



Evento	Salão UFRGS 2020: FEIRA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA UFRGS - FINOVA
Ano	2020
Local	Virtual
Título	Otimização de um manequim simulador de punção venosa
Autores	BRUNA DA SILVA CONTER GEANA SILVA DO SANTOS
Orientador	CARLA SCHWENGBER TEN CATEN

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Geana Silva do Santos

**PROJETO DE PESQUISA: OTIMIZAÇÃO DE UM MANEQUIM SIMULADOR DE
PUNÇÃO VENOSA**

Porto Alegre
2019

GEANA SILVA DO SANTOS

PROJETO DE PESQUISA: OTIMIZAÇÃO DE UM MANEQUIM SIMULADOR DE PUNÇÃO
VENOSA

Projeto de pesquisa submetido e aprovado pela FAPERGS, edital pesquisador gaúcho 05/2019, sendo parte da pesquisa de Doutorado em Engenharia de Produção, modalidade acadêmica, da doutoranda Geana Silva do Santos.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Perez Bergmann
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Carla Schwengber ten Caten

Porto Alegre
2019

RESUMO

A punção venosa, colocação de um cateter na veia para infusão de medicação ou coleta de sangue, é um dos procedimentos invasivos mais realizados mundialmente na área da saúde (SANDSTRÖM; FORSBERG, 2018). Porém, há estimativa de falhas entre 10-40% nas primeiras tentativas de punção (PIREDDA et al. 2019). Esse tipo de movimento requer complexa habilidade visual-motora e experiência clínica, uma vez que erros na inserção da agulha podem causar traumas e desconforto para o paciente (FORSBERG; ENGSTRÖM, 2018). É importante adquirir habilidades nessa técnica e praticar o procedimento em simuladores de braço antes de tocar nos pacientes. Assim, objetivo geral deste estudo é otimizar o protótipo de um manequim simulador de punção venosa (braço híbrido) e aplicá-lo junto aos profissionais da saúde. Será utilizada uma metodologia exploratória e experimental, englobando conhecimentos de Engenharia de Produção, de Materiais e Design Thinking em interdisciplinaridade com a Enfermagem. O estudo será dividido em três etapas: científica-mercadológica, produtiva e inovadora, que serão aplicadas em 24 meses de duração, de 2020 a 2022, tendo a UFRGS como sede. Até o momento, foram realizadas buscas nas bases Embase, PubMed e Cinahl, onde foram incluídos 29 artigos, além de 49 artigos de literatura cinza, entre os anos de 2010 a 2019. A busca por patentes foi realizada nas bases Derwent Innovations Index, Espacenet, INPI, WIPO (patentscope), USPTO, CPO (China Patent & Trademark Office), JPO - Japan Patent Office, CIPO - Canadian Intellectual Property Office e Google Patents, onde foram selecionados 12 registros, entre os anos de 2014 a 2019. Para pesquisa mercadológica foi realizada busca no Google e encontrados 26 modelos comercializados de braço simulador de punção venosa, nacional e internacionalmente. Tal pesquisa contribuirá para o ensino-aprendizado dos procedimentos parenterais utilizando um manequim simulador de punção venosa (braço híbrido), aperfeiçoado para tais técnicas e consequentemente garantindo a segurança dos pacientes.

TÍTULO DO PROJETO: Otimização de um manequim simulador de punção venosa.

Aluno(a): Bruna da Silva Conter

Orientador(a): Carla Schwengber ten Caten

RESUMO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO BOLSISTA

A bolsista realizou o levantamento das etapas que compõem os procedimentos de punção venosa, levantamento das empresas fabricantes de simuladores para educação em saúde, contato via e-mail e telefone com os fabricantes de simuladores e pesquisa sobre os materiais para confeccionar o protótipo. As metodologias utilizadas e os resultados obtidos estão no resumo acima.

SUMÁRIO

1 EQUIPE	04
1.1 PROPONENTE	04
1.2 EQUIPE DE PESQUISA	04
2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	05
3 OBJETIVOS E METAS	
3.1 OBJETIVO GERAL	08
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	08
3.3 METAS	08
4 METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO	09
5 RESULTADOS E IMPACTOS ESPERADOS	13
6 CRONOGRAMA, RISCOS E DIFICULDADES	14
7 ORÇAMENTO	17
REFERÊNCIAS	18

1 EQUIPE

1.1 PROPONENTE

Nome: Carla Schwengber ten Caten

Possui Doutorado em Engenharia de Materiais (1999), Mestrado em Engenharia de Produção (1995), Graduação em Engenharia Civil (1992) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS e Graduação em Educação Física (1989) pelo Instituto Metodista de Porto Alegre-IPA (1989), Porto Alegre, RS. É Professora titular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e atualmente é vice-diretora da Escola de Engenharia da UFRGS (2013-atual), diretora da Incubadora Tecnológica Hestia (2013-atual), coordenadora do LIFEE-Laboratório de Inovação e Fabricação Digital da Escola de Engenharia (2013-atual), coordenadora do Programa Doutorado Acadêmico para Inovação-DAI. Tem experiência na área de Engenharia de Produção com ênfase em Engenharia da Qualidade, atuando principalmente nos seguintes temas: Gestão e Controle da Qualidade; Controle Estatístico de Processos; Metrologia, Projeto de Experimentos (DOE); Pesquisa, Desenvolvimento e Otimização de Produtos e Processos, Inovação Tecnológica, Ecossistemas de Inovação e Ensino de Engenharia.

1.2 EQUIPE DE PESQUISA

Participarão da equipe profissionais da UFRGS que fazem parte de um grupo de pesquisa voltado ao desenvolvimento de sistemas produtos-serviços para a saúde (Quadro 1).

Nome	Link Currículo <i>Lattes</i>	Instituição	Função
Carla Schwengber ten Caten	http://lattes.cnpq.br/2048340677678671	PPGEP UFRGS	Coordenadora
Carlos Perez Bergmann	http://lattes.cnpq.br/0602934516253730	PPG3M UFRGS	Pesquisador
Geana Silva dos Santos	http://lattes.cnpq.br/3598633827453851	PPGEP UFRGS	Aluna de Doutorado
Ana Luisa Petersen Cogo	http://lattes.cnpq.br/0437963439648529	PPGENF UFRGS	Pesquisadora
Aline Marian Callegaro	http://lattes.cnpq.br/8400712095769930	PPGEP UFRGS	Pesquisadora
Luis Henrique Alves Candido	http://lattes.cnpq.br/5480346734351382	PPGDESIG N	Pesquisador

		UFRGS	
Thaís Helena Schneider	http://lattes.cnpq.br/3327289521855558	DESIGN UFRGS	Acad. Design
Bruna da Silva Conter	http://lattes.cnpq.br/8058759852167661	ENFERMA GEM UFRGS	Acad. Enfermagem

5

Quadro 1. Equipe de pesquisadores

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A punção venosa, colocação de um cateter na veia para infusão de medicação ou coleta de sangue, é um dos procedimentos invasivos mais realizados mundialmente na área da saúde (SANDSTRÖM; FORSBERG, 2018). Porém, há estimativa de falhas entre 10-40% nas primeiras tentativas de punção (PIREDDA et al. 2019). Estudos referem um alto risco de complicações, dependendo da performance no procedimento, podendo chegar a um índice de 80% de casos de flebite (inflamação da veia) (UNG et al. 2002).

Frequentemente, profissionais da saúde precisam fazer ajustes na orientação da inserção da agulha, em tempo real, durante a prática de punção venosa. Esse tipo de movimento requer complexa habilidade visual-motora e experiência clínica, uma vez que erros na inserção da agulha podem causar trauma, desconforto para o paciente com consequente aumento da dor, sangramento interno (hematoma), entre outros (FORSBERG; ENGSTRÖM, 2018). Assim, é importante adquirir habilidades nessa técnica e praticar o procedimento em simuladores de braço antes de tocar nos pacientes. Com o advento da segurança do paciente faz-se necessário o investimento em educação e tecnologias que permitam uma formação acadêmica completa e abrangente.

As empresas precisam renovar-se continuamente para sobreviverem no atual ambiente de negócios altamente competitivo e onde clientes e tecnologias mudam rapidamente. O desenvolvimento de produtos inovadores tem sido reconhecido como o principal meio de renovação das empresas. Nesse sentido, a inovação é um processo iterativo dado pela percepção de um novo mercado ou serviço, para uma tecnologia proveniente de uma invenção. A inovação também lidera atividades de desenvolvimento, produção e marketing num esforço contínuo para o sucesso comercial da invenção (XIN; YEUNG; CHENG;2010).

O desenvolvimento de um produto é um processo complexo, portanto é necessária a visão de diferentes áreas de conhecimento incluindo a engenharia de materiais, de produção, design, economia, marketing, entre outras. Neste contexto, as Ciências da saúde cada vez

mais buscam solucionar os problemas de pesquisa integrando equipes multidisciplinares, com participantes que associam suas habilidades de engenharia e outras ciências físicas às ciências da vida (SHINE, 2004).

Na área da educação na saúde, uma metodologia que vem sendo difundida é a simulação, a qual contribui na transição de ambientes laboratoriais, onde os acadêmicos podem errar para aprimorar as técnicas e executar procedimentos sem temer os danos, para a assistência real a pacientes. As simulações humanizam o ensino, contribuem para o controle do estresse emocional dos acadêmicos e estimulam a reflexão crítica sobre procedimentos e condutas profissionais. Para tal metodologia é utilizado um manequim simulador definido como um objeto físico na qual uma série de tarefas pode ser realística e dinamicamente realizada (JABIR, 2012). Quando um simulador combina instrumentos reais e modelos simulados, ou vice e versa, por exemplo, uso do aparelho de endoscopia real e uma interface virtual simulando a árvore brônquica, ele pode ser caracterizado como híbrido. Simuladores utilizados próximo ao corpo como continuação da superfície corporal do indivíduo, também são considerados híbridos (GARDNER, 2007).

Hubner (2015) desenvolveu um conceito e um protótipo de manequim simulador para práticas de procedimentos injetáveis, denominado “braço híbrido” (Figura 1). Trata-se de um produto inovador para práticas educativas que simulam procedimentos injetáveis como a punção venosa, injeção intramuscular, subcutânea, entre outros. Tal manequim torna a simulação mais realista no momento em que aumenta a interação entre aprendizes e permite a aquisição de habilidades técnicas de forma ética e segura para seus usuários. Devido a sua originalidade foi realizada a patente (BR102016025584-8) no INPI (Instituto Nacional de Propriedade Intelectual), pela UFRGS.



Figura 1. Protótipo do manequim simulador de punção venosa (Braço Híbrido). Fonte: Hubner, 2015.

Durante o desenvolvimento do braço híbrido foram aplicadas diversas ferramentas de engenharia e design, com enfoque na educação em saúde. Contudo, tal protótipo ainda precisa ser otimizado, a fim de ser colocado em uso nas práticas educativas de simulação, além de outros estudos quanto à qualidade, à segurança e à ergonomia dessa utilização.

Dentre as **justificativas** para esse estudo está o processo de desenvolvimento de produtos, que é um tema recorrente nas engenharias, porém ainda apresenta lacunas quando o foco são produtos para a saúde sendo necessária uma maior interação entre as duas áreas. Ainda, a atual conjuntura nacional exige que o Brasil tenha domínio sobre o conhecimento científico-tecnológico em áreas estratégicas. Dessa forma, é possível tornar o país independente em relação ao mercado externo, no que se refere à aquisição de equipamentos e tecnologia estrangeiros. Entretanto, é inexistente publicações sobre o desenvolvimento de manequins simuladores para educação na saúde no escopo nacional.

3 OBJETIVOS E METAS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é otimizar o protótipo de um manequim simulador de punção venosa (braço híbrido) e aplicá-lo junto aos profissionais da saúde.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) levantar informações sobre simuladores de punção venosa nas bases de evidências científicas e nas empresas (nacionais e internacionais) fabricantes de manequins simuladores para educação em saúde;

b) otimizar um manequim simulador para punção venosa (braço híbrido) segundo requisitos mínimos viáveis para a produção e escalabilidade do mesmo;

c) aplicar o protótipo como teste piloto com profissionais e acadêmicos da saúde a fim de validar o produto para o mercado de simulação nacional.

3.3 METAS

i) Estudo das etapas dos procedimentos parenterais, os quais o braço híbrido deve simular, de acordo com as melhores práticas baseadas em evidências;

ii) Levantamento de informações como: materiais, preços, características dos simuladores de punção venosa comercializados atualmente a nível nacional e internacional;

iii) Comparação do que é preconizado nas melhores práticas baseadas em evidências com o que é oferecido pelos simuladores comercializados atualmente;

iv) Consulta aos especialistas da saúde, engenharia e design, e aos usuários de laboratórios de simulação para avaliação do relatório comparativo.

v) Otimização do protótipo de um manequim simulador para punção venosa (braço híbrido), de acordo com os achados anteriores, transformando no produto mínimo viável (MVP);

vi) Aplicação do protótipo otimizado como teste piloto com profissionais e acadêmicos da saúde a fim de validar o MVP para o mercado de simulação nacional.

4 METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO

Esta pesquisa engloba conhecimentos de Engenharia de Produção, Engenharia de Materiais e *Design Thinking* em interdisciplinaridade com a Enfermagem. Utilizará uma **metodologia exploratória e experimental**, fazendo uso de ferramentas mistas.

Escolheu-se como desenho de pesquisa o modelo de *Design Thinking* proposto por Vianna et al. (2012) uma vez que os autores utilizam a pesquisa com aplicação prática utilizando diferentes casos reais do mercado, para exemplificar como a inovação foi alcançada. Os autores delimitam quatro fases de desenvolvimento: imersão, análise e síntese, ideação e prototipação. O método é finalizado com a transformação da inovação em negócio.

A imersão ocorre quando a equipe do projeto aborda o contexto do problema com diferentes pontos de vista. Na fase de análise e síntese é o estágio de organização das informações coletadas, identificando padrões e levantando desafios para entender o problema. Na ideação é o momento de gerar ideias inovadoras aplicando ferramentas de brainstorming e workshops, por exemplo. Já na prototipação é quando as ideias tornam-se tangíveis para serem testadas e validadas. Por fim, como parte da implementação de soluções faz-se necessário que ideias inovadoras sejam transformadas em novos negócios. Para tanto pode-se aliar o processo de *Design Thinking* a outras práticas como: desenvolvimento rápido, *lean Start-up* e gamificação, trazendo soluções mais robustas para o mercado (VIANNA et al., 2012).

Serão utilizadas ferramentas de engenharia para o levantamento de dados, a gestão dos requisitos e otimização do conceito de manequim simulador para punção venosa (braço híbrido) como o check list, as matrizes de Sistemas Subsistemas e Componentes (SSC's) de produto, morfológica e de Pugh (FACCIO; ECHEVESTE, 2010; ROZENFELD et al., 2006; PAHL et al., 2007; MARX, 2009; YOUNG, 2003).

Na Matriz de Sistemas Subsistemas e Componentes as funções do produto são identificadas e desmembradas (ROZENFELD et al., 2006). O desdobramento das funções do produto até o detalhamento dos SSC's ocorre da seguinte forma: a partir da lista de requisitos são definidas as funções dos produtos, para as quais se determinam os princípios de solução, ocorrendo a seleção de um conceito final com o auxílio de ferramentas como a Matriz de Pugh (ULRICH; EPPINGER, 2000; FACCIO; ECHEVESTE, 2010; WARBURTON, 2004).

A Matriz Morfológica cruza as funções do produto com os princípios de solução que são maneiras diferentes de executar a mesma função e desenhar alternativas (FACCIO; ECHEVESTE, 2010). É utilizada no trabalho criativo, pois amplia as possibilidades de combinações e recombinações entre os componentes servindo de inspiração para novas ideias

(MANO, 2013). Essa matriz auxilia a equipe a construir os possíveis conceitos que serão selecionados posteriormente na busca de uma solução ótima para atender os requisitos do produto (ROZENFELD et al., 2006).

A Matriz de Pugh é uma ferramenta simples para a seleção entre os possíveis conceitos do produto. Nesta ferramenta escolhe-se uma concepção como referência e outras concepções são comparadas com essa referência, podendo ser definido um escore melhor que (+1), igual (=0) ou pior que (-1), a mesma. Um escore é montado para a comparação entre as concepções e a seleção final é dada pelo conceito que melhor balanceia os requisitos (ULRICH; EPPINGER, 2000; ROZENFELD et al., 2006; FACCIO; ECHEVESTE, 2010; WARBURTON, 2004).

As ferramentas de Design escolhidas para esta proposta de pesquisa são: *trends expert interview*, *publications research*, *user journey map*, *summary framework*, prototipação e *vision statement*.

A *trends expert interview* (entrevista com especialistas em tendências) é uma conversa com especialistas a fim de identificar tendências, últimos desenvolvimentos e futuros possíveis. A *publications research* (pesquisa de publicações) busca descobrir o que está sendo escrito e publicado sobre aspectos do contexto. O *user journey map* (mapa da jornada do usuário) é o mapeamento da jornada do usuário através do contexto. O *summary framework* (quadro resumido) trata da criação de um quadro resumindo os insights chave para análise e contem informações abrangentes para discussão. A prototipação abrange a construção de um produto mínimo viável com materiais que poderão ser utilizados no produto final. E a *vision statement* (visão descritiva) é a visão do produto mostrando o resultado da inovação e como será alcançada preferencialmente de modo ilustrativo (KUMAR, 2013).

A estratégia de ação para o desenvolvimento deste estudo será aplicada em três grandes etapas conforme segue abaixo, sendo cada uma relacionada aos objetivos específicos referidos anteriormente.

- 1) Científica-Mercadológica – será realizado o estudo e levantamento das etapas que compõem os procedimentos de: punção venosa, injeção intramuscular, intradérmica e subcutânea, os quais o braço híbrido deve simular, de acordo com as melhores práticas baseadas em evidências. Após, será feito o levantamento das empresas fabricantes (nacionais e internacionais) de simuladores para educação em saúde utilizando-se a lista de empresas citadas na dissertação de Hubner (2015) além das demais que serão pesquisadas. Caso as informações não estejam disponíveis nos sites das empresas, será

feito contato via e-mail ou telefone com as mesmas. A partir dos levantamentos científico e mercadológico, será feita uma comparação na forma de *check list* do que é preconizado nas melhores práticas baseadas em evidências com o que é oferecido pelos simuladores comercializados atualmente.

- 2) **Produtiva** – serão consultados especialistas da saúde, engenharia e design, e de usuários de laboratórios de simulação para avaliação do relatório comparativo. Será otimizado o manequim simulador para punção venosa (braço híbrido), de acordo com os achados anteriores no intuito de chegar ao MVP.
- 3) **Inovadora** – o produto otimizado será aplicado como teste piloto com profissionais e acadêmicos da saúde a fim de validá-lo como MVP para o mercado de simulação nacional. Os achados serão divulgados em eventos científicos e nos ecossistemas de inovação com vistas ao licenciamento e comercialização do braço híbrido.

No Quadro 2 segue a estratégia de ação relacionando as metas com as etapas em que serão cumpridas e as ferramentas que serão aplicadas.

Metas	Etapas	Ferramentas
Estudo das etapas dos procedimentos parenterais os quais o braço híbrido deve simular, de acordo com as melhores práticas baseadas em evidências.	1 Científica-merc adológica	a) <i>Check list</i> ; b) <i>Publications Research</i> ;
Levantamento de informações como: materiais, preços, características dos simuladores de punção venosa comercializados atualmente a nível nacional e internacional.		
Comparação do que é preconizado nas melhores práticas baseadas em evidências com o que é oferecido pelos simuladores comercializados atualmente.		
Consulta aos especialistas da saúde, engenharia e design, e aos usuários de laboratórios de simulação para avaliação do relatório comparativo.	2 Produtiva	c) <i>User journey map</i> d) <i>Trends expert interview</i> e) <i>Summary framework</i> f) Matrizes de Sistemas Subsistemas e Componentes (SSC's) de produto g) Matriz morfológica h) Prototipação
Otimização do protótipo de um manequim simulador para punção venosa (braço híbrido), de acordo com os achados anteriores, transformando no produto mínimo viável (MVP).		

Aplicação do protótipo otimizado como teste piloto com profissionais e acadêmicos da saúde a fim de validar o MVP para o mercado de simulação nacional.

3
Inovadora

- i) *Vision statement*
- j) *Matriz de Pugh*

12

Quadro 2. Estratégia de ação: metas, etapas a serem cumpridas e ferramentas.

Devido à coleta de informações e entrevistas, envolvendo seres humanos, será necessário encaminhar este projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEPE) da UFRGS, para avaliação e aprovação. Serão respeitadas as normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos, segundo Conselho Nacional de Saúde, Resolução nº466 de 12 de dezembro de 2012 (BRASIL, 2012).

5 RESULTADOS E IMPACTOS ESPERADOS

Os resultados esperados na conclusão desta pesquisa são: otimizar o protótipo de um manequim simulador de punção venosa (braço híbrido) e aplicá-lo junto aos profissionais da saúde. Espera-se impactar positivamente na educação desses profissionais de forma que o ensino-aprendizado dos procedimentos parenterais possam ser simulados e aperfeiçoados antes do contato com o paciente.

Em 2017, os hospitais brasileiros registraram seis mortes, a cada hora, causadas por “eventos adversos graves”, ou seja, por erros, falhas assistenciais ou processuais ou infecções, dentre estas infecções relacionadas ao dispositivo intravascular. A estimativa é de que mais de quatro óbitos seriam evitáveis. Dessa forma, é urgente que se invista na capacitação da força de trabalho do sistema de saúde nacional, para que seja oferecida saúde de qualidade à população. Todos os profissionais componentes da equipe devem ser bem formados e treinados continuamente ao longo da carreira profissional (COUTO et al. 2018; FORSBERG; ENGSTRÖM, 2018).

Além disso, espera-se cumprir com todas as etapas estabelecidas anteriormente (científica-mercadológica, produtiva e inovadora) com o propósito não só de seguir o método de pesquisa, importante para a academia, mas também entregar um produto comercializável para a sociedade. Assim, os resultados da pesquisa serão apresentados à sociedade por meio de artigos em eventos e periódicos da área e o produto final será ofertado na vitrine tecnológica da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico (SEDETEC/UFRGS) para licenciamento da patente.

6 CRONOGRAMA, RISCOS E DIFICULDADES

A duração prevista para o projeto de pesquisa é de vinte e quatro meses (2 anos), com início em 02/01/2020 e término em 02/01/2022 dividindo-se as atividades em semestres (Quadro 3). Tal pesquisa faz parte de uma tese de doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, na UFRGS.

O primeiro ano é reservado para o cumprimento da etapa um (científica-mercadológica) onde serão feitos os levantamentos de informações necessárias e as devidas comparações entre literatura e produtos comercializados. Diante do relatório comparativo serão identificadas as lacunas onde será trabalhada a otimização do manequim simulador de punção venosa (braço híbrido). Além disso, também será encaminhado para aprovação no CEPE/UFRGS, cumprindo os requisitos éticos.

Os riscos e dificuldades da primeira etapa são relacionados ao contato com as empresas para tratar dos simuladores, uma vez que é possível encontrar barreiras como os segredos industriais envolvidos. Porém, tal dificuldade poderá ser contornada através de buscas em bancos de patentes (literatura cinzenta) não inviabilizando a pesquisa. Outro risco seria a aprovação do projeto no CEPE em tempo hábil para a realização das entrevistas com os especialistas e o teste piloto, por isso o cronograma será rigidamente seguido sendo o projeto encaminhado no primeiro semestre.

As etapas dois e três (produtiva e inovadora) iniciarão a partir do segundo semestre do primeiro ano e continuarão até o término do projeto no último semestre do segundo ano, completando os 24 meses de planejamento. Serão consultados especialistas da saúde, engenharia e design, bem como usuários de laboratórios de simulação, para avaliação do relatório comparativo. Desde os primeiros semestres ocorrerão testes com componentes eletrônicos, diferentes materiais para formar a pele, veias e camada de proteção, maneiras de adaptar tais camadas, etc. A prototipação é essencial nos estágios iniciais uma vez que é natural ocorrerem falhas durante o desenvolvimento de um produto inovador, devendo ser identificadas e corrigidas até chegar ao MVP como produto final. Também será o momento de validar o protótipo otimizado através de testes pilotos com profissionais e acadêmicos da saúde.

Os riscos e dificuldades esperados na segunda e terceira etapa são relacionados à compra de alguns materiais importados que podem ter um longo prazo de entrega. Dessa forma, espera-se adquirir estes materiais a partir do segundo semestre no intuito de não

prejudicar a prototipação. Além disso, por se tratar o braço híbrido de um produto inovador há o risco da não validação e aceite do mesmo junto aos especialistas e nos testes piloto com os usuários finais. Os pesquisadores entendem tal risco e sabe-se que, de qualquer forma, a pesquisa será útil como um experimento seminal de desenvolvimento de um manequim simulador para punção venosa, a nível nacional.

O cronograma também engloba a apresentação dos resultados parciais em eventos nacionais e internacionais, desde o segundo semestre, no intuito de divulgar de forma transparente a pesquisa e como contrapartida social.

Etapas	Objetivos Específicos	Metas	Atividades		
1 Científica-mercado	Levantar informações sobre simuladores de punção venosa nas bases de evidências científicas e nas empresas (nacionais e internacionais) fabricantes de manequins simuladores para educação em saúde.	1) Estudo das etapas dos procedimentos parenterais os quais o braço híbrido deve simular, de acordo com as melhores práticas baseadas em evidências.	Levantamento das etapas que compõem os procedimentos de: punção venosa, injeção intramuscular, intradérmica e subcutânea.		
		2) Levantamento de informações como: materiais, preços, características dos simuladores de punção venosa comercializados atualmente a nível nacional e internacional.	Levantamento das empresas fabricantes de simuladores para educação em saúde. Encaminhamento do projeto para o CEPE/UFRGS. Contato via e-mail ou telefone com a fabricantes de simuladores.		
		3) Comparação do que é preconizado nas melhores práticas baseadas em evidências com o que é oferecido pelos simuladores comercializados atualmente.	Criação dos <i>Check lists</i> . Comparação entre os levantamentos identificação de lacunas. Divulgação parcial da pesquisa em evento nacional		
		2 Produtiva	Otimizar um manequim simulador para punção venosa (braço híbrido) segundo requisitos mínimos viáveis para a produção e escalabilidade do mesmo.	4) Consulta aos especialistas da saúde, engenharia e design; e aos usuários de laboratórios de simulação para avaliação do relatório comparativo.	Busca de literatura cinzenta, se necessário. Agendamento com os especialistas e usuários. Entrevista com os especialistas e usuários.
				5) Otimização do protótipo de um manequim simulador para punção venosa (braço híbrido), de acordo com os achados anteriores, transformando no produto mínimo viável (MVP).	Divulgação parcial da pesquisa em evento nacional e internacional. Desenvolvimento do MVP otimizado de um manequim simulador para punção venosa (braço híbrido).
				3 Inovadora	Aplicar o protótipo como teste piloto com profissionais e acadêmicos da saúde a fim de validar o produto para o mercado de simulação nacional.

Quadro 3. Cronograma do projeto de pesquisa.

7 ORÇAMENTO

CUSTEIO			
DIARIAS	Quantidade	Total	Justificativa
Diárias no País (FAPERGS unitária - R\$320,00 – 02 eventos)	10	R\$3.200,00	Para o desenvolvimento das metas 3,5 e 6.
Diárias no Exterior (FAPERGS unitária - \$180,00 = R\$686,00 – 01 evento)	05	R\$3.430,00	
CONSUMO			
Material de Expediente (relacionado às atividades do projeto)	-	R\$1.000,00	Para o desenvolvimento de todas as metas.
Material para Divulgação (banner para eventos)	03	R\$ 300,00	Para apresentação em três eventos.
Material para prototipação (peles, veias, sensores de força, display, pen drive 64GB, etc)	03 de cada componente	R\$ 20.000,00	Para o desenvolvimento das metas 5 e 6.
PASSAGENS E DESPESAS COM LOCOMOÇÃO			
Passagens para o País	04	R\$ 4.000,00	Para desenvolvimento das metas 3,5 e 6.
Passagens para o Exterior	02	R\$ 8.000,00	
Locomoção com Meios de Transporte	-	R\$1.500,00	
SERVIÇOS DE TERCEIROS PESSOA FÍSICA			
Outros Serviços de Terceiros Pessoa Física (Designer gráfico, técnicos em mecânica e automação e controle, tradução de artigo)	01	R\$ 7.500,00	Para o desenvolvimento das metas 5 e 6.
SERVIÇOS DE TERCEIROS PESSOA JURÍDICA			
Locação de Máquinas e Equipamentos (impressão 3D a laser)	01	R\$ 1.000,00	Para o desenvolvimento das metas 5 e 6.
Serviços Gráficos e Editoriais (Confecção de design gráfico ilustrativo)	-	R\$ 2.500,00	Para o desenvolvimento das metas 5 e 6.
Serviços de Cópias e Reprodução de Documentos	-	R\$ 1.000,00	Para o desenvolvimento de todas as metas.
CAPITAL			
Equipamentos de Processamento de Dados (notebook)	01	R\$ 5.000,00	Para o desenvolvimento das metas 1,2 e 3.
Fresadora de mesa CNC 3018 (mini máquina)	01	R\$1.200,00	Para componentes da etapa 5.
TOTAL DAS DESPESAS (CUSTEIO + CAPITAL)			R\$ 59.630,00

REFERÊNCIAS

- BOER, G.; BONINI, L. Design thinking: uma nova abordagem para inovação. 2015. Acesso em 14 de junho de 2015, disponível em Terra Forum Consultores: <http://biblioteca.terraforum.com.br/BibliotecaArtigo/artigo-designthinking.pdf>
- BRASIL. Resolução 466, de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Conselho Nacional de Saúde, 2012.
- FACCIO, K.; ECHEVESTE, M. E. S. Desdobramento dos requisitos em parâmetros críticos no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). Revista Espacios, 31, 2010. 17.
- FORSBERG, A.; ENGSTRÖM, A. Critical care nurses' experiences of performing successful peripheral intravenous catheterization in difficult situations. J Vasc Nurs. 2018 Jun;36(2):64-70.
- GARDNER, R. Simulation and simulator technology in obstetrics: past, present and future. Expert Review of Obstetrics & Gynecology., v. 2, n. 6, p. 775, Nov. 2007.
- HUBNER, G. S. S. Desenvolvimento do conceito de um manequim simulador para punção venosa: braço híbrido (Artigo 2). Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- COUTO, R.C. et al. II Anuário da Segurança Assistencial Hospitalar no Brasil: propondo as prioridades nacionais. Instituto de Estudos de Saúde Suplementar (IESS). Belo Horizonte, 2018.
- JABIR, S. Simulation in surgery: a proposal for quality control in the use of simulators in surgical training. The Internet Journal of Medical Simulation, 3, n. 2, 3 Agosto 2012.
- JUNIOR, A.V.; MIGUEL, P.A.C. Análise do processo de preparação da produção no desenvolvimento de novos produtos por meio de um estudo de caso em uma empresa do setor siderúrgico. Produção, v. 22, n. 2, p. 185-200, mar./abr. 2012.
- KUMAR, V. 101 design methods: a structured approach for driving innovation in your organization. New Jersey, John Wiley & Sons, 2013.
- MARX, A.. Proposta de método de engenharia de requisitos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) , 2009. 133 f. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- PAHL, G. E. A. Engineering design: a systematic approach. [S.l.]: [s.n.], 2007. 617 p.
- PIREDDA, M. et al. Risk factors for a difficult intravenous access: A multicentre study comparing nurses' beliefs to evidence. Journal of Clinical Nursing. Jun.2019.Pg.1-13.

ROMANO, L. N. Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas. 2003. 266 f. Tese (Doutorado em engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 19

ROZENFELD, H. E. A. et al. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006. 542 p.

SANDSTRÖM, L.; FORSBERG, A. Problems associated with performance of peripheral intravenous catheterization in relation to working experience. *Journal of Vascular Nursing*. V.36, n. 4, Dec. 2018. Pg.196-202.

SHINE, Kenneth I. Technology and health. *Technology in Society*, New York, v. 26, p. 137–148, 2004.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. Product design and development. 2 ed. ed. New York: McGraw-Hill., 2000.

UNG, L. et al. Peripheral Intravenous Cannulation in Nursing: Performance Predictors. *Journal of Infusion Nursing*: May-June 2002 - Volume 25 - Issue 3 - p 189-195.

VIANNA, M. et al. Design thinking : business innovation. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012. 165p.

XIN, J.Y.; YEUNG, C.L.; CHENG, T.C.E. First to market: is technological innovation in new product development profitable in health care industries? *International Journal of Production Economics*, 2010, v.127, n.1, p.129–135.

WARBURTON, D. Getting Better Results in Design Concept Selection. *Medical Device e Diagnostic Industry*, Janeiro 2004.

YOUNG, R. The requirements of engineering handbook. Norwood (MA): Artech House, 2003.