON E WALLACE, 2015; RAHMAN, HOSSAIN, 2018).

Quando pesquisas como esta mostram que ainda existem os problemas básicos e graves em saúde e nos serviços dispensados à comunidade, ressalta-se a importância de ações na área, confirmando a necessidade de medidas que favoreçam o plano de cuidado de acompanhamento e monitoramento dos indicadores em reabilitação (WHO, 2012), além de capacitações para profissionais e serviços de saúde. A utilização de indicadores de saúde com monitoramento adequado permite a padronização, o embasamento para tomada de decisões baseadas em evidências durante o desenvolvimento da solução, a programação de ações de saúde.

Dentre as ações necessárias para melhorar o acompanhamento dos serviços de saúde com acesso à informação de dados reais do dia a dia dos pacientes, destaca-se, em programas públicos de saúde, o esforço de padronizar as informações e os indicadores relacionados à AD, organizar o registro e a análise de informações dentro do campo de atuação prático, além da adequação de sistemas de informação para a AD (BRASIL, 2012; BRASIL, 2016).

Os resultados dos testes realizados no sistema desenvolvido, indicam que o sistema possui aplicação na prática clínica por estar baseado em diretrizes e protocolos internacionalmente fundamentados, com coleta de dados informativos e indicadores para saúde, possibilitando acompanhamento de pacientes em reabilitação e também realimentação remota pelos pacientes. Os resultados também apontam para a viabilidade de replicação do protótipo, desenvolvido neste projeto de pesquisa, para, a médio prazo, aplicá-lo para validar os resultados no contexto de um ensaio clínico randomizado acompanhado de testes de usabilidade.

Considera-se, ainda, de maneira ímpar, a condução dos passos metodológicos e base científica utilizados nesta pesquisa como essenciais para o desenvolvimento do sistema, destacando-se o emprego da abordagem de projeto centrado no usuário (UCD), com foco inicial e final no usuário para resultado satisfatório de usabilidade da solução, sendo esse um passo primordial para a continuidade do trabalho com elaboração, desenvolvimento, implementação e testes com a participação da comunidade real. Nessa abordagem, desde o levantamento de dados, via questionários para acolhimento de demandas e requisitos, até a avaliação formativa com os usuários-alvo do sistema, cada passo dado com o usuário é determinante para identificar as funções necessárias no sistema. A UCD também foi útil para a criação

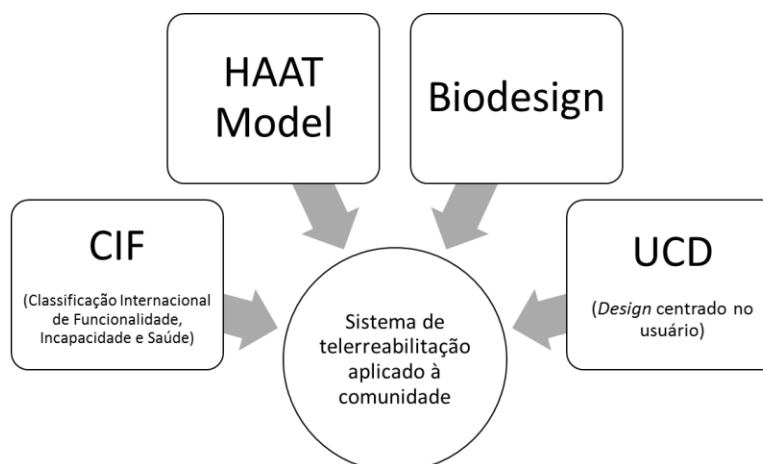
do *software* e adequação de todo o sistema visando atender os usuários de CR e auxiliar os profissionais de saúde. Ressalta-se que este foi um passo de destaque nesta pesquisa, alcançando o objetivo de identificar as reais demandas de usuários de CR e dos profissionais de saúde, dentro da proposta de acompanhamento terapêutico sobre os posicionamentos e monitoramento do plano terapêutico para usuários de CR. Ainda, na parte de engenharia para desenvolvimento de *software*, a UCD, com a realização da coleta dos dados de como os profissionais orientam e acompanham as mudanças posturais no uso de CR na prática terapêutica, também auxiliou para o levantamento de requisitos funcionais e não-funcionais e toda a programação do sistema.

Todos esses passos, levaram a um produto tecnológico assistivo, ou seja, um produto externo (equipamento CONTAV e *software* MOVITA), especialmente produzido com o propósito de prevenir deficiências e condições secundárias de saúde agravadas pelo uso inadequado da CR, além de buscar melhorar a funcionalidade e a independência dos usuários, e assim promover o bem-estar e qualidade de vida destes (OMS, 2017).

Uma solução tecnológica, além de abarcar funções específicas para os objetivos que se propõe alcançar, deve ser sempre pensada em conjunto com os usuários que usufruirão dela para alcance efetivo de produtos de usabilidade e adesão na prática. Na produção de um artefato tecnológico de solução inovadora, prioriza-se o espaço para trocas entre a teoria, os trâmites de uma pesquisa científica, o desenvolvimento tecnológico e a experiência prática dos profissionais. Assim como foi visto no desenvolvimento desta pesquisa, ambos têm fundamental importância no processo de criação para alcance do objetivo final.

Para isso, o uso de referenciais teóricos nesta pesquisa (Figura 44), como a CIF, HAAT Model, o biodesign e a abordagem centrada no usuário (UCD), foram essenciais para atingir o objetivo de construir um sistema eletrônico tecnológico voltado para atender demandas específicas e ter um olhar para a funcionalidade e qualidade de vida dos usuários de CR. Sabe-se que a saúde e a prevenção de agravos e complicações à saúde estão intimamente ligados à qualidade de vida, por serem indicadores primários da atenção básica de saúde (BRASIL, 2012).

Figura 44 - Referenciais teóricos e paradigmáticos utilizados para o desenvolvimento do sistema eletrônico, relacionados a indicadores da qualidade de vida e funcionalidade de usuários de CR



Considerando um diagnóstico específico em saúde, como por exemplo, a tetraplegia, descrita na Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde CID-10: G82.5 Tetraplegia não especificada, a CIF envolve os aspectos sociais de uma deficiência e propõe um mecanismo para estabelecer o impacto do ambiente social e físico sobre a funcionalidade da pessoa. Essas implicações tem um efeito nas práticas de saúde, sobre a legislação e políticas públicas destinadas a melhorar o acesso aos cuidados de saúde (BATTISTELLA e BRITO, 2002). Dentre os objetivos da CIF, se adequam a este cenário de pesquisa o uso desta como uma maneira de “estabelecer uma linguagem comum para descrever a saúde e os estados com ela relacionados, para melhorar a comunicação entre os diferentes usuários, tais como profissionais de saúde, investigadores, legisladores de políticas de saúde e a população em geral, incluindo as pessoas com deficiência”.

Também, considera-se que o modelo HAAT envolve a funcionalidade e o desempenho ocupacional em atividades de vida diária pertencentes a um contexto específico, sendo este levantado na pesquisa em questão como o contexto de uso e treino de funções da CR por usuários de CR, profissionais de saúde que atendem os usuários e, indiretamente, os serviços de saúde e os cuidadores. E tanto o *Biodesign* quanto a UCD foram abordagens relacionadas ao foco centrado no usuário, para atender demandas reais e específicas voltadas para usabilidade e eficácia de uma solução tecnológica em saúde.

Dos 16 usuários de CR que participaram da pesquisa, 6 deixaram comentários ao final, sendo 3 deles apenas “*não tenho nada a comentar*” (2 usuários), “*apenas*

agradecer”, e, destacaram-se 3 comentários de usuários de CR, sendo eles:

Usuário 1: “Apenas agradecer pelo estudo sobre a área e a intenção de melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência física”

Usuário 2: “Gostei da pesquisa, vejo que é útil para nós usuários de cadeira de rodas e espero de alguma maneira ter ajudado!”

Usuário 3: “Já assisti vídeos de cadeiras motorizadas sendo movimentadas por aplicativos de movimentos de cabeça em Portugal. Como já uso aplicativos que usam meus movimentos de cabeça a 12 anos faria isto com muita facilidade, mas ainda não tenho à disposição. Preciso que um aplicativo de celular que faça esta conexão com a cadeira e me dê a autonomia que necessito. Sei que o SUS disponibiliza cadeira de rodas motorizadas, mas apenas as pessoas que possuem paraplegia. Sou tetraplégica, mas possuo cognitivo preservado e a tecnologia me traria a liberdade que sonho. Já tentei com amigos conseguir este aplicativo de Portugal, mas não consigo. Quem sabe vocês vão ser o caminho para a minha autonomia. A voz eu já consegui, graças a tecnologia e ao meu esforço. Obrigado.”

Após o desenvolvimento iterativo da solução, foram realizadas avaliações formativas e de usabilidade de cada versão de protótipo do sistema eletrônico, de acordo com os objetivos propostos. A avaliação formativa é um passo precursor importante a nível de usabilidade e interação entre humano-computador para a implementação em larga escala de sistema tecnológico.

Como parte dos resultados, foi desenvolvido e apresentado um protocolo contendo o processo metodológico sistematizado e específico realizado para a produção de um artefato com foco no usuário real de CR (demandas reais), com descrição e elaboração de um conjunto de materiais e ferramentas metodológicas de apoio para aplicação das práticas desenvolvidas na realização desta inovação tecnológica apresentada. Pelo protocolo, é possível visualizar os passos do processo de desenvolvimento do produto assistivo, que abarcou, além de metodologias específicas, um fluxo metodológico de ensino-aprendizagem na área acadêmica ao envolver alunos de graduação e a comunidade real, para buscarem juntos uma solução inovadora. Essa ligação entre pesquisa e ensino promove tanto discussões acerca do ensino superior em instituições quanto para o investimento em produtos tecnológicos com leis para tal no país.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

8.1 Contribuições do trabalho

Nesta pesquisa foi elaborado, desenvolvido e avaliado um sistema eletrônico em telerreabilitação, baseado em *IoT*, integrando sistemas tecnológicos de informação e comunicação e suporte profissional voltados para atender as demandas do usuário de CR e dos profissionais de saúde com relação ao acompanhamento remoto de funcionalidades de posicionamentos da CR programáveis pelos profissionais para seus pacientes, os usuários finais.

O referido sistema foi desenvolvido com características específicas baseadas em demandas reais da comunidade de usuários e profissionais de saúde. A partir disso, priorizaram-se as demandas dos usuários, com funções de posicionamentos em CR programáveis pelo terapeuta, com auxílio na realização de prescrições e monitoramento terapêutico com realimentação dos usuários para o melhor acompanhamento pelos profissionais de saúde.

O sistema eletrônico desenvolvido com ferramentas de apoio à reabilitação destinadas a atender as demandas dos usuários – profissionais de saúde e PcD usuários de CR – permite acesso simultâneo em locais distintos, possui maior efetividade de registro de indicadores para a terapia com acesso de dados fidedignos, oferece suporte estruturado ao profissional de saúde com dados de realimentação, e, conseqüentemente, apoio à decisão de ações terapêuticas com análise dos dados, e possibilidade de suporte ao cuidado integral, também compartilhado com familiares e cuidadores.

Este sistema desenvolvido tem grande aplicabilidade na área da saúde e reabilitação de PcD e usuários de CR, principalmente por considerar como base do desenvolvimento dessa solução inovadora: as leis públicas do país, diretrizes da organização mundial de saúde, experiência prática dos profissionais prestadores de serviços em reabilitação com usuários de CR no Brasil e a demanda real de usuários de CR. Todos esses aspectos estão descritos nos documentos de desenvolvimento de tecnologias como essenciais para tal.

Destaca-se, ainda, a relevância deste sistema não somente para usuários de CR com dificuldade em mobilidade em fase de reabilitação, mas a aplicabilidade

também para pacientes acamados, em leitos hospitalares e Unidades de Terapia Intensiva (UTI), onde existe uma grande demanda para monitoramento do posicionamento dos pacientes para prevenção de lesões por pressão e saúde.

Neste tempo de pandemia pelo COVID-19, houve um boom de internações hospitalares em leitos e UTIs, além dos casos de pacientes que tiveram COVID e ficaram de repouso, acamados em casa por longos períodos de tratamento. Nesse cenário, a grande maioria dos pacientes teve uma ou mais lesões por pressão devido a imobilização do leito e/ou na cama. A mudança de decúbito, por mais que seja um cuidado dos profissionais de saúde pertencente aos protocolos de atuação em níveis terciários, como são os hospitais, ainda existem muitos casos de lesões por pressão após um período de internação e, portanto, uma demanda a ser sanada.

Logo, o sistema, com capacidade para medição, monitoramento e realimentação para os profissionais de saúde, pode auxiliar também nesses casos de internações hospitalares e para pacientes acamados em AD.

Ainda, a elaboração da arquitetura do sistema, baseada em *IoT*, incluiu os componentes necessários para a oferta de monitoramento remoto de posicionamentos de usuários em CR, com definição de metas, lembrete de realização e realimentação (sistema bidirecional usuário – profissional). Esta parte da pesquisa foi desenvolvida juntamente ao processo de revisão publicada no artigo "IoT Services and Applications in Rehabilitation: An Interdisciplinary and Meta-Analysis Review." No periódico **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, em 2020 (GRADIM et al, 2020), sendo um dos resultados já disponível desta pesquisa.

8.2 Limitações e trabalhos futuros

Devido ao término desta pesquisa ter se dado de maneira remota (não presencial) pelo cenário de pandemia pelo COVID-19, não foram realizadas as atividades pertencentes a etapa de estudo de campo desta pesquisa – implementação com a comunidade real.

Desse modo, surge como uma limitação da pesquisa a falta de realização do desenvolvimento desta parte do trabalho (descrição da quarta etapa do desenho da pesquisa) com a realização de um ensaio piloto controlado randomizado e finalização

da avaliação com a aplicação do QUEST 2.0. e PSSUQ. Nesta etapa também será feita a entrega de manual ilustrado do sistema, a oferta do acompanhamento do serviço de ajuda técnica, do uso do sistema completo por usuários (terapeutas ocupacionais e usuários de CR) por 2 semanas, analisando o acesso, uso de botões, realimentação e documentar tudo.

Sendo assim, essa parte final do trabalho surge como trabalhos futuros a serem realizados. Ainda, espera-se realizar uma parceria entre instituições de reabilitação, oficinas de dispensação de CR, profissionais de saúde e com secretaria de saúde para proposta de ações públicas na área com esta pesquisa, a fim de divulgar e expandir na prática a solução desenvolvida.

Posteriormente, espera-se a realização da condução de um ensaio clínico randomizado em grande escala, para garantir rigorosamente o teste de eficácia do sistema para acompanhamento de usuários de CR em fase de reabilitação com promoção de autogerenciamento de saúde e o impacto do sistema na saúde e funcionalidade de usuários de CR a longo prazo, e, possivelmente, encontrar divergências (superiores ou não) quanto aos métodos convencionais de acompanhamento e monitoramento de dados dos pacientes em reabilitação fora dos ambulatórios.

Outro trabalho sugerido para continuidade deste é a submissão de um projeto maior envolvendo não somente as questões em adequação postural e a prevenção de lesões por pressão, mas as diversas demandas existentes na área de PcD e usuários de CR, oferecendo soluções viáveis que atendam as demandas reais e as políticas públicas de saúde. Pois, se está nas leis de um país a disponibilidade de acesso à benefícios em saúde, o cidadão tem todo direito de usufruir.

REFERÊNCIAS

AISSAOUI, R.; KAUFFMANN, C.; DANSEREAU, J.; DE GUISE, J. A. Analysis of pressure distribution at the body-seat interface in able bodied and paraplegic subjects using a deformable active contour algorithm. **Medical Engineering & Physics**, v. 23, n. 6, p. 359–67, 2001. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1350-4533\(01\)00052-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1350-4533(01)00052-2).

ALVES, A. C. de J.; MATSUKURA, T. S. Modelos teóricos para indicação e implementação de tecnologia assistiva. **Cadernos de Terapia Ocupacional**, UFSCar, São Carlos, v. 24, n. 3, ISSN 0104-4931. p. 591-599, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/0104-4931.ctoAO1078>.

AMANN, J; FIORDELLI, M; BRACH, M.; BERTSCHY, S.; SCHEEL-SAILER, A.; RUBINELLI, S. Co-designing a Self-Management App Prototype to Support People with Spinal Cord Injury in the Prevention of Pressure Injuries: Mixed Methods Study. **JMIR Mhealth Uhealth**, v. 8, n. 7, e18018, 2020. DOI: 10.2196/18018.

ANTONELI, M.R.M.C. Prescrição de Cadeira de Rodas. In: TEIXEIRA, E.; SAURON, F. N.; SANTOS, L. S. B.; OLIVEIRA, M. C. Terapia Ocupacional na reabilitação física. São Paulo: Roca, p. 297-311. 2003.

ARCHANJO JOSÉ, M.; LOPES, R. D.; Human–Computer Interface Controlled by the Lip. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 19, n. 1, p. 302 – 308, jan. 2015.

BALAMPANIS, S.; SOTIRIADIS, S.; PETRAKIS, E. G. M. “Internet of Things Architecture for Enhanced Living Environments”. **IEEE Cloud Computing**, v. 3, n. 6, p. 28-34, dec. 2016. DOI: 10.1109/MCC.2016.128.

BATTISTELLA, L. R.; CHRISTINA, M. M. De B. Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF) International Classification of Functioning Disability and Health (ICF). **Acta Fisiátrica**, v. 9, n.2, p. 98-101, 2002. DOI: 10.5935/0104-7795.20020003.

BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. CEDI – Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil. Porto Alegre: 2008.

BISIO, I.; DELFINO, A.; LAVAGETTO, F.; SCIARRONE, A. “Enabling IoT for In-Home Rehabilitation: Accelerometer Signals Classification Methods for Activity and Movement Recognition”. **IEEE Internet of Things Journal**, vol. 4, no. 1, pp. 135–146, Febr, 2017, DOI. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2628938>.

BOBIN, M.; ANASTASSOVA, M.; BOUKALLEL, M.; AMMI, M. “Design and Study of a Smart Cup for Monitoring the Arm and Hand Activity of Stroke Patients”. **IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine**, v. 6, aug 2018. DOI. 10.1109/JTEHM.2018.2853553.

BRADBURN, N. M.; SUDMAN, S.; WANSINK, B. Asking questions: the definitive guide to questionnaire design—for market research, political polls, and social and health questionnaires / **Rev. ed. Jossey-Bass A Wiley Imprint**. 446 pgs, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde Secretaria de Atenção à Saúde Departamento de Atenção Básica Política Nacional de Atenção Básica Ministério da Saúde Secretaria de Atenção à Saúde Departamento de Atenção Básica. **Brasília: Ministério da Saúde**, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Política Nacional de Saúde da Pessoa com Deficiência. Brasília. **Editora do Ministério da Saúde**. Série B. Textos Básicos de Saúde. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas e Departamento de Atenção Especializada. – **Brasília: Ministério da Saúde**, 68 p.:il, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica, Departamento de Atenção Hospitalar e de Urgência. Manual de monitoramento e avaliação: Programa Melhor em Casa / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica, Departamento de Atenção Hospitalar e de Urgência – **Brasília: Ministério da Saúde**, 48 p.: il, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria-Executiva. Área de Economia da Saúde e Desenvolvimento. Avaliação de tecnologias em saúde: ferramentas para a gestão do SUS / **Brasília: Editora do Ministério da Saúde**, 110 p.: il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) ISBN 978-85-334-1588- 1. 2009.

BRASIL. Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com / Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR) / Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD) • VIVER SEM LIMITE – Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência: **SDH-PR/SNPD**, 92 p, 2013.

BROWN, T. **Design Thinking**. Harvard Business Review, 10 pp., jun. 2008.

CAMPEAU-VALLERAND, C.; MICHAUD, F.; ROUTHIER, F.; ARCHAMBAULT, P.; LÉTOURNEAU, D.; GÉLINAS-BRONCARD, D.; AUGER, C. Development of a Web-Based Monitoring System for Power Tilt-in-Space Wheelchairs: Formative Evaluation. **JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies**, v. 6, n. 2, e13560, 2019. DOI: 10.2196/13560.

CHIUCHISAN, I.; GEMAN, O. “An approach of a decision support and home monitoring system for patients with neurological disorders using internet of things concepts”, **WSEAS Transactions on Systems**, v. 13, n. 1, p. 460– 469, 2014. DOI. <https://doi.org/10.1016/j.na.2013.08.010>.

CHRISTOPOULOU, S.C.; KOTSILIERIS, T.; ANAGNOSTOPOULOS, I. “Evidence-based health and clinical informatics: a systematic review on randomized controlled trials,” **Health and Technology**, v. 8, n. 1–2, p. 137– 150, Jan, 2018. DOI. 10.1007/s12553-016-0170-2.

Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. Protocolo Facultativo à Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência: Decreto Legislativo nº 186, de 09 de julho de 2008: Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009: Declaração Universal dos Direitos Humanos. **Vitória: Ministério Público do Trabalho.**124 p, 2014.

COOK, A. M.; HUSSEY, S. M. Assistive Technologies: **Principles and Practice**. St. 2002.

COOK, A. M.; POLGAR, J. M. Assistive Technologies: **Principles and Practice**. 4º ed. Missouri: Elsevier, 2015.

COOPER, R.; LANGE, M. et al. Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America's Position on the Application of Tilt, Recline, and Elevating Legrests for Wheelchairs Literature Update. **Assistive Technology**, v. 27, p.193-198. 2015.

COSTA, C. R.; FERREIRA, F. M. R. M.; BORTOLUS, M. V.; CARVALHO, M. G. R. Dispositivos de tecnologia assistiva: fatores relacionados ao abandono. **Cadernos de Terapia Ocupacional, UFSCar**, São Carlos, v. 23, n. 3, p. 611-624, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/0104-4931.ctoAR0544>.

COUGHLAN, P.; E COUGHLAN, D. International Journal of Operations & Production Management. v. 22, p. 220-240, 2002. DOI:10.1108/01443570210417515

CREPEAU, E. B.; COHN, E. S.; SCHELL, B. A. B. Teoria e Prática em Terapia Ocupacional. In: CREPEAU, E. B.; COHN, E. S.; SCHELL, B. A. B. Willard & Spackman Terapia Ocupacional. 11. ed. São Paulo: **Gen, Guanabara Koogan**, p.434-440, 2011.

DABBS, 2009. User-Centered Design and Interactive Health Technologies for Patients. **Comput Inform Nurs.**, v. 27, n. 3, p. 175-183, may–jun, 2009. DOI: 10.1097/NCN.0b013e31819f7c7c.

DECRETO Nº 7.612, de 17 de novembro de 2011. Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - **Plano Viver sem Limite**.

DEMERS, L.; MONETTE, M.; LAPIERRE Y, ARNOLD DL, WOLFSON C. Reliability, validity, and applicability of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0) for adults with multiple sclerosis. **Disability and Rehabilitation**, v. 24, p. 21-30, 2002.

DEMERS, L.; WEISS-LAMBROU, R.; SKA, B. Item analysis of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST). **Assistive Technology**, v. 12, p. 96-105, 2000.

DEMERS, L.; WEISS-LAMBROU, R.; SKA, B. The Quebec User. Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0): An overview and recent progress. **Technology and Disability**, v.14, p. 101-105, 2002. DOI:10.3233/TAD-2002-14304

DICIANNO, B. E.; MARGARIA, E.; ARVA, J.; LIEBERMAN, J.M.; SCHMELER, M.R.; SOUZA, A. et al. RESNA Position on the Application of *Tilt*, Recline and

Elevating Legrests. **Developed through RESNA's Special Interest Group in Seating and Wheeled Mobility (SIG-09)**. 2009.

DICIANNO, B.; PARMANTO, B.; FAIRMAN A., et al., "Perspectives on the evolution of mobile (mHealth) technologies and application to rehabilitation", **Physical Therapy**, v. 95, p. 397-405, mar, 2015. DOI. 10.2522/ptj.20130534.

DING, D.; COOPER, R. A.; KELLEHER, A. Monitoring seat feature usage among wheelchair users. **Conf. Proc. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.**, p. 4364-7, 2007.

DING, D.; LIU, H. Y.; COOPER, R.; COOPER, R. A.; SMAILAGIC, A.; SIEWIOREK, D. Virtual coach technology for supporting self-care. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v. 21, n. 1, p. 179-194, feb. 2010. DOI: 10.1016/j.pmr.2009.07.012.

DOBKIN, B. H. "A Rehabilitation-Internet-of-Things in the Home to Augment Motor Skills and Exercise Training." **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 31, n. 3, p. 217-227, mar, 2017. DOI. 10.1177/1545968316680490.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; MIGUEL, P. A. C. Uma Análise Distintiva entre o Estudo de Caso, A Pesquisa-Ação e a Design Science Research. *R. bras. Gest. Neg.*, São Paulo, v. 17, n. 56, p. 1116-1133, abr./jun. 2015. DOI:10.7819/rbgn.v17i56.2069.

ENGSTROM, B. Ergonomic Seating: a true challenge. **Posturalis**. Sweden, 2002.

ESTATUTO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA, 2015. LEI Nº 13.146, DE 6 DE JULHO DE 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).

FAROUK, M.; GWENDAL, S.; ADLEN, K. Dissecting Games Engines: the Case of Unity 3D. Conference Paper, 2015. **Conference: ACM/IEEE Netgames: The 14th International Workshop on Network and Systems Support for Games**, At Zagreb, 2015. DOI: 10.1109/NetGames.2015.7382990.

FOY, T.; PERRITT, G.; THIMMAIAH, D.; HEISLER, L.; OFFUTT, J. L.; CANTONI, K.; et al. The SCI Rehab project: treatment time spent in SCI rehabilitation. Occupational therapy treatment time during inpatient spinal cord injury rehabilitation. **J Spinal Cord Medicine**, v. 34, n. 2, p.162-175. 2011. DOI: 10.1179/107902611X12971826988093.

FU, J.; JAN, Y. K.; JONES, M. Development of intelligent model to determine favorable wheelchair tilt and recline angles for people with spinal cord injury. **Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**, p: 2045-8.2011.

FU, J.; JONES, M.; JAN, Y. K. Development of intelligent model for personalized guidance on wheelchair tilt and recline usage for people with spinal cord injury: Methodology and preliminary report. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 51, n. 5, p. 775788. 2014.

GEFEN, A. Tissue changes in patients following spinal cord injury and implications for wheelchair cushions and tissue loading: a literature review. **Ostomy Wound Manage**, v. 60, p. 34–45, 2014.

GEFFEN, V.; REENALDA, J.; VELTINK, P. H.; KOOPMAN, B. F. Effects of sagittal postural adjustments on seat reaction load. **Journal Biomech.**, v. 41, n. 10, p.: 2237-45, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOULD, J. D.; LEWIS, C. Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think. **Communications of the ACM**, v. 28, n. 3, mar, p. 300–311, 1985. DOI: <https://doi.org/10.1145/3166.3170>.

GRADIM, L. C. C. **Efeitos de posicionamentos em “tilt” e “recline” na distribuição da pressão no assento de pessoas com tetraplegia**. 2017. Dissertação (Mestrado em Terapia Ocupacional). Universidade Federal de São Carlos, 2017. 101 pgs. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8906>.

GRADIM, L. C. C., ARCHANJO JOSÉ, M.; DA CRUZ, D. M. C.; LOPES, R. D. "IoT Services and Applications in Rehabilitation: An Interdisciplinary and Meta-Analysis Review." **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 28, n. 9, p. 2043-2052, sept. 2020. DOI: 10.1109/TNSRE.2020.3005616.

GRADIM, L. C. C., et al. Revisão sistemática sobre os posicionamentos de tilt e recline para usuários de cadeira de rodas. **Fisioterapia Brasil**, [S.l.], v. 19, n. 3, p. 417 - 430, jul. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.33233/fb.v19i3.2052>.

HARRIS, F.; SPRIGLE, S. Outcomes measurement of a wheelchair intervention. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, v. 3, n.4, p. 171-180, jul., 2008. DOI: 10.1080/17483100701869784.

HOFF, D. N.; DEWES, H.; RATHMANN, R.; BRUCH, K. L.; PADULA, A. D. Os desafios da pesquisa e ensino interdisciplinares. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 4, n. 7, p. 42-65, jul, 2007.

IBGE. (2010). Censo demográfico 2010. Rio de Janeiro. Retrieved from <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010>.

JAN, Y. K.; JONES, M. A.; RABADI, M. H.; FOREMAN, R. D.; THIESSEN, A. Efeito dos ângulos tilt e recline da cadeira de rodas em perfusão na pele sobre a tuberosidade isquiática em pessoas com LM. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.1, n. 11, p.: 1758– 1764, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2010.07.227>.

JAN, Y. K.; LIAO, F.; JONES, M. A.; RICE, L. A.; TISDELL, T. Effect of Durations of Wheelchair Tilt-in-Space and Recline on Skin Perfusion Over the Ischial Tuberosity in People With Spinal Cord Injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, vol. 94, no. 4, pp. 667-672, 2013.

JANS, L. H.; SCHERER, M. J. Assistive technology training: diverse audiences and multidisciplinary content. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, v.1, n. 1-2, p. 69-77, 2006. DOI: 10.1080/09638280500167290.

KREUTZ, D. Power tilt, recline or both. **Team Rehab Report.**, p. 29-32, 1997.

KRYGER, M. A.; CRYTZER, T. M.; FAIRMAN, A.; QUINBY, E. J.; KARAVOLIS, M.; PRAMANA, G.; SETIAWAN, I. M. A.; MCKERNAN, G. P.; PARMANTO, B.; DICIANNO, B. E. The Effect of the Interactive Mobile Health and Rehabilitation System on Health and Psychosocial Outcomes in Spinal Cord Injury: Randomized Controlled Trial. **Journal of Medical Internet Research.**, v. 21, n. 8, e14305, aug. 2019. DOI: 10.2196/14305.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; JÚNIOR, J. A. V. A. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção.**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LEWIS, J. R. IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 7, n. 1, p. 57-78, 1995.

LINDER-GANZ, E.; SHABSHIN, N.; ITZCHAK, Y.; YIZHAR, Z.; SIEVNER, I.; GEFEN, A. Strains and stresses in sub-dermal tissues of the buttocks are greater in paraplegics than in healthy during sitting. **Journal of Biomechanics**, v. 41. 3 ed. p. 567-580. 2008.

MAKHSOUS, M.; PRIEBE, M.; BANKARD, J.; ROWLES, D.; ZEIGLER, M.; CHEN, D.; LIN, F. Measuring tissue perfusion during pressure relief maneuvers: Insights into preventing pressure ulcers. **The Journal of Spinal Cord Medicine.**, v. 30, n. 5, p.497–507, 2007.

MISSIO, M. M.; QUEIROZ, L. F. Tecnologias assistivas: aspectos que influenciam na assiduidade e no abandono dos recursos. **Acta Fisiátrica**; v. 25, n. 4, p.185-190. 2018. DOI:10.11606/issn.2317-0190.v25i4a163858.

NATIONAL PRESSURE ULCER ADVISORY PANEL (NPUAP). Washington (EUA). Disponível em:<http://www.npuap.org/resources/educational-and-clinical-resources/npuappressure-injury-stages/> Acesso em: 25 jul. 2019.

OMS. Organização Mundial da Saúde. Wheelchair Service Training Package: Basic Level© **Organização Mundial da Saúde**, 2012.

OMS. Organização Mundial De Saúde. CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde / Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde para a Família de Classificações Internacionais. São Paulo: **Editora da Universidade de São Paulo - EDUSP**; 2003.

OMS. Organização Mundial da Saúde. Lista de Produtos Assistivos Prioritários. Geneva: **Organização Mundial da Saúde**, 2017. Licença: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/>.

PORTAL DA LEGISLAÇÃO. BRASIL. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/legislacao/> Acesso em: 10/11/2021 às 22h48.

RAHMAN, M.A.; HOSSAIN, M.S. “m-Therapy: A Multi-sensor Framework for in-home Therapy Management: A Social Therapy of Things Perspective.” **IEEE Internet of Things Journal**, vol. 5, no. 4, pp. 2548–2556, August 2017, DOI. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2776150>.

SASSAKI, R. K. Nada sobre nós, sem nós: Da integração à inclusão – Parte 1. **Revista Nacional de Reabilitação**, ano X, n. 57, p. 8-16, jul./ago. 2007.

SHANKAR, S.; MORTENSON, W. B.; WALLACE, J. Taking Control: An Exploratory Study of the Use of Tilt-in-Space Wheelchairs in Residential Care. **The American Journal of Occupational Therapy**, v. 69, n. 2. 2015.

SILVEIRA, C. S. Uma proposta de tecnologia embarcada na internação domiciliar. Dissertação (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Bahia, UFBA, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/21578>

SIMON, H. A., The sciences of the artificial. 3. ed. **Cambridge: MIT Press**, 1996.

SKRABA, A.; KOLOZVARI, D.; KOFJAC, R.; STOJANOVIC. Prototype of speech-controlled cloud-based wheelchair platform for disabled persons. **3rd Mediterranean Conference on Embedded Computing**, pp. 162–165. June, 2014. DOI. <https://doi.org/10.1109/meco.2014.6862683>.

SONENBLUM SE, SPRIGLE S, MAURER CL. Use of power tilt systems in everyday life. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**., v. 4, n. 1, p. 24-30, Jan, 2009. DOI: 10.1080/17483100802542744.

SPILSBURY K, NELSON A, CULLUM N, IGLESIAS C, NIXON J, MASON S. Pressure ulcers and their treatment and effects on quality of life: hospital inpatient perspectives. **Journal of Advanced Nursing**, v. 57, n. 5, p. 494-504, Mar, 2007. DOI: 10.1111/j.1365-2648.2006.04140.x.

SPRIGLE, S.; SONENBLUM, S. Assessing evidence supporting redistribution of pressure for pressure ulcer prevention: A review. **Journal of Rehabilitation Research and Development**., v. 48, n. 3. 2011.

STOCKTON, L.; PARKER, D. Pressure relief behavior and the prevention of pressure ulcers in wheelchair users in the community. **Journal of Tissue Viability**, v. 12, n. 3, p. 84, 88-90, 2002. DOI: 10.1016/s0965-206x(02)80031-6.

THIOLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1992.

VAN AKEN, J. E. Management Research as a Design Science: articulating the research Products of mode 2 knowledge production in management. **British Journal of Management**, v. 16, p. 19–36, 2005.

WHO. International Classification of functioning, disability and health: ICF. **World Health Organization**; 2001.

WHO. World report on disability. **World Health Organization**, 2011. ISBN 978-85-64047-02-0.

WHO. World report on disability 2011. ISBN 978-85-64047-02-0. **World Health Organization**. Wheelchair Service Training Package: Basic Level © Organização Mundial da Saúde, 2012. Tradução e publicação da edição em Língua Portuguesa à Secretaria de Estado dos Direitos da Pessoa com Deficiência de São Paulo, 2014.

WIERINGA, R. J. Design science methodology for information systems and software engineering. **New York: Springer**. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-43839-8>

WIERINGA, R.J.: Design science as nested problem solving. In: **Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology**, ACM, New York, pp. 1–12 May, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1145/1555619.1555630>

WU, Y. K.; LIU, H. Y.; KELLEHER, A.; PEARLMAN, J.; COOPER, R. A. Evaluating the usability of a smartphone virtual seating coach application for powered wheelchair users. **Medical Engineering & Physics**, v. 38, n. 6, p. 569-575, jun, 2016. DOI: 10.1016/j.medengphy.2016.03.001.

YOCK, P. G.; ZENIOS, S.; MAKOWER, J.; BRINTON, T. J.; KUMAR, U. N.; WATKINS, J. Biodesign: The process of innovating medical technologies. Principal writer Lyn Denend; speciality editor, Thomas M. Krummel; web editor, Christine Kurihara. **Cambridge University Press**, 2nd Edition, 856 págs, 2015.

Apêndice A - Q1: Questionário Estruturado Online de Caracterização do Usuário de CR

Oi. Meu nome é Luma Carolina Gradim, sou terapeuta ocupacional e atualmente faço doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - (PPGEE/USP), sob orientação da Prof.^a Dr.^a Roseli de Deus Lopes.

Esta pesquisa, intitulada "SISTEMA BASEADO EM *IoT* PARA TELERREABILITAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES NO USO DE FUNÇÕES DA CR MOTORIZADA PARA A FUNCIONALIDADE E QUALIDADE DE VIDA DOS USUÁRIOS", tem por objetivo conhecer as principais demandas dos usuários de CR no processo de acompanhamento terapêutico. Ainda, envolve o desenvolvimento e avaliação de um sistema eletrônico de monitoramento remoto para reabilitação, baseado em *IoT*, para funcionalidades de posicionamentos da CR, programáveis pelos profissionais para os usuários finais.

Se você é usuário de CR, e já usou ou ainda usa os serviços de saúde, peço que responda as perguntas a seguir.

Somos muito agradecidas pelo interesse e disponibilidade em participar!

Luma Carolina Gradim & Roseli de Deus Lopes

INFORMAÇÕES GERAIS:

As informações obtidas por meio do questionário online serão organizadas e analisadas de forma a permitir a descrição do campo delineado, preservando a sua privacidade. Se houver necessidade, em algum momento, de precisarmos nomear os informantes da pesquisa, serão utilizados nomes fictícios para que sua identidade e dos demais participantes sejam mantidas em sigilo, sobretudo na divulgação ou publicação do estudo.

Os benefícios decorrentes de sua participação nesta pesquisa poderão ser diversos: a contribuição para melhoria dos serviços de saúde, no âmbito do monitoramento remoto; a expansão do conhecimento na área; a concepção de tecnologias assistivas adequadas; a divulgação da prática e o desenvolvimento de futuras investigações; contribuição para embasar ações públicas de saúde para atender essa demanda, além dos benefícios à comunidade usuária de CR que recebe esse tipo de serviço.

Os riscos que podem ocorrer com a sua participação são mínimos, sendo eles possíveis desconfortos e/ou constrangimentos ocasionados por possíveis reflexões decorrentes das perguntas feitas. Caso se sinta constrangido (a) com quaisquer das perguntas feitas no questionário, você não é obrigado (a) a respondê-las e isso não o (a) impedirá de participar desta etapa da pesquisa. Além disso, a pesquisadora se coloca disponível, com livre acesso de correio eletrônico e telefônico, para o acolhimento de demandas que possam surgir com relação à sua colaboração.

Você terá a liberdade de aceitar ou não participar desta pesquisa, podendo, inclusive, interromper a sua participação a qualquer momento, e ainda retirar o consentimento sob qualquer condição, sem nenhuma penalização ou prejuízo em sua relação com os pesquisadores responsáveis ou a USP. As informações reunidas ao longo do estudo serão utilizadas apenas para fins de pesquisa.

Qualquer dúvida quanto aos procedimentos de pesquisa pode ser dirigida a mim, como pesquisadora responsável, a qualquer momento, antes ou durante a pesquisa, e serão esclarecidas. Vale ressaltar que não haverá qualquer tipo de gasto financeiro.

Em caso de haver interesse em participar, porém, se ainda restarem dúvidas, entre em contato por meio do endereço de e-mail luma.gradim@gmail.com

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da USP – HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - HU/USP: Telefone: (11)3091-9457

E-mail: cep@hu.usp.br

À disposição para maiores esclarecimentos,

Luma Carolina Câmara Gradim & Roseli de Deus Lopes

1. E-mail *

2. Se estiver de acordo, clique no botão abaixo *

Marcar apenas uma oval.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o Número do Parecer do projeto é 3.802.684, sendo aprovado na competência do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da USP - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - HU/USP.

NÃO concordo em participar

3. Nome completo *

4. Data de nascimento (dia/mês/ano) *

5. Gênero *

Marcar apenas uma oval.

- Mulher
- Homem
- LGBT
- Outro: _____

6. Você é de qual região do Brasil? *

Marcar apenas uma oval.

- Norte
- Nordeste
- Centro-Oeste
- Sudeste
- Sul

7. No seu bairro ou região tem algum postinho de saúde? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Não sei dizer

8. Escolaridade: *

Marcar apenas uma oval.

- Não alfabetizado
- Ensino fundamental incompleto (1 a 4 série do ensino fundamental)
- Ensino fundamental completo (1 a 8 série do ensino fundamental)
- Ensino médio incompleto (não chegou a finalizar a 3 série do ensino médio)
- Ensino médio completo (1 a 3 série do ensino médio)
- Ensino superior incompleto
- Ensino superior completo

9. Profissão: *

10. Estado civil: *

Marcar apenas uma oval.

- Solteiro (a)
- Casado (a)
- Divorciado (a)
- Viúvo (a)

11. Reside: *

Marcar apenas uma oval.

- Sozinho (a)
- Com pais
- Com filho (s)
- Com esposo (a)
- Outro tipo de arranjo (amigos, parentes)

12. Se você é o responsável pela renda familiar, quantas pessoas dependem de você? *

Marcar apenas uma oval.

- 1
 2
 3
 4
 5
 Mais que 5
 Não

13. Qual sua renda (incluindo rendimento de pessoas que convivem com você)? *

Marcar apenas uma oval.

- Acima de 20 salários mínimos
 Entre dez e vinte salários mínimos, ou seja, R\$ 10.450,01 até R\$ 20.900
 Entre quatro e dez salários mínimos, ou seja, R\$ 4.181 até R\$ 10.450
 De 2 a 4 salários mínimos, ou seja, R\$2.200,00 até R\$4.180,00
 Até 2 salários mínimos, ou seja, até R\$ 2.200,00

14. Como você avalia a sua saúde hoje (sendo: 1 - péssima; 2 - ruim; 3 - regular; 4 - boa; 5 - ótima) *

Marcar apenas uma oval.

- | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
| Péssima | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Ótima |

15. Diagnóstico médico *

16. Há quanto tempo tem esse diagnóstico?

Marcar apenas uma oval.

- Desde o nascimento (síndromes, complicações no parto)
 Adquirida (acidente, trauma, lesão, entre outros)

17. Possui co-morbidades ou outras doenças associadas (por exemplo: diabetes, pressão alta, epilepsia, etc). Se sim, especifique:

18. Você está ou esteve em tratamento terapêutico no período inferior a 3 meses?
*

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

19. Já foi atendido por quais profissionais de saúde? (Pode marcar mais de uma opção) *

Marque todas que se aplicam.

Terapeuta ocupacional

Fisioterapeuta

Fonoaudiólogo

Psicólogo

Nutricionista

Educador físico

Médico

Outro: _____

20. Atualmente, é atendido por quais profissionais de saúde? (Pode marcar mais de uma opção) *

Marque todas que se aplicam.

Terapeuta ocupacional

Fisioterapeuta

Fonoaudiólogo

Psicólogo

Nutricionista

Educador físico

Médico

Outro: _____

21. Você realiza as orientações dadas na terapia? (1 - nunca; 2 - raramente; 3 - às vezes; 4 - muitas vezes; 5 - sempre). *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	
Nunca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sempre

22. Se desenvolve alguma atividade física, especificar qual(is):

23. Distância percorrida por dia na cadeira de rodas: *

Marcar apenas uma oval.

- Até 1 km
- 1-5 km
- Mais de 5 km
- Não uso a cadeira de rodas para locomoção

24. Quando fora da cadeira de rodas, onde se senta ou deita, e em qual posição? *

25. Utiliza transporte - público (ônibus, trem, metrô, táxi) e/ou privado - de forma regular? (escolha, sendo: 1 - nunca; 2 - raramente; 3 - às vezes; 4 - muitas vezes; 5 - sempre). *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	
Nunca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sempre

26. Se a resposta anterior foi sim, qual tipo?

Marque todas que se aplicam.

- Transporte próprio
- Táxi
- Transporte público (ônibus, trem, metrô)

Outro: _____

32. Há quanto tempo você sente essa dor?

Marcar apenas uma oval.

0 a 3 meses

Mais que 3 meses

33. Alguma região do corpo com alteração de sensibilidade? *

Marque todas que se aplicam.

Sim, na parte superior do corpo

Sim, na parte inferior do corpo

Não tenho alteração

34. Funcionalidade em membro superior - braços e mãos? (escolha, sendo: 1- nenhum problema; 2 - problema moderado; 5 -problema completo) *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3

Nenhum problema Problema completo

35. Já teve lesões por pressão (também chamadas de úlceras e escaras)? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

36. Se sim, em qual(is) região(ões) do corpo?

37. Tem lesões por pressão atualmente? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

38. Se sim, em qual(is) região(ões) do corpo?

39. Já passou por internações devido à lesões por pressão?

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Pular para a pergunta 40

Dados da cadeira de rodas

40. Forma de aquisição da cadeira de rodas: *

Marque todas que se aplicam.

Recursos públicos - SUS

Doação

Recursos próprios

Outro: _____

41. Tipo de cadeira de rodas *

Marque todas que se aplicam.

Manual

Motorizada

42. A cadeira de rodas foi avaliada e prescrita por algum profissional de saúde? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Não sei dizer

43. Em média, quantas horas de uso da cadeira de rodas por dia? *

Marcar apenas uma oval.

Menos de 1 hora

1-3 horas

3-5 horas

5-8 horas

Mais de 8 horas

Nos campos abaixo, caracterize, de 1 a 5, sendo: 1 – não é importante; 2 – pouco importante; 3 - importante; 4 - muito importante; 5 - extremamente importante, as dificuldades que você, usuário de cadeira de rodas, encontra no seu dia a dia (resposta totalmente pessoal):

44. Falta de acessibilidade - dificuldade para se deslocar com a cadeira de rodas (por exemplo, áreas em que o chão é irregular, arenoso ou lamacento, ou onde há degraus, guias ou pequenos espaços apertados) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	
Não é importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

45. Dificuldade de ter uma cadeira de rodas adequada (se não teve prescrição para a cadeira de rodas ou teve há muito tempo e já não é mais adequada) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	
Não é importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

46. Possibilidade de piorar a condição de saúde ao desenvolver deformidades posturais e lesões por pressão, advindas da inadequação da cadeira de rodas e falta de acompanhamento terapêutico *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	
Não é importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

47. Você tem algum problema para usar sua cadeira de rodas?

48. Você tem alguma dúvida de uso e sobre as funcionalidades de sua cadeira de rodas? Se sim, comente quais.

49. A cadeira de rodas que você usa para locomoção possui os seguintes acessórios? (pode marcar mais de uma opção) *

Marque todas que se aplicam.

- Cinto
- Mesa de atividade
- Apoios laterais de tronco
- Abdutor
- Tilt (faz inclinação da cadeira de rodas)
- Recline (inclinação apenas do encosto)
- Stand (cadeira de rodas fica "em pé")
- Roda anti-tombo

Outro: _____

50. Realiza mudança de posicionamento periodicamente quando está sentado na cadeira de rodas? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, várias vezes ao dia
- Sim, pelo menos uma vez por dia
- Não

51. Se sim, responda abaixo qual(is) mudança(s) realiza: *

Marque todas que se aplicam.

- Push-up (levantar do assento com a força dos braços)
- Inclinações laterais de tronco para alívio alternado das nádegas
- Função tilt da cadeira de rodas
- Função recline da cadeira de rodas (sem tilt)
- Função recline da cadeira de rodas (com tilt)
- Da cadeira para a cama e vice versa

Outro: _____

52. Se realiza a função tilt na cadeira de rodas, como administra os ângulos e tempos?

Marcar apenas uma oval.

- Sigo instruções do profissional e faço todos os dias
- Sigo instruções do profissional e faço esporadicamente
- Tenho instruções do profissional, mas faço espontaneamente
- Outro: _____

Dados para uso de tecnologia na saúde

53. Qual a sua prática com relação ao uso da internet? (sendo: 1 - péssima; 2 - ruim; 3 - regular; 4 - boa; 5 - ótima) *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Péssima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ótima

54. Qual a sua prática para uso de redes sociais? (sendo: 1 - péssima; 2 - ruim; 3 - regular; 4 - boa; 5 - ótima) *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Péssima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ótima

55. Qual a sua prática em uso de aplicativos/software? (sendo: 1 - péssima; 2 - ruim; 3 - regular; 4 - boa; 5 - ótima) *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Péssica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ótima

56. Possui celular? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, e uso
- Sim, mas não uso muito
- Não

57. Se possui algum aplicativo no seu celular para usar junto à cadeira de rodas, escreva qual (is).

58. Se possui algum aplicativo no seu celular para cuidados gerais em saúde, escreva qual (is)

59. Você usaria um aplicativo no celular ou na cadeira de rodas que acompanhasse seu desempenho para realizar as mudanças de posicionamentos em casa? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Talvez

60. Se existisse um aplicativo que permitisse que o seu terapeuta “conversasse” com a sua cadeira de rodas e prescrevesse as mudanças de posicionamento com um lembrete via celular para você ativar, no qual você apenas apertaria o botão “sim, fazer” ou “agora não” e a cadeira de rodas faria as mudanças sozinha, você usaria? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Talvez

61. Quanto você considera a tecnologia uma aliada nos recursos em saúde? *

Marcar apenas uma oval.

Não é importante

Pouco importante

Razoável

Importante

Muito importante

62. Gostaria de acrescentar algo ou deixar uma observação?

Muito obrigada por sua participação! Ela será muito útil para ampliarmos as investigações e debates na área interdisciplinar e tecnológica para a terapia ocupacional e para os usuários de cadeira de rodas. Caso tenha alguma dúvida, fique à vontade para entrar em contato conosco pelos seguintes contatos: e-mail: luma.gradim@gmail.com. Tel: (16) 99330-5775, ou com o Comitê de Ética em Pesquisas da USP: e-mail: cep@hu.usp.br. Atenciosamente, Luma Carolina Gradim e Roseli de Deus Lopes.

Apêndice B - Q2: Questionário Estruturado de Caracterização do Profissional de Saúde no Serviço de Reabilitação

Oi. Meu nome é Luma Carolina Gradim, sou terapeuta ocupacional e atualmente faço doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - (PPGEE/USP), sob orientação da Prof.^a Dr.^a Roseli de Deus Lopes.

Esta pesquisa, intitulada "SISTEMA BASEADO EM IOT PARA TELERREABILITAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES NO USO DE FUNÇÕES DA CR MOTORIZADA PARA A FUNCIONALIDADE E QUALIDADE DE VIDA DOS USUÁRIOS", tem por objetivo conhecer e a ação de terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas junto a pessoas usuárias de CR, principalmente com relação ao monitoramento terapêutico nesse contexto. Se você está na prática profissional, ensino e/ou pesquisa e já fez ou faz intervenção com esta população, peço que responda as perguntas a seguir.

Destaco que NÃO é preciso que você esteja em um local de trabalho específico que atende esta população. Basta saber o trabalho que você desenvolve(u) com a população alvo, independente do equipamento ou setor.

Somos muito agradecidas pelo interesse e disponibilidade em participar!

Luma Carolina Gradim & Roseli de Deus Lopes

INFORMAÇÕES GERAIS:

O objetivo desse formulário é de "realizar uma pesquisa exploratória para entender como se dá o monitoramento de funcionalidades de posicionamentos da CR (incluindo tilt e recline) orientadas pelos profissionais para os usuários finais.

As informações obtidas por meio do questionário online serão organizadas e analisadas de forma a permitir a descrição desse campo profissional, preservando a sua privacidade. Se houver necessidade, em algum momento, de precisarmos nomear os informantes da pesquisa, serão utilizados nomes fictícios para que sua identidade e dos demais participantes sejam mantidas em sigilo, sobretudo na divulgação ou publicação do estudo.

Os benefícios decorrentes de sua participação nesta pesquisa poderão ser diversos: a contribuição para a expansão do conhecimento na reabilitação física, nos campos de terapia ocupacional e fisioterapia; a interface com áreas interdisciplinares na concepção de tecnologias assistivas; a divulgação da prática profissional neste campo do saber e o desenvolvimento de futuras investigações; contribuição para o reconhecimento dessa atuação profissional por parte dos formuladores de políticas públicas; além dos benefícios à comunidade usuária de CR que recebe esse tipo de serviço.

Os riscos que podem ocorrer com a sua participação são mínimos, sendo eles possíveis desconfortos e/ou constrangimentos ocasionados por possíveis reflexões decorrentes das perguntas feitas. Caso se sinta constrangido (a) com qualquer das perguntas feitas no questionário, você não é obrigado (a) a respondê-las e isso não o (a) impedirá de participar desta etapa da pesquisa. Além disso a pesquisadora se coloca disponível com livre acesso de correio eletrônico e telefônico, para o acolhimento de demandas que possam surgir com relação à sua colaboração.

Você terá a liberdade de aceitar ou não participar desta pesquisa, podendo, inclusive, interromper a sua participação a qualquer momento, e ainda retirar o consentimento sob qualquer condição, sem nenhuma penalização ou prejuízo em sua relação com os pesquisadores responsáveis ou a USP. As informações reunidas ao longo do estudo serão utilizadas apenas para fins de pesquisa.

Qualquer dúvida quanto aos procedimentos de pesquisa pode ser dirigida a mim, como pesquisadora responsável, a qualquer momento, antes ou durante a pesquisa, e serão esclarecidas. Vale ressaltar que não haverá qualquer tipo de gasto financeiro.

Em caso de haver interesse em participar, porém, se ainda restarem dúvidas, entre em contato por meio do endereço de e-mail: luma.gradim@gmail.com

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da USP – HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - HU/USP: Telefone: (11)3091-9457.

E-mail: cep@hu.usp.br

À disposição para maiores esclarecimentos,

Luma Carolina Câmara Gradim & Roseli de Deus Lopes.

1. E-mail *

2. Por favor, escolha: *

Marcar apenas uma oval.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o Número do Parecer do projeto é 3.802.684, sendo aprovado na competência do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da USP - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - HU/USP.

NÃO concordo em participar

Pular para a pergunta 3

Dados do profissional

3. Quantos anos você tem? *

4. Qual a sua profissão? *

Marque todas que se aplicam.

- Terapeuta ocupacional
 Fisioterapeuta

5. Há quanto tempo você atua profissionalmente? *

Marcar apenas uma oval.

- 0 a 5 anos
 5 a 10 anos
 Mais de 10 anos

6. Você trabalha em qual região do Brasil? *

Marcar apenas uma oval.

- Norte
 Nordeste
 Centro-Oeste
 Sudeste
 Sul

7. Se você tem algum tipo de especialização, cite o título e a área: (se não tem especialização, pule para a próxima pergunta)

Pular para a pergunta 8

Levantamento da atuação profissional

8. Você já prescreveu cadeira de rodas? (se não, pule a próxima pergunta) *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

9. Após prescrever a cadeira de rodas, você realiza o acompanhamento longitudinal terapêutico referente à implementação, uso e treino da cadeira de rodas? (sendo: 1 - nunca; 2 - raramente; 3 - às vezes; 4 - muitas vezes; 5 - sempre).

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nunca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sempre

10. Os seus pacientes/clientes possuem cadeiras de rodas adequadas, ou seja, que atendem às necessidades e especificidades pessoais? (sendo: 1 - nunca; 2 - raramente; 3 - às vezes; 4 - muitas vezes; 5 - sempre). *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nunca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sempre

11. Normalmente, as cadeiras de rodas atendem às condições do ambiente do usuário? *

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Muitas vezes
- Sempre
- Não sei dizer, pois não avalio diretamente o ambiente (domiciliar e comunitário) dos usuários.

12. Você realiza a avaliação de acessórios da cadeira de rodas? (sendo: 1 - nunca; 2 - raramente; 3 - às vezes; 4 - muitas vezes; 5 - sempre) *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nunca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sempre

13. Você orienta as mudanças de posicionamentos periodicamente ao seu paciente usuário de cadeira de rodas? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, oriento fazer as mudanças de posicionamento pelo menos uma vez por dia
- Sim, oriento fazer as mudanças de posicionamento pelo menos uma vez por semana
- Sim, ofereço orientações gerais
- Não.
- Outro: _____

14. Se respondeu sim na pergunta anterior, responda abaixo qual (is) você orienta (pode marcar mais de uma opção):

Marque todas que se aplicam.

- Push-up (levantar do assento com a força dos braços)
- Inclinações laterais de tronco para alívio alternado das nádegas
- Função tilt (inclinação assento e encosto juntos) da cadeira de rodas
- Função recline (inclinação apenas do encosto) da cadeira de rodas (sem tilt)
- Funções tilt e recline da cadeira de rodas
- Mudar da cadeira para a cama e vice versa

Outro: _____

15. Se você orienta a função tilt na cadeira de rodas, como faz para prescrever os ângulos e tempos para seu paciente/cliente?

Marcar apenas uma oval.

- Utilizo instrumentos de avaliação, como medidores de pressão para definir.
- Utilizo o ângulo convencional de 15 graus de tilt
- Outro: _____

16. Você utiliza algum instrumento padronizado, modelo teórico específico, abordagem ou técnica em sua avaliação e para atendimento ao usuários de cadeira de rodas? (sendo: 1 - nunca; 2 - raramente; 3 - às vezes; 4 - muitas vezes; 5 - sempre). *

17. Comente quais são os instrumentos, escalas, modelos ou técnicas que você utiliza em sua avaliação e para atendimento ao usuários de cadeira de rodas (se não utiliza, responda "não"). *

18. Recebe feedback dos pacientes/clientes quanto às orientações terapêuticas propostas para realização em ambiente domiciliar? (1 - nunca; 2 - raramente; 3 - às vezes; 4 - muitas vezes; 5 - sempre). *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nunca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sempre

19. Usualmente, de que maneira você recebe o feedback do seu paciente/cliente? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nunca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sempre

Dados em tecnologia da informação e comunicação

20. Qual a sua fluência digital com relação ao uso da internet? (sendo: 1 - péssima; 2 - ruim; 3 - regular; 4 - boa; 5 - ótima) *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Péssima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ótima

21. Qual a sua fluência digital para uso de redes sociais? (sendo: 1 - péssima; 2 - ruim; 3 - regular; 4 - boa; 5 - ótima) *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Péssima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ótima

22. Qual a sua fluência em uso de aplicativos/software? (sendo: 1 - péssima; 2 - ruim; 3 - regular; 4 - boa; 5 - ótima) *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Péssima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ótima

23. Você possui celular? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, tenho 2, sendo um pessoal e um para o trabalho
- Sim, tenho 1 de uso pessoal
- Sim, apenas 1 para uso conjunto (pessoal e de trabalho)
- Não

24. Possui algum aplicativo no seu celular para ajudar no atendimento de usuários de cadeira de rodas? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

25. Se respondeu sim na pergunta anterior, cite qual(is) aplicativo(s) utilizados:

26. Você usaria um aplicativo no celular que monitorasse o desempenho do seu paciente/cliente no ambiente domiciliar e oferecesse feedback para você sobre a realização das orientações terapêuticas para mudanças de posicionamentos feitas pelo paciente na cadeira de rodas? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

27. Se existisse um aplicativo que permitisse que você, terapeuta, “conversasse” com a cadeira de rodas do seu paciente, acompanhasse aspectos clínicos e prescrevesse as mudanças de posicionamento para o paciente receber em forma de um lembrete via celular, você usaria? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

28. Quanto você considera a tecnologia uma aliada nos recursos em saúde?
(sendo: 1 - nada importante; 2 - pouco importante; 3 - importante; 4 - significativamente importante; 5 - muito importante *)

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito importante

29. Gostaria de acrescentar algo ou deixar uma observação?

Muito obrigada por sua participação! Ela será muito útil para ampliarmos as investigações e debates na área interdisciplinar e tecnológica para a terapia ocupacional e para os usuários de cadeira de rodas. Caso tenha alguma dúvida, fique à vontade para entrar em contato conosco pelos seguintes contatos: e-mail: luma.gradim@gmail.com Tel: (16) 99330-5775 ou com o Comitê de Ética em Pesquisas da USP. Luma Carolina Gradim e Roseli de Deus Lopes

Apêndice C - Q3: Questionário Estruturado de Profissional Especialista em Tecnologias voltadas para Saúde

Oi. Meu nome é Luma Carolina Câmara Gradim, sou terapeuta ocupacional e atualmente faço doutorado em engenharia elétrica no Programa de Pós-Graduação em Engenharia elétrica na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - (PPGEE/USP), sob orientação da Prof.^a Dr.^a Roseli de Deus Lopes.

A minha pesquisa, intitulada "SISTEMA BASEADO EM IOT PARA TELERREABILITAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES NO USO DE FUNÇÕES DA CR MOTORIZADA PARA A FUNCIONALIDADE E QUALIDADE DE VIDA DOS USUÁRIOS", tem por objetivo desenvolver um sistema tecnológico em saúde, a partir de atuações de terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas junto a pessoas usuárias de CR, principalmente com relação ao monitoramento terapêutico e auxílio de tecnologia assistiva nesse contexto.

Se você está na prática profissional, ensino e/ou pesquisa e já fez ou faz desenvolvimentos tecnológicos em áreas envolvendo a busca de soluções de problemas reais da comunidade, peço que responda as perguntas a seguir.

Destaco que NÃO é preciso que você esteja em um local de trabalho específico que atende esta população. Basta saber o trabalho que você desenvolve(u) com a população alvo.

Somos muito agradecidas pelo interesse e disponibilidade em participar!

Luma Carolina Gradim & Roseli de Deus Lopes

INFORMAÇÕES GERAIS:

As informações obtidas por meio do questionário online serão organizadas e analisadas de forma a permitir a descrição desse campo profissional, preservando a sua privacidade. Se houver necessidade, em algum momento, de precisarmos nomear os informantes da pesquisa, serão utilizados nomes fictícios para que sua identidade e dos demais participantes sejam mantidas em sigilo, sobretudo na divulgação ou publicação do estudo.

Os benefícios decorrentes de sua participação nesta pesquisa poderão ser diversos: a contribuição para a expansão do conhecimento no desenvolvimento de soluções tecnológicas para atender problemas reais de usuários de CR; a interface com áreas interdisciplinares na concepção de tecnologias assistivas; a divulgação da prática profissional neste campo do saber e o desenvolvimento de futuras investigações; contribuição para o reconhecimento dessa atuação profissional por parte dos formuladores de políticas públicas; além dos benefícios à comunidade usuária de CR que recebe esse tipo de serviço.

Os riscos que podem ocorrer com a sua participação são mínimos, sendo eles possíveis desconfortos e/ou constrangimentos ocasionados por possíveis reflexões decorrentes das perguntas feitas. Caso se sinta constrangido (a) com qualquer das perguntas feitas no questionário, você não é obrigado (a) a respondê-las e isso não o (a) impedirá de participar desta etapa da pesquisa. Além disso, a pesquisadora se coloca disponível com participar desta etapa da pesquisa. Além disso, a pesquisadora se coloca disponível, com livre acesso de correio eletrônico e telefônico, para o acolhimento de demandas que possam surgir com relação à sua colaboração.

Você terá a liberdade de aceitar ou não participar desta pesquisa, podendo, inclusive, interromper a sua participação a qualquer momento, e, ainda, retirar o consentimento sob qualquer condição, sem nenhuma penalização ou prejuízo em sua relação com os pesquisadores responsáveis ou a USP. As informações reunidas ao longo do estudo serão utilizadas apenas para fins de pesquisa.

Qualquer dúvida quanto aos procedimentos de pesquisa pode ser dirigida a mim, como pesquisadora responsável, a qualquer momento, antes ou durante a pesquisa, e serão esclarecidas. Vale ressaltar que não haverá qualquer tipo de gasto financeiro.

Em caso de haver interesse em participar, porém, se ainda restarem dúvidas, entre em contato por meio do endereço de e-mail: luma.gradim@gmail.com

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da USP – HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - HU/USP: Telefone: (11)3091-9457

E-mail: cep@hu.usp.br

À disposição para maiores esclarecimentos,

Luma Carolina Câmara Gradim & Roseli de Deus Lopes

1. Por favor, escolha: *

Marcar apenas uma oval.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o Número do Parecer do projeto é 3.802.684, sendo aprovado na competência do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da USP - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - HU/USP.

NÃO concordo em participar

Questionário para profissionais especialistas em tecnologias

2. Qual a sua formação profissional (ensino superior)? *

Marque todas que se aplicam.

Engenharia Elétrica, com ênfases: Automação e Controle, Energia e Automação Elétricas, Eletrônica e Sistemas e Telecomunicações.

Engenharia mecânica

Engenharia de produção

Engenharia de computação

Engenharia mecatrônica

Design

Ciência da Computação

Sistemas de Informação

Outro: _____

3. Possui especialização (ênfase em alguma área específica)? Se sim, qual? (se não, pule para a próxima pergunta)

4. Há quanto tempo você atua profissionalmente? *

Marcar apenas uma oval.

- 0 a 5 anos
 6 a 10 anos
 Mais de 11 anos

5. Você já desenvolveu ou participou do desenvolvimento de uma solução tecnológica voltada para a sociedade, em áreas de relevância, como educação, saúde, acessibilidade, comunicação, energia, dentre outros, envolvendo hardware e/ou software? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

6. Você já desenvolveu ou participou do desenvolvimento de uma solução tecnológica voltada para a sociedade, especificamente na área da saúde, envolvendo hardware e/ou software? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

7. Você já desenvolveu na área de sistemas interoperáveis (capaz de operar, funcionar ou atuar com outro) baseados em Internet das coisas (IoT)? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Outro: _____

8. Pensando em uma solução na área da saúde para atender usuários de cadeira de rodas, com coleta e amostra de dados de sensores, envio e recepção de dados para nuvem e comunicação terapeuta-paciente, qual(is) microcontrolador(es)/SBC você usaria para aplicação IoT? *

Marque todas que se aplicam.

- ESP
 Arduino
 STM32
 Rapsberry Pi
 Labrador
 Pulga
 Freescale

Outro: _____

9. Pensando em uma solução na área da saúde para atender usuários de cadeira de rodas, com coleta e amostra de dados de sensores, envio e recepção de dados para nuvem e comunicação terapeuta-paciente, qual(is) tecnologias você indica para desenvolvimento de uma aplicação web? *

Marque todas que se aplicam.

- Java
 JavaScript
 Ruby
 Python
 Php
 React native
 React JS

Outro: _____

10. Pensando em uma solução na área da saúde para atender usuários de cadeira de rodas, com coleta e amostra de dados de sensores, envio e recepção de dados para nuvem e comunicação terapeuta-paciente, qual(is) tecnologia(s) sistemas de gerenciamento de bases de dados você usaria em uma aplicação nuvem? *

Marque todas que se aplicam.

- MySQL
 MongoDB
 Oracle

Outro: _____

11. Qual plataforma de nuvem ou serviço você usaria para armazenamento de dados? *

Marque todas que se aplicam.

- AWS
 Azure
 ThingSpeak

Outro: _____

12. Através de qual meio apresentaria os dados em nuvem para os usuários (tanto terapeutas quanto pacientes)?

Marque todas que se aplicam.

- SPA (Single-page application)
 Dashboard
 Página/sistema WEB
 Aplicativo de celular
 E-mail

Outro: _____

13. Gostar de deixar uma sugestão, mensagem, dúvidas ou contribuição para as pesquisadora com relação a pesquisa?

Muito obrigada por sua participação! Ela será muito útil para ampliarmos as investigações e debates na área interdisciplinar e tecnológica para os usuários de cadeira de rodas. Caso tenha alguma dúvida, fique à vontade para entrar em contato conosco pelos seguintes contatos:
e-mail: luma.gradim@gmail.com Tel: (16) 99330-5775 ou com o Comitê de Ética em Pesquisas da USP.
Luma Carolina Gradim e Roseli de Deus Lopes.

Apêndice D - Guia para Entrevista de Avaliação Formativa do Sistema

Cada entrevista de avaliação formativa deve seguir a seguinte sequência:

1. Apresentação do problema real abordado na pesquisa
2. Apresentação do objetivo da pesquisa
3. Apresentação do protótipo da solução desenvolvida (*hardware + software*)
4. Entrevista de avaliação da solução com os participantes.

Foram considerados os seguintes conceitos para a entrevista de avaliação: usabilidade, conteúdo, informação terapêutica, funções dos usuários, design visual e avaliação subjetiva geral, com aplicação dos questionário *SUS - Escala de Usabilidade do Sistema* (Apêndice A) e ASQ - *Questionário pós-cenário* (Apêndice B) ao final da apresentação do sistema.

O protótipo do sistema eletrônico baseado em *IoT* na telerreabilitação para usuários de CR inclui o CONTAV (sistema eletrônico desenvolvido por equipe de engenharia elétrica, que oferece, além da possibilidade de conectividade com outros objetos eletrônicos, também permite a função e monitoramento de posicionamentos na CR motorizada) e a plataforma *web*, um configurador para as funções da CR.

Os profissionais de reabilitação (terapeutas ocupacionais) viram os cenários que contemplaram:

- conhecimento do CONTAV e suas funções pelos desenvolvedores;
- conhecimento da plataforma *Web* e suas funções, sendo:
 - o identificação do usuário (perfil com dados informativos);
 - o possibilidade de adicionar exames e avaliações realizados até o presente momento;
 - o campo de entrada de evoluções de atendimentos;
 - o espaço para troca de informações, dúvidas, envio de imagens, áudios e textos arquivados com possibilidade de análise e realimentação no processo terapêutico;
 - o possibilidade de prescrição do uso de funções de posicionamentos em CR, como o *tilt* e o *recline*, com orientações de tais posicionamentos para favorecer o tratamento terapêutico dos usuários;
 - o possibilidade de adicionar dicas de jogos e atividades terapêuticas que auxiliam na terapia domiciliar com coleta de dados desses também e realimentação aos usuários.

Ressalta-se que os participantes viram imagens e vídeos dos componentes físicos do protótipo, e funcionalidade, de modo remoto, via ferramenta *Google Meet*, devido ao distanciamento social imposto pela pandemia do COVID-19. As avaliações específicas foram realizadas via *Google Forms*.

Link do vídeo explicativo do sistema para avaliação:

https://www.canva.com/design/DAEyPXP8qrA/R3a1rNZPRWdguRtogb3olw/watch?utm_content=DAEyPXP8qrA&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

Apêndice E - PROJETOS MOVITA & STEAMLAB

A oportunidade de criar uma equipe interdisciplinar com foco em desenvolver soluções para problemas reais de usuários de Cadeiras de Rodas (CR) surgiu a partir do edital 02/2020-2021: Programa Aprender na Comunidade da Pró-reitora de Graduação, da Pró-reitora de Graduação, visando “apoiar atividades de ensino extramuros desenvolvidas por estudantes da Universidade de São Paulo como exercício da prática profissional.” (Apêndice E). As ações requisitadas nos projetos concorrentes para este edital deveriam abranger a promoção de interação entre áreas do conhecimento e permitir a interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no processo de construção do conhecimento.

O projeto MOVITA surgiu como um braço desta pesquisa, a fim de unificar forças para a formação de uma equipe interdisciplinar com a associação de áreas de competências complementares. A proposta do MOVITA foi submetida na Categoria A – Projetos Específicos – onde estão incluídos projetos em andamento ou projetos novos com caráter interdisciplinar, com desejável inclusão de diferentes cursos e Unidades da USP, e articulação entre si.

Os cursos das áreas de saúde e exatas possuem competências complementares para o desenvolvimento interdisciplinar de programas, estratégias e atividades do ponto de vista pedagógico educacional para os estudantes de graduação deste projeto.

O projeto MOVITA abrange professores e estudantes de pós graduação com experiências de ensino e possibilidade de inserção teórica na prática para benefícios da Comunidade, viabilizando a oportunidade do desenvolvimento de inovações, softwares, hardwares, sistemas e programas, habilidades de competência dos cursos da área de exatas, juntamente com as habilidades de competência dos profissionais e alunos da área da saúde nos conhecimentos da demanda, de avaliações e possíveis aplicações em casos clínicos da área.

O projeto MOVITA oferece, dentro do contexto interdisciplinar, uma proposta de desenvolvimento e aplicação de soluções tecnológicas inovadoras a partir de problemas reais da comunidade, com uso dos conhecimentos das áreas disciplinares envolvidas. Para isso, é necessária uma estrutura de laboratórios de pesquisa que proporcionem experiências com tecnologias avançadas e uma equipe capacitada com experiência no desenvolvimento de projetos tecnológicos com abordagem

interdisciplinar, como o CITI-USP, a fim de conduzir, supervisionar e orientar adequadamente os membros participantes do projeto.

Com a parceria entre os projetos STEAMLab e MOVITA, ambos aprovados no edital Aprender na Comunidade, foram selecionados 8 bolsistas (documento de seleção de bolsistas em APÊNDICE F). Com isso, a equipe interdisciplinar foi composta por: 3 terapeutas ocupacionais (uma profissional mestre e duas estudantes de graduação), 5 engenheiros elétricos (dois profissionais doutores e três estudantes de graduação), 1 engenheiro mecânico (profissional mestre), 1 estudante de graduação em engenharia de produção, 1 estudante de graduação em ciências sociais, 1 estudante de graduação em telecomunicações e 1 voluntário estudante de graduação em engenharia mecânica.

Toda a equipe participou de todas as etapas metodológicas para o desenvolvimento de pelo menos uma solução tecnológica em saúde para usuários de CR, além de atividades acadêmicas determinadas no projeto.

Para a produção de uma solução tecnológica interdisciplinar com uma abordagem centrada no usuário, dentro do perfil metodológico traçado nesta pesquisa, foram requisitadas aplicações específicas de recursos híbridos para difusão de abordagens na prototipação da solução tecnológica. São elas: *design thinking*, esquema de Fibonacci, matriz RACI, parceria com projeto de bolsas para alunos de graduação com foco em etapas de (i) definição de problemas (ii) imersão (iii) prototipação (iv) validação de protótipo e (v) pivotar, revisar e perseverar da metodologia *Startup Garage Innovation* e desenvolvimento de um produto mínimo viável (sigla MVP em inglês – *Minimum Viable Product*), para agregar à solução deste projeto.

Design Thinking e Esquema Fibonacci

Esta é uma parte complementar à pesquisa considerada relativamente subjetiva e, portanto, difícil de ser padronizada.

O *Design Thinking* é um recurso utilizado na metodologia para desenvolvimento de inovação centrada no usuário, buscando criar produtos, serviços, processos e estratégias de alto impacto. O uso do *Design Thinking* para a prática de desenvolvimento de uma solução tecnológica refere-se ao levantamento mais detalhado de problemas para buscar uma solução, a partir de um processo criativo de construção e criação de

protótipos, com a finalidade de realizar testes com os potenciais usuários e coletar suas opiniões. Ao final, possui um perfil voltado para o empreendedorismo, propondo inovações ao mercado (BROWN, 2008).

Os passos envolvidos no processo de desenvolvimento do *Design Thinking* são constituídos por: empatizar, definir, idealizar, prototipar e testar (Figura 44). O passo “empatizar” está relacionado ao entendimento dos problemas daquele determinado tema da pesquisa, do qual se pretende desenvolver uma solução. Nesse passo, é viável a aplicação de questionários com a população alvo (pessoas que passam por esses problemas) (denominadas neste capítulo como usuários), formulários, entrevistas/conversas com espaço para escuta ativa e acolhimento dos problemas.

No passo “definir”, a equipe interdisciplinar responsável deve colocar no papel todos os resultados coletados sobre as necessidades dos usuários, em forma de frases iniciadas por um verbo (a fim de facilitar a visualização dos problemas), e após levantar os problemas, definir os principais problemas, explicando-os de maneira sucinta.

No passo “idealizar”, a equipe propõe individualmente ideias *radicais* para solucionar o problema, esboçando, ao menos, cinco ideias radicais de atender as necessidades dos usuários. Tais ideias são, posteriormente, apresentadas ao grupo geral para coleta de realimentações e, com estes, a criação de uma nova solução baseado nos realimentações. Neste passo, foram idealizadas seis ideias possíveis para atender as demandas do problema. Para a escolha de uma solução específica para esta pesquisa, foi utilizada a sequência de Fibonacci.

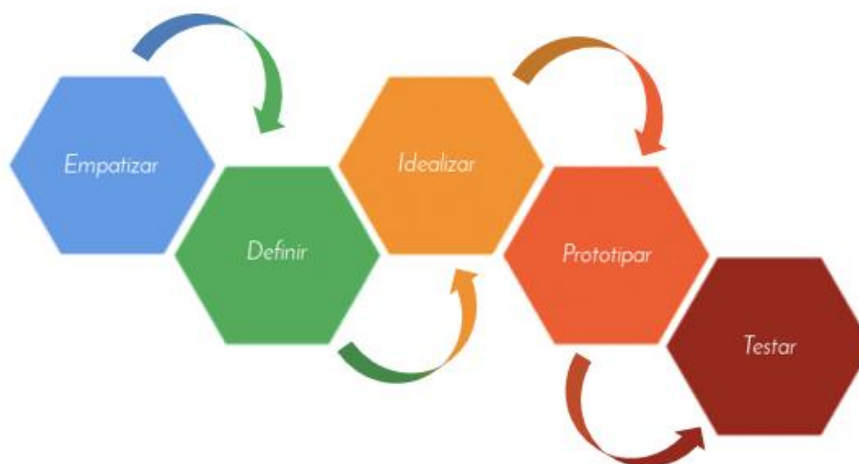
Após a fase de idealizar, é o momento de construir as soluções – “prototipar” – em com a equipe atuando em conjunto. E, finalizado o protótipo, o passo de “testar”, apresentando-o aos usuários e coletando os realimentações.

Neste último passo, os realimentações coletados possuem a finalidade de refinar a solução, a fim de torná-la mais adequada à demanda dos usuários, com maior usabilidade e aceitabilidade. Essa etapa da pesquisa foi realizada por meio de uma avaliação formativa (inicial) com os devidos instrumentos de avaliação: a escala *SUS*, *ASQ*, *QUEST* e *PSSUQ*, apresentados na metodologia da pesquisa.

Portanto, é possível observar que o processo de desenvolvimento não é linear, mas caracterizado pela realização de vários ciclos, de passos a serem seguidos. Esses passos são evidenciados no processo de *Biodesign* (**Inspiração** - detalhamento das circunstâncias motivadoras da busca por soluções; **Ideação** - desenvolvimento e

prototipagem de ideias que possam ser soluções; **Implementação** - a apresentação das soluções ao mercado).

Figura 45 - Passos do processo de *Design Thinking* – *Stanford School*.



Fonte: <https://dschool.stanford.edu/>

A sequência de Fibonacci, descoberta pelo matemático italiano Leonardo Fibonacci, foi um passo importante para a escolha de uma solução para ser desenvolvida, após o levantamento de possíveis soluções que atendessem a demanda (passo de idealizar do *design thinking*).

A Sequência de Fibonacci versa em uma sucessão infinita de números que seguem um padrão do qual cada número subsequente é a soma dos dois anteriores. Assim, após o 1, segue 2, 3, 5, 8, 13, 21, etc., formando uma sequência de números utilizada para criação de uma escala Likert para avaliação das soluções propostas e escolha de uma para ser desenvolvida.

Na área de gestão de projetos em geral, as metodologias ágeis surgiram para facilitar o gerenciamento de projetos de *softwares*. Nesse âmbito, a sequência de Fibonacci foi utilizada como uma base estratégica de métodos ágeis a partir de uma abordagem da metodologia ágil chamada de *planning poker*.

O *planning poker* é uma abordagem específica para que as pessoas da equipe votem em prioridades do projeto, a partir de alguma escala. No caso, os números da

sequência de Fibonacci foram os escolhidos para essa escala dentro da tomada de decisões nesta etapa do desenvolvimento.

Essa etapa foi adaptada para um material específico que está em andamento pela pesquisa do engenheiro mecânico prof. André Santana, parceiro do projeto MOVITA + STEAMLab sobre metodologias de ensino.

Metodologia ativa de aprendizagem e Aprender na Comunidade

Para compor a pesquisa no meio de desenvolvimento de soluções, uma parte importante é a viabilização de uma equipe interdisciplinar, o que foi viabilizado por meio da submissão de propostas de projeto MOVITA e STEAMLAB para o Edital Aprender na Comunidade da Pró-Reitoria de Graduação da USP. Tanto o MOVITA quanto o STEAMLab são “braços” articulados a partir de projetos de pesquisas de doutorado de alunos do PPGEE realizados no CITI/USP. Ambos os projetos participaram, no ano de 2020, do Edital 02/2020-2021: Programa Aprender na Comunidade da Pró-reitora de Graduação, com projetos singulares.

O edital em questão dispõe da visão de apoiar “atividades de ensino extramuros desenvolvidas por estudantes da USP como exercício de sua prática profissional”, instigando a promoção de interação entre áreas do conhecimento com foco na interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no processo de construção do conhecimento.

O MOVITA, coordenado pelos professores Dr. Marcelo Zuffo e Roseli Lopes e tendo como pesquisadora doutoranda responsável a Luma Carolina Câmara Gradim, é intitulado “MOVITA - desenvolvimento e aplicações de soluções tecnológicas em telerreabilitação para auxílio às terapias e no acompanhamento domiciliar em reabilitação de pessoas com deficiências e declínio no desempenho funcional”, e o STEAMLab, coordenado pela professora Dra. Roseli de Deus Lopes e tendo como pesquisador doutorando responsável o André Santana, é intitulado “STEAMLab- Explorando a Resolução de Problemas do Mundo Real e no Ensino Superior: Conectando Estudantes à Sociedade”.

Ambos os projetos foram aprovados com disposição de bolsas para alunos da graduação e um capital para custeio das atividades desenvolvidas no projeto

(informações do edital estão públicas e disponíveis online pelo site <https://prg.usp.br/aprender-na-comunidade/>).

Buscando promover maiores possibilidades de desenvolvimento de soluções voltadas a atender problemas do mundo real, por meio de uma equipe interdisciplinar, os projetos MOVITA e STEAMLab realizaram ações em parceria com o objetivo em comum de promover metodologias ativas de aprendizagem para estudantes de graduação a partir de experiências práticas para o desenvolvimento de uma solução aplicada a um problema real da comunidade, baseadas nas etapas da metodologia Startup Garage Innovation de *Stanford School* e MVP⁸.

As vivências dos alunos nesse projeto é uma oportunidade não somente para o surgimento de tecnologias avançadas de inovação, mas na formação de um ensino superior de qualidade, destacando habilidades e competências como: trabalho em equipe, pensamento crítico, auto gerenciamento, pesquisar e desenvolver soluções com aplicação na comunidade e comunicação interdisciplinar. Além disso, os estudantes também desenvolvem habilidades técnicas/práticas que envolvem o uso de ferramentas para prototipação, uso de plataformas digitais, gerenciamento de projeto e programação (GOULD, LEWIS, 1985).

O escopo dos projetos contemplou a realização de reuniões remotas em equipe (devido ao cenário de pandemia pelo COVID-19), desenvolvimento de atividades práticas como workshops e estudos direcionados para atender os objetivos do projeto, acompanhamento de atividades remotas com desenvolvimento de protótipos para solução tecnológica em telerreabilitação, visando o aprendizado dos alunos por meio de uma metodologia ativa de aprendizagem e desenvolvimento iterativo com abordagem centrada no usuário (UCD) (GOULD, LEWIS, 1985).

Duas áreas-chave desenvolvidas para um bom trabalho em equipe interdisciplinar são comunicação e gestão de informações e ações. Os encontros da equipe, formada pela parceria dos projetos MOVITA + STEAMLab, ocorreram com o auxílio de ferramentas para interação remota (*Google Meet, Google Drive, Google Agenda, Google Forms*) devido ao cenário de pandemia pelo COVID-19.

⁸ MVP é uma versão simplificada de um produto desenvolvido com o mínimo esforço para atender uma demanda específica.

Os encontros da equipe ocorreram quinzenalmente no primeiro semestre do ano para grupos de estudos de referenciais teóricos para entendimento de problemas reais de usuários de CR, estudo de metodologias de pesquisa voltadas para desenvolvimento de artefato na área da saúde, conhecimento de diferentes áreas de disciplinas envolvidas na equipe interdisciplinar e esboço de ideias para solução – brainstorming de ações.

No segundo semestre do ano, as reuniões foram intensificadas, ocorrendo semanalmente, para desenvolvimento de materiais e ferramentas para definição de ideias, aplicação de questionários com usuários de CR, vivência de workshops com temáticas específicas para auxiliar nas ações do projeto, desenvolvimento e prototipagem da solução a partir da ideia escolhida com produção de um MVP.

O projeto teve duração oficial de um ano pelo edital, com pedido de prorrogação para extensão de mais 4 meses para conclusão das atividades, devido ao período de pandemia pelo COVID-19. Portanto, o período total do projeto foi de 1 ano e 4 meses.

Na parceria dos projetos, foram levantadas seis possíveis soluções a serem desenvolvidas pelos alunos, todas considerando os problemas reais de usuários de CR. As possíveis soluções “radicais” levantadas foram:

1. Desenvolvimento de rodas motorizadas para ajudar na locomoção de locais sem acessibilidade;
2. App Gameterapia para exercícios posturais (possibilidade de realimentação dos treinos e acompanhamento para terapeuta e usuários);
3. Gameterapia de atividades posturais reais (jogos + informativos);
4. CR com movimento do apoio de pés automático em *open hardware* e *software*
5. CR motorizada com sensores de pressão nas almofadas para que, dependendo da pressão e do tempo, a cadeira emitisse um aviso sonoro, visual ou tátil para que a posição seja alterada. Poderia ter também uma interface visual que teria o celular como display.
6. Uma almofada pneumática com valor acessível.

As soluções foram avaliadas por meio de uma Escala Likert formada pelos números da sequência de Fibonacci, sendo escolhida a solução de maior nota dentre as seis possíveis. Com a definição da solução escolhida (junção entre as soluções 2 e 3), pautada no formato de soluções centradas em problemas reais de usuários de CR, com método científico, foi dada sequência nos passos seguintes para desenvolvimento de protótipo, com levantamento de ações necessárias.

As ações necessárias para o desenvolvimento de um protótipo envolveram desde o levantamento de recursos para o desenvolvimento da solução tecnológica para resolução de problemas de usuários de CR, plano de custos, articulação, em subequipes, para o levantamento de requisitos e regras de negócio, até a apresentação do conteúdo para a comunidade real.

Após o levantamento de todas as ações necessárias para desenvolvimento da solução escolhida, o próximo passo foi definir os papéis que cada integrante da equipe teria nas ações determinadas. Para esta etapa, foi utilizada a matriz RACI (ou gráfico de responsabilidades linear), uma ferramenta de gestão para definição e atribuição de responsabilidades dentro de uma equipe.

A matriz apresenta quatro funções diferentes que auxiliam na conclusão de tarefas de um projeto (ver Quadro 5).

Quadro 5 - Matriz RACI para definição de papéis dos integrantes da equipe no desenvolvimento do protótipo

Responsável	Quem executa a atividade
Autoridade	Quem toma decisões finais, em caso de dúvidas, na atividade
Consultado	Quem deve ser incluído nas discussões e eventualmente tira dúvidas
Informado	Quem precisa ser informado a respeito das decisões

Fonte: os autores, 2021.

Todos os itens descritos de ações necessárias para o desenvolvimento do protótipo da solução escolhida foram preenchidos com os componentes da matriz RACI. Algumas vezes, os alunos tiveram mais de um papel para cada ação, a fim de preencher todas as funções para cada item.

Para fins de acompanhamento das atividades realizadas no projeto a partir de encontros remotos da equipe, foram determinadas durante todas as etapas de projeto por período do ano, de acordo com cronograma abaixo (Quadro 6).

Quadro 6 - Cronograma de atividades vinculadas ao projeto MOVITA (Edital Aprender na Comunidade).

Cronograma de Atividades - MOVITA												
Ações/ Mês	2021											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Apresentação, estruturação de plataforma de comunicação para equipe e organização de encontros semanais	■											
Estudos dirigido de textos indicados – uma aproximação com o contexto de usuários de CR e treinamento em ferramentas de trabalho		■	■	■								
Construção de roteiro para entrevistas - coleta de dados com usuários de CR				■	■							
Desenvolvimento de propostas viáveis - brainstorming de ideias - Idealizar					■	■						
Definição de estratégias de desenvolvimento e estudo de mercado							■					
Definição de coleta de dados - fase de invenção e fase de desenvolvimento das soluções selecionadas								■	■	■	■	
Definir congressos e/ou periódicos para publicação de artigos e elaboração de materiais desenvolvidos para publicação dos resultados do projeto										■	■	
Vivência da Metodologia <i>Startup Garage Innovation</i>				■	■	■	■	■	■	■	■	
Produzir materiais para <u>Workshops</u> ⁹ , apresentar workshops e escrever artigos								■	■	■	■	■
Desenvolvimento de soluções em conjunto com a Comunidade										■	■	■
Conclusão do desenvolvimento do protótipo e divulgação dos resultados do projeto junto à comunidade												■

Fonte: os autores, 2021.

Em ações junto à comunidade, como previsto pelo edital, foram realizadas entrevistas remotas (via *Google Meet*) com pessoas reais da comunidade, usuários

⁹ Os workshops foram elaborados pelos estudantes de graduação, individualmente, de acordo com a área de disciplina de cada um, com propósito de apresentação de materiais de pesquisa voltados para a temática do desenvolvimento de soluções tecnológicas para o usuário final (comunidade). Os temas apresentados contemplados pelos Workshops foram: “Programação Física”; “Estruturação de Soluções Centradas no usuário”; “Design centrado no usuário e Desenvolvimento de serviços para problemas do mundo real”; “Design de Serviços, Microcontroladores e Internet das Coisas”; “Tecnologia Assistiva” e “Lean Startup”.

de CR, para levantamento de requisitos e alinhamento de proposta de valor da solução.

A partir da parceria entre MOVITA + STEAMLab, foram desenvolvidas soluções em três frentes (i) campanha de divulgação (2) inovação e produto e (3) construção de uma solução tecnológica para resolver problemas de usuários de CR.

A campanha de divulgação sobre a conscientização de adequação postural teve sua versão final em campanha analógica e digital. Para o desenvolvimento do produto - game digital para usuários de CR - foi utilizado como material de apoio o roteiro desenvolvido para a campanha e criado um roteiro desenvolvido para o jogo, ambos apresentando como referência principal o documento da OMS para usuários de CR e prestadores de serviços (OMS, 2011). O game foi desenvolvido na *game engine Unity 3D da Unity Technologies* pelos alunos, com a elaboração de um esboço e modelagem final do personagem principal para o desenvolvimento do protótipo de game digital, sendo um game na modalidade *runner*, em que o protagonista é um usuário de CR.

Tanto o material da campanha de divulgação quanto o produto desenvolvido – jogo interativo e informativo para usuários de CR sobre a prevenção de problemas posturais e lesões por pressão – foram incorporados no *Software* desenvolvido neste projeto.

Também, foi desenvolvido um “Protocolo de ações terapêuticas relacionadas a fatores envolvidos na possível ocorrência de lesões por pressão, contraturas e deformidades posturais”, com definição de atuações gerais em terapia com usuários de CR e específicas para mudanças posturais com funções de *tilt* e *recline* da CR. O desenvolvimento e a avaliação do protocolo foram etapas paralelas ao desenvolvimento de ações do projeto Aprender na Comunidade, tendo sido desenvolvido pela pesquisadora para agregar valores ao *software* e às ações da equipe interdisciplinar. O protocolo, bem como todo estudo e aplicação de suas etapas, está disponível no *E-book* da Rede EPDITA.

Apêndice F - Documento de Seleção de Bolsistas da Parceria entre os Projetos STEAMLAB e MOVITA (Edital Aprender na Comunidade)

Categoria: A

Unidade sede do Projeto: EP

Nome completo do coordenador: Marcelo Knorich Zuffo

Nome do Projeto: MOVITA - desenvolvimento e aplicações de soluções tecnológicas em tele reabilitação para auxílio à terapias e no acompanhamento domiciliar em reabilitação de pessoas com deficiências e declínio no desempenho funcional

Descritivo do Edital de Convocação e Processo de Seleção de Bolsas do Programa Aprender na Comunidade da Pró-Reitoria de Graduação (Edital 02/2020-2021)

O processo de convocação e seleção ocorreu em duas fases.

A **Fase 1** foi composta pela divulgação dos materiais em redes sociais e também com apoio de coordenações de cursos de graduação da Universidade de São Paulo (IME-USP: secmac@ime.usp.br, saol@ime.usp.br, cg@ime.usp.br; **Departamento de Terapia ocupacional:** Rosé Colom Toldrá <rosetoldra@usp.br>, Fatima Correa Oliver <fcoliver@usp.br>, Eucenir Fredini Rocha eucenir@usp.br; **Escola Politécnica**)

Materiais utilizados para divulgação da **Fase 1** podem ser visualizados abaixo.



Texto de Apoio divulgado nas redes sociais e por e-mail (Linkedin, Facebook, Página da USP)

Olá Pessoal!

Estamos com oportunidades para estudantes da Universidade de São Paulo, que queiram ser bolsistas do edital "Aprendendo com a comunidade".

Nesta iniciativa, sob coordenação da professora Roseli Lopes (EP-USP e IEA-USP), do professor Marcelo Zuffo (EP-USP) e com a participação do professor José Pompeo (FM-USP), atuaremos no desenvolvimento de soluções para resolver problemas do mundo real, centrados no usuário, com abordagens utilizadas em Startups Enxutas e focadas acompanhamento remoto de usuários de cadeira de roda por parte de profissionais da área da saúde!

O projeto é uma junção de propostas com forte interação com pesquisas de doutorado da Luma Carolina Gradim "MOVITA - desenvolvimento e aplicações de soluções tecnológicas em tele reabilitação para auxílio à terapias e na reabilitação domiciliar" e da pesquisa de doutorado do André Maciel Santana "STEAMLab - Explorando a resolução de problemas do mundo real no ensino superior: conectando estudantes à sociedade". Se você deseja ou conhece alguém que gostaria de participar, então: compartilha o nosso post e dá uma curtida para que estas oportunidades cheguem a mais pessoas!

Na Fase 1 os estudantes realizaram a inscrição por e-mail enviando sua intenção em participar do projeto e um portfólio.

Na Fase 2 os estudantes foram entrevistados, individualmente, via ferramenta Google Meet, em sessões de 30 minutos onde apresentaram suas principais motivações para participação do projeto e foram verificadas as adequações dos perfis dos estudantes para participação do projeto em questão. Os critérios de avaliação levados em consideração foram: (i) experiência em projetos de pesquisa e/ou extensão (ii) aderência aos temas dos projetos, que envolvem o projeto de soluções para problemas do mundo real e alinhados a tecnologia assistiva (iii) disponibilidade para dedicação da carga horária semanal requerida pelo edital da PRG-USP Aprender com a Comunidade.

ANEXO A - SUS: Escala de Usabilidade do Sistema (*System Usability Scale*)

Caro avaliador, esse questionário é destinado para a avaliação do sistema de telerreabilitação para acompanhamento e monitoramento remoto de usuários de cadeira de rodas.

Instruções:

O questionário consiste de 10 perguntas, com itens ímpares redigidos positivamente e itens pares redigidos negativamente. Para cada uma delas o usuário pode responder em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa Discordo Completamente e 5 Concordo Completamente.

O SUS engloba dois conjuntos de dados independentes, separados na escala por: Usabilidade (em 8 itens) e Aprendizagem (em 2 itens).

Efetividade (os usuários conseguem completar seus objetivos?)

Eficiência (quanto esforço e recursos são necessários para isso?)

Satisfação (a experiência foi satisfatória?)

Marcar apenas uma oval.

1. Acho que gostaria de usar este sistema com frequência. *

	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Achei o sistema desnecessariamente complexo. *

	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Achei o sistema fácil de usar. *

	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Acho que precisaria do suporte de um técnico para poder usar este sistema. *

	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Achei que as várias funções neste sistema estavam bem integradas. *

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Achei que havia muita inconsistência neste sistema. *

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse sistema muito rapidamente. *

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Achei o sistema muito complicado de usar. *

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Eu me senti muito confiante ao usar o sistema. *

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Eu precisava aprender muitas coisas antes de começar a usar este sistema. *

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- Pior imaginável
- Horrível
- Pobre
- Justa
- Boa
- Excelente
- Melhor imaginável

11. No geral, eu classificaria a facilidade de uso deste produto como: *

ANEXO C - QUEST 2.0: Questionário de Avaliação da Satisfação do Usuário com a Tecnologia Assistiva de Quebec

Recurso tecnológico: _____

Nome do usuário: _____

Data da avaliação: _____

O objetivo do questionário QUEST é avaliar o grau de satisfação com seu recurso de tecnologia assistiva e os serviços relacionados que você usou. O questionário consiste de 12 itens de satisfação.

- Para cada um dos 12 itens, avalie sua satisfação com o recurso de tecnologia assistiva e os serviços relacionados que experimentou, usando a seguinte escala de 1 a 5:

1	2	3	4	5
Insatisfeito	Pouco satisfeito	Mais ou menos satisfeito	Bastante satisfeito	Totalmente satisfeito

- Circule ou marque o número que melhor descreve seu grau de satisfação com cada um dos 12 itens.
- Não deixe nenhuma pergunta sem resposta.
- Em caso de algum item com o qual você não tenha ficado “totalmente satisfeito”, comente na seção comentários.

Obrigado por completar o questionário QUEST.

1	2	3	4	5
Insatisfeito	Pouco satisfeito	Mais ou menos satisfeito	Bastante satisfeito	Totalmente satisfeito
RECURSO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA				
Qual é o seu grau de satisfação com:				
1. as dimensões (tamanho, altura, comprimento, largura) do seu recurso de tecnologia assistiva? Comentários:				
			1	2
			3	4
			5	
2. o peso do seu recurso de tecnologia assistiva? Comentários:				
			1	2
			3	4
			5	
3. a facilidade de ajustar (fixar, afivelar) as partes do seu recurso de tecnologia assistiva? Comentários:				
			1	2
			3	4
			5	
4. a estabilidade e a segurança do seu recurso de tecnologia assistiva? Comentários:				
			1	2
			3	4
			5	
5. a durabilidade (força e resistência ao desgaste) do seu recurso de tecnologia assistiva? Comentários:				
			1	2
			3	4
			5	
6. a facilidade de uso do seu recurso de tecnologia assistiva? Comentários:				
			1	2
			3	4
			5	
7. o conforto do seu recurso de tecnologia assistiva? Comentários:				
			1	2
			3	4
			5	

1	2	3	4	5			
Insatisfeito	Pouco satisfeito	Mais ou menos satisfeito	Bastante satisfeito	Totalmente satisfeito			
RECURSO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA							
Qual é o seu grau de satisfação com: (continuação)							
8. a eficácia do seu recurso de tecnologia assistiva (o quanto seu recurso atende às suas necessidades)?							
Comentários:			1	2	3	4	5
SERVIÇOS							
Qual é o seu grau de satisfação com:							
9. o processo de entrega (procedimentos, tempo de espera) pelo qual você obteve o seu recurso de tecnologia assistiva?							
Comentários:			1	2	3	4	5
10. os reparos e a assistência técnica (manutenção) prestados para o seu recurso de tecnologia assistiva?							
Comentários:			1	2	3	4	5
11. a qualidade dos serviços profissionais (informações, atenção) que você recebeu pelo uso do seu recurso de tecnologia assistiva?							
Comentários:			1	2	3	4	5
12. os serviços de acompanhamento (serviços de suporte contínuos) recebidos para o seu recurso de tecnologia assistiva?							
Comentários:			1	2	3	4	5

- A seguir, consta uma lista com os mesmos 12 itens de satisfação. ESCOLHA OS 3 ITENS que você considera os mais importantes. Assinale um X nas 3 opções de sua escolha.

- | | |
|---|--|
| 1) Dimensões <input type="checkbox"/> | 7) Conforto <input type="checkbox"/> |
| 2) Peso <input type="checkbox"/> | 8) Eficácia <input type="checkbox"/> |
| 3) Ajustes <input type="checkbox"/> | 9) Entrega <input type="checkbox"/> |
| 4) Segurança <input type="checkbox"/> | 10) Reparos/assistência técnica <input type="checkbox"/> |
| 5) Durabilidade <input type="checkbox"/> | 11) Serviços profissionais <input type="checkbox"/> |
| 6) Facilidade de uso <input type="checkbox"/> | 12) Serviços de acompanhamento <input type="checkbox"/> |

B - QUEST

Folha de pontuação

Esta página destina-se à pontuação de suas respostas.

NÃO ESCREVA NESTA PÁGINA

- Número de respostas inválidas _____

- Pontuação subtotal de Recurso _____

Nos itens de 1 a 8, acrescente a pontuação das respostas válidas e divida essa soma pelo número de itens válidos nesta escala.

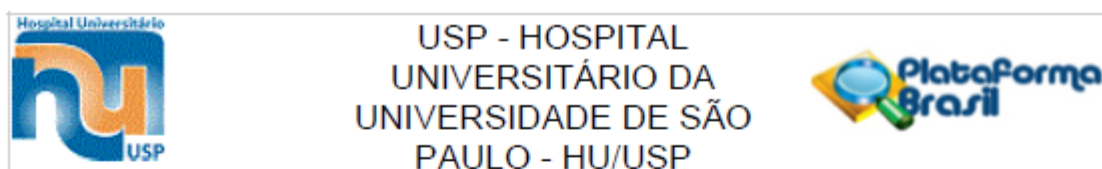
- Pontuação subtotal de Serviços _____

Nos itens de 9 a 12, acrescente a pontuação das respostas válidas e divida essa soma pelo número de itens válidos nesta escala.

ANEXO D - PSSUQ: Questionário de Usabilidade do Sistema Pós-estudo

PSSUQ Questionnaire PDF Template									
On a scale between <u>Strongly Agree</u> to <u>Strongly Disagree</u> , please rate the following statements:									
	Strongly Agree					Strongly Disagree			
PSSUQ	1	2	3	4	5	6	7	N.A.	
1. Overall, I am satisfied with how easy it is to use this system.									
2. It was simple to use this system.									
3. I was able to complete the tasks and scenarios quickly using this system.									
4. I felt comfortable using this system.									
5. It was easy to learn to use this system.									
6. I believe I could become productive quickly using this system.									
7. The system gave error messages that clearly told me how to fix problems.									
8. Whenever I made a mistake using the system, I could recover easily and quickly.									
9. The information (such as online help, on-screen messages, and other documentation) provided with this system was clear.									
	Strongly Agree					Strongly Disagree			
	1	2	3	4	5	6	7	N.A.	
10. It was easy to find the information I needed.									
11. The information was effective in helping me complete the tasks and scenarios.									
12. The organization of information on the system screens was clear.									
13. The interface of this system was pleasant.									
14. I liked using the interface of this system.									
15. This system has all the functions and capabilities I expect it to have.									
16. Overall, I am satisfied with this system.									
<p>Questions 1 to 16: Overall Questions 1 to 6: System Usefulness (SYSUSE) Questions 7 to 12: Information Quality (INFOQUAL) Questions 13 to 16: Interface Quality (INTERQUAL)</p> <p style="text-align: right;">Source: uiuxtrend.com</p>									

ANEXO E - Documento de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da USP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Sistema baseado em IoT para casos de tele reabilitação: contribuições para a funcionalidade e saúde de pessoas em cadeira de rodas

Pesquisador: LUMA CAROLINA CAMARA GRADIM

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 26600719.0.0000.0076

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.802.684

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Inalterados desde o início do projeto.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisadora encaminhou o projeto para CONEP, visto crer ser um dispositivo inédito, mas a análise de Brasília foi que não era necessária a avaliação deles. Ainda assim fizeram sugestões de modificação nos TCLEs. Enquanto se aguardava a tramitação na CONEP, a orientadora solicitou algumas modificações no texto, que não alteram o desenho da pesquisa nem seus objetivos. Solicitamos então a pesquisadora que executasse as modificações solicitadas tanto pela orientadora como as da CONEP e reenviasse o projeto de pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Feitas as modificações nos TCLEs pedidas por Brasília.

Recomendações:

Não existem.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não foram encontradas nem pendências ou inadequações neste projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Como o projeto já foi aprovado até por Brasília, faço uma aprovação "ad referendum" visando acelerar a execução do mesmo. Lembramos que cabe ao pesquisador elaborar e apresentar a este Comitê, relatórios parciais e final, de acordo com a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional

de Saúde, inciso XI.2, letra "d".



USP - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - HU/USP



Continuação do Parecer: 3.802.684

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1447574.pdf	14/01/2020 15:00:04		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_profissionais.docx	14/01/2020 14:59:25	LUMA CAROLINA CAMARA GRADIM	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_participantes.docx	14/01/2020 14:59:08	LUMA CAROLINA CAMARA GRADIM	Aceito
Outros	CadastroHU_Pesq_Luma.pdf	05/12/2019 09:39:58	Wilma Monteiro Frésca	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_CEP_LUMA.docx	27/11/2019 11:32:19	LUMA CAROLINA CAMARA GRADIM	Aceito
Brochura Pesquisa	PROJETO_PARA_CEP_LUMA.docx	27/11/2019 11:29:30	LUMA CAROLINA CAMARA GRADIM	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_ATUAL.docx	27/11/2019 10:36:47	LUMA CAROLINA CAMARA GRADIM	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	27/11/2019 10:35:43	LUMA CAROLINA CAMARA GRADIM	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 17 de Janeiro de 2020

Assinado por:
Mauricio Seckler
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Profª Lineu Prestes, 2565

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-000


UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-9457

E-mail: cep@hu.usp.br

ANEXO F - Relatório Parcial de Alterações no Projeto Original Enviado ao CEP

 <p style="text-align: center;">RELATÓRIO PARCIAL DE PROJETO DE PESQUISA (unicêntrico e multicêntrico) COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA USP</p>	
DADOS DO PROJETO	
1. Registro CEP-HU/USP: 3.802.684	2. CAAE: 26600719.0.0000.0076
3. Registro CONEP (se houver):	
4. Pesquisador Responsável: LUMA CAROLINA CAMARA GRADIM	
5. Equipe de Pesquisa: Luma Gradim (pesquisadora principal), Roseli de Deus Lopes (orientadora), Marcelo José Archanjo (pesquisador do IEA/CITI-USP), Daniel Marinho Cezar da Cruz (professor colaborador) e Marcelo Knörich Zuffo (professor colaborador) – Centro Interdisciplinar de Tecnologias Interativas (CITI-USP).	
6. Título do projeto: Sistema baseado em IoT para tele reabilitação: contribuições para a funcionalidade e saúde de pessoas em cadeira de rodas	
7. Citar a etapa em que o Estudo se encontra no momento: Coleta de dados – validação e aplicação de questionários; desenvolvimento de software parte do sistema.	
8. Informar e justificar alterações ocorridas no Estudo e no Cronograma proposto no início do Trabalho:	
<p>9. RESUMO DOS RESULTADOS (breve resumo de no máximo 600 palavras):</p> <p>Dois artigos científicos desenvolvidos e submetidos para revistas científicas internacionais com impacto na área da engenharia e na área interdisciplinar, estando um já aprovado e publicado e o outro em análise. Os artigos apresentaram resultados preliminares sobre: a) desenvolvimento e aplicação de tecnologias IoT para cadeiras de rodas motorizadas e; metodologias ativas e centradas no usuário com abordagem interdisciplinar voltada para desenvolvimento de soluções tecnológicas de inovação no campo.</p> <p>Ainda, foram escritos e submetidos 3 trabalhos para congressos, sendo 2 deles via apresentação oral para o congresso internacional de terapia ocupacional, o 18th International Congress of the World Federation of Occupational Therapists to be held from 27 - 30 March 2022 in Paris, France e um para o 21º Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS) que se realizou no período de 15 a 18 de junho de 2021 na cidade de Curitiba, Paraná, BR.</p> <p>Foi escrito um projeto para o Edital 02/2020-2021 Programa Aprender na Comunidade da Pró-Reitoria de Graduação, intitulado MOVITA - desenvolvimento e aplicações de soluções tecnológicas em tele reabilitação para auxílio à terapias e no acompanhamento domiciliar e reabilitação de pessoas com deficiências e declínio no desempenho funcional. O projeto coordenado pelo professor Marcelo Knörich Zuffo, coordenador do Centro Interdisciplinar de Tecnologias Interativas (CITI-USP), envolve apoiar atividades de ensino extramuros desenvolvidas por estudantes da USP como exercício para a prática profissional. Dentre as diversas atividades propostas no projeto, uma delas contempla auxiliar no desenvolvimento do software do projeto de pesquisa de doutorado em questão, que necessita de desenvolvedores para fase de prototipação e desenvolvimento de solução tecnológica, oferecendo, ainda, o envolvimento da comunidade acadêmica e social em uma fase de prototipação e avaliação de tecnologia. O projeto foi aprovado e está em andamento com atividades remotas quinzenais envolvendo alunos bolsistas de áreas diversas e metodologias ativas de aprendizado para busca de soluções tecnológicas com usuários com deficiência e declínio funcional.</p>	

<p>Após a qualificação de doutorado, houve mudanças para refinamento do texto, principalmente em objetivos e metodologia.</p> <p>Refinamento dos objetivos, sendo eles:</p> <p>OBJETIVOS</p> <p>Desenvolver um sistema eletrônico de monitoramento para reabilitação, baseado em IoT, para acompanhamento remoto de funcionalidades de posicionamentos da cadeira de rodas (tilt e recline) programáveis pelos profissionais para os usuários finais.</p> <p>Para atingir este objetivo principal, faz-se necessário obter os seguintes objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a arquitetura do sistema, baseado em IoT, incluindo componentes necessários para o monitoramento remoto de posicionamentos de usuários em cadeira de rodas, com definição de metas, lembrete de realização e feedback (sistema bidirecional usuário – profissional); • Desenvolver um sistema eletrônico, baseado em IoT, integrando sistemas tecnológicos de informação e comunicação e suporte profissional voltados para atender as necessidades do usuário; • Realizar uma avaliação formativa e de usabilidade do protótipo de um sistema eletrônico de monitoramento remoto para reabilitação; • Identificar as reais necessidades de usuários de cadeira de rodas e dos profissionais de saúde, dentro da proposta de seguimento domiciliar sobre os posicionamentos e monitoramento destes, bem como os dados na prática terapêutica para mudanças posturais no uso de cadeira de rodas; • Desenvolver e avaliar um protocolo para implementação de um sistema eletrônico na reabilitação de prevenção de agravos, como as lesões por pressão, a partir de mudanças de posicionamentos em cadeira de rodas; • Avaliar a usabilidade e o nível de satisfação dos usuários com relação ao sistema eletrônico desenvolvido. 	<p>Resumo do refinamento metodológico:</p> <p>A fim de obter uma coleta de dados fidedigna a uma situação real, definimos a classe de problemas de usuários de CR que realizam acompanhamento terapêutico com retornos aos serviços de saúde, com base em evidências científicas e pesquisas realizadas anteriormente (GRADIM, 2016). Esta pesquisa foi encaminhada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CEP do Hospital Universitário da USP, sob o número CAAE: 26600719.0.0000.0076.</p> <p>Para obter uma avaliação coesa e fiel aos objetivos propostos neste trabalho, foram utilizados os instrumentos de pesquisa a fim de identificar os parâmetros necessários. Os instrumentos utilizados foram um conjunto de avaliações, questionários, entrevistas, observações e questionários validados e padronizados. Todos os instrumentos foram estudados para atender os dados necessários para obtenção dos resultados desta pesquisa (VENSTEVENS et al., 2009).</p> <p>Após o processo de entrega do termo de consentimento assinado, foram coletados, a partir de questionários semiestruturados e elaborados pelos pesquisadores autores, dados sobre o perfil e características físicas, estruturais e de saúde de cada participante, especificidades da cadeira de rodas, bem como do acesso e uso aos serviços de saúde; questionários para os profissionais de saúde e para os pesquisadores especialistas em tecnologia.</p> <p>Com relação ao nível de aceitabilidade e usabilidade dos usuários para com o sistema, foi aplicado a SUS, o questionário pós-cenário (ASQ) e o QUEST 2.0, validado específico para este objetivo, após as coletas e usos do sistema. Também, foi realizada uma avaliação formativa do sistema por usuários finais na primeira fase do protótipo já que esta avaliação é, normalmente, realizada quando o produto está no estágio inicial de seu desenvolvimento, a fim de identificar e resolver problemas que influenciam na experiência do usuário (CAMPEAU-VALLERAND ET AL, 2019). E, ao final de todo o desenvolvimento do sistema, foi aplicado o PSSUQ.</p> <p>Para formalização, foi realizado um protocolo desta pesquisa, com definição de pontos observáveis embasados por estudos anteriores, referências dentro da temática, que avaliaram requisitos necessários para a aplicação de sistemas como o desta pesquisa em questão (DABBS, 2009; CAMPEAU-VALLERAND ET AL, 2019; KRYGER ET AL, 2019; AMANN, ET AL, 2020).</p>
--	--

10.PUBLICAÇÃO – informar a quantidade de publicações por tipo. Citar as datas (anexar cópia da publicação)	
Artigos publicados	Indexados na base ISI: Em periódicos: L. C. Câmara Gradim, M. Archanjo José, D. Marinho Cezar da Cruz and R. de Deus Lopes, "IoT Services and Applications in Rehabilitation: An Interdisciplinary and Meta-Analysis Review," in IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, vol. 28, no. 9, pp. 2043-2052, Sept. 2020, doi: 10.1109/TNSRE.2020.3005616. https://ieeexplore.ieee.org/document/9127531
Pôsteres/ Temas Livres/ Anais	Nacional:
	Internacional:
Trabalho de Conclusão de Curso	Iniciação Científica:
	Residência:
Livros:	
Capítulos de Livro:	
Teses:	
Dissertações:	
Outros (citar o tipo):	