

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

**Geana Silva dos Santos Hübner**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MANEQUIM SIMULADOR DE  
PUNÇÃO VENOSA PARA EDUCAÇÃO NA SAÚDE: DA IDEIA AO  
PROTÓTIPO**

**Porto Alegre**

**2015**

**GEANA SILVA DOS SANTOS HUBNER**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MANEQUIM SIMULADOR DE  
PUNÇÃO VENOSA PARA EDUCAÇÃO NA SAÚDE: DA IDEIA AO  
PROTÓTIPO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração: Sistemas da Qualidade.

Orientadora: Márcia Elisa Soares Echeveste, Dr.<sup>a</sup>.

**Porto Alegre**

**2015**

**Geana Silva dos Santos Hubner**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MANEQUIM SIMULADOR DE PUNÇÃO VENOSA  
PARA EDUCAÇÃO NA SAÚDE: DA IDEIA AO PROTÓTIPO**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Profissional e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

**Prof. Márcia Elisa Soares Echeveste**  
Orientador PPGEP/UFRGS

---

**Prof. José Luis Duarte Ribeiro**  
Coordenador PPGEP/UFRGS

**Banca Examinadora:**

Istefani Carísio de Paula (PPGEP- UFRGS)

Ana Luisa Petersen Cogo (PPGENF - UFRGS)

Aline Marian Callegaro (PPGEP- UFRGS)

## DEDICATÓRIA

*Paras meus pais e minha irmã meus maiores incentivadores e apoiadores nos estudos, que apesar de tudo sempre entenderam e me acolheram nos momentos de dúvida. À minha afilhada Sarah a qual não pude estar presente no seu primeiro suspiro, porém entenderá o motivo futuramente. E a todas as amigas e amigos que participaram em algum momento dessa trajetória, me alegrando com suas companhias. Obrigada por existirem na minha vida.*

## AGRADECIMENTOS

Ao término desse trabalho agradeço imensamente....

... a Deus por me dar vontade de estudar, inteligência para aprender e sabedoria para aplicar;  
... à minha família amada, por, mesmo longe, estarem ao meu lado;  
... à Professora Dra. Márcia Elisa Soares Echeveste, que me orientou e favoreceu meu crescimento como pesquisadora;  
... à Dra. Laura Oppermann Elter pela paciência, comprometimento e ensinamentos inestimáveis, tanto pessoais como profissionais;  
... a todos os colegas do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da UFRGS, que tornaram-se amigos e companheiros nessa caminhada;  
... à direção da Escola de Enfermagem (EENF) da UFRGS, aos colegas do Laboratório de Práticas de Enfermagem (LAPENF), às professoras e colegas da EENF que sempre acreditaram e incentivaram meu trabalho;  
... à enfermeira Janaina Huf Scotti (Laerdal) e à empresa Sttyllus Equipamentos Educacionais pela doação e patrocínio de materiais sem os quais não seria possível tangibilizar minha ideia;  
... à querida banca examinadora por todas as contribuições para esse trabalho;  
... às amigas e amigos especiais, que me acompanharam ao longo desses anos, me deram forças, riram e choraram comigo fazendo parte desse intenso capítulo da minha vida. Amo todos vocês.

## EPÍGRAFE

*Durante uma corrida de táxi...*

*Taxista: - Então... além de taxista também sou piloto de avião.*

*Passageira: -É mesmo?! Que legal! E me conta, como vocês fazem se der alguma pane no avião, se você estiver lá em cima e der algum problema?!*

*Taxista: - Moça, não há nenhuma situação que ocorra num avião que eu já não tenha presenciado num simulador!*

*(Relato num treinamento com manequins simuladores)*

## RESUMO

A simulação contribui para o aprendizado dos estudantes na transição de ambientes laboratoriais, nos quais os acadêmicos podem experimentar situações práticas para aprimorar os procedimentos, e então executar a assistência real a pacientes. Tal estratégia de ensino tem sido adotada como padrão em profissões altamente técnicas e complexas, nas quais há elevado risco para a vida humana, como, por exemplo, profissões aeroespaciais, militares, energia nuclear, saúde, entre outras. Para que ocorram as práticas simuladas nos laboratórios de ensino são utilizados manequins, modelos anatômicos e equipamentos semelhantes aos das unidades hospitalares, criando um ambiente o mais realista possível. Estudos avançaram no desenvolvimento de simuladores de paciente para a saúde, no entanto para aliar tal desenvolvimento à aprendizagem na enfermagem é necessário o desenvolvimento de artefatos mais realísticos. Para contribuir com esse tema de pesquisa o objetivo geral desta dissertação foi descrever o processo de criação de um novo conceito de manequim simulador de braço para punção venosa, com base na análise de requisitos, para a construção de um protótipo. Assim, foram realizadas buscas em bases científicas, bancos de patentes e sites comerciais. Além disso, foram utilizadas ferramentas do processo inovador no *Design* e a construção de um protótipo funcional. Como resultado, estabeleceu-se um panorama para o desenvolvimento de manequins simuladores quanto aos aspectos educacionais, comerciais e tecnológicos. A proposta culmina com o desenvolvimento de um conceito inovador de manequim simulador para a prática de punção venosa na educação na saúde e um protótipo definido como braço híbrido.

**Palavras-chave:** desenvolvimento de produto, educação na saúde, manequim simulador, simulação.

## **ABSTRACT**

Simulated situations contribute to students' learning in the transition of laboratory environments, where academics can experience practical situations to improve techniques and perform procedures for real patient care. Such teaching strategy has been adopted as the standard in highly complex and technical professions, where there is high risk to human life, such as, for example, aerospace, military, nuclear power, healthcare and other professions. The simulated practice in teaching laboratories uses simulators, anatomical models and equipment similar to those of hospital units, thus creating an environment that is as realistic as possible. Studies have advanced in the development of patient simulators in healthcare; however combining such development with learning in nursing requires the development of more realistic artifacts. To contribute to this research topic the overall purpose of this paper is to describe the process of creating a new concept of arm simulator manikin for venipuncture, based on the analysis of requirements for the construction of a prototype. Thus, searches were conducted in scientific bases, patent databases and commercial websites. In addition, Design thinking tools were used, and a functional prototype was built. As a result, a panorama to develop manikin simulator was established concerning educational, technological and commercial aspects. The proposal culminates in the development of an innovative concept of a simulator to practice venipuncture in healthcare education.

**Keywords:** product development, healthcare education, manikin simulator, simulation.



## LISTA DE FIGURAS

### 1.Introdução

Figura 1-1- Estrutura da dissertação

Figura 1-2- Proposta de solução para o desafio

Figura 1-3- Processo inovador no Design

### 2.Artigo 1

Figura 2-1- Classificação temática dos artigos

Tabela 2-1 Classificação dos simuladores

Tabela 2-2 Classificação dos manequins em orgânicos ou inorgânicos.

Tabela 2-3 Classificação de acordo com a capacidade funcional

Tabela 2-4 - Levantamento de empresas fabricantes de simuladores.

Figura 2-2. Proporção de patentes por país

Figura 2-3 - Levantamento de patentes.

Tabela 2-5 - Levantamento de Requisitos

### 3.Artigo 2

Tabela 3-1. Requisitos levantados para simulador de punção venosa.

Figura 3-1. Esquema metodológico

Figura 3-2. Etapas do desenvolvimento do produto e ferramentas aplicadas

Tabela 3.2 Insights gerados

Tabela 3-3 – Matriz de Subsistemas do Produto.

Figura 3-3 Matriz Morfológica

Figura 3-4 – Conceitos gerados.

Figura 3-5 – Produto de referência.

Figura 3-6 – Matriz de Pugh.

Figura 3-7 Mock up do manequim simulador híbrido.

Figura 3-8 – Protótipo do manequim simulador de punção venosa (Braço Híbrido).

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 TEMA E OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 MÉTODOS DE PESQUISA.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO .....</b>	<b>22</b>
<b>1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO .....</b>	<b>22</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO DE MANEQUINS SIMULADORES PARA EDUCAÇÃO NA SAÚDE.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 DESENVOLVIMENTO DE SIMULADORES.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.1 Etapa 1: levantamento de referências bibliográficas.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.2 Etapa 2: entendimento das tecnologias e produtos existentes .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.3 Etapa 3: compilação dos requisitos .....</b>	<b>31</b>
<b>2.4 RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>
<b>2.4.1 Levantamento de Referencias Bibliograficas .....</b>	<b>31</b>
<b>Uso de Simuladores na Educação na saúde.....</b>	<b>32</b>
<b>Classificações de Simuladores para Educação na saúde.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.2 Levantamento de Empresas Fabricantes de Simuladores .....</b>	<b>37</b>
<b>2.4.3 Levantamento de Patentes .....</b>	<b>41</b>
<b>2.4.4 Compilação de Requisitos .....</b>	<b>45</b>
<b>2.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>2.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE UM MANEQUIM SIMULADOR PARA PUNÇÃO VENOSA: BRAÇO HÍBRIDO .....</b>	<b>59</b>
<b>3.1 INTRODUCAO .....</b>	<b>59</b>
<b>3.2 REQUISITOS DO PRODUTO.....</b>	<b>62</b>
<b>3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>66</b>
<b>3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>70</b>
<b>3.4.1 Etapa Explore Concepts .....</b>	<b>75</b>

Matriz de Subsistemas do Produto.....	76
Criando Conceitos: Matriz Morfológica.....	79
Selecionando Conceitos: Matriz de Pugh .....	81
3.4.2. Etapa Frame Solutions .....	86
<i>Mock up</i> eProtótipo .....	86
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	89
REFERÊNCIAS .....	91
APÊNDICES .....	96
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	102
REFERÊNCIAS .....	103

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos em prol da segurança dos pacientes, como o relatório “To Err is Human” publicado em 1999 pelo Institute of Medicine (IOM/EUA), impulsionou mudanças na formação profissional na área da saúde, em diversas partes do mundo. Os currículos necessitaram se adaptar as novas exigências e estabelecer as habilidades clínicas como a chave para o ensino na saúde. No entanto, o maior desafio é a aplicação do conhecimento teórico na prática, impulsionando as instituições na busca de novas estratégias educacionais dentre elas a utilização de laboratórios e de simuladores para o treinamento dessas habilidades clínicas (KOHN; CORRIGAN; DONALDSON, 1999).

A simulação vem sendo implementada como uma ferramenta de ensino em diversas áreas da saúde, especialmente na área cirúrgica. Nos EUA, o “Residency Review Committee” (Comitê de Revisão em Residência) tornou obrigatória a comprovação de habilidades cirúrgicas antes que os cirurgiões iniciem as atividades nas salas de cirurgia (PUGH, 2011). Tal requisito estimulou algumas universidades a desenvolverem seus próprios simuladores improvisando materiais como: bolsa de fluido intravenoso, camadas de espuma, costelas de porco, filme transparente, entre outros (CARTER et al.,2010).

A primeira evidência documentada do uso de manequim simulador de paciente na educação clínica foi em 1969, quando Denson e Abrahamson usaram o “Sim One” para o treinamento de anestesistas. Desde então, muitos outros simuladores foram desenvolvidos e classificados em categorias de fidelidade (GOOD, 2003).

Al-Elq (2010) realizou uma revisão de literatura sobre o uso de simuladores e da simulação na educação médica, de 1990 a 2009. O autor associou a simulação médica de alta fidelidade à possibilidade de uma aprendizagem eficaz, citando características que levam a tal sucesso, como: integrar os simuladores ao longo do currículo, permitir a prática de habilidades repetidamente, assegurar que o simulador seja uma ferramenta de aprendizagem válida, fornecer feedbacks durante a experiência de simulação e assegurar que o simulador ofereça variações clínicas em diferentes níveis de complexidade, entre outras.

Em linhas gerais, a simulação por meio de manequins pode ser classificada em quatro áreas de acordo com o uso de recursos: paciente padronizado, baseada em computadores, part-task trainer, e o manequim simulador de paciente de alta fidelidade. Pacientes padronizados são atores treinados para dar respostas específicas a uma determinada condição médica que pode ser reproduzida entre os alunos. Na simulação em computador é utilizado um programa interativo que permite o aluno praticar a assistência ao paciente e

receber feedback sobre o tratamento escolhido. O part-task trainer (PTT) é um dispositivo usado para ensinar uma habilidade ou procedimento específico, como a colocação de um dreno de tórax ou a punção venosa, por exemplo. O simulador de paciente de alta fidelidade é um manequim em tamanho real, controlado por computador, capaz de recriar os achados do exame físico, como coração normal e anormal, sons de pulmão, bem como alterações fisiológicas, incluindo pressão arterial, frequência cardíaca e respiração. Alguns desses simuladores são capazes de responder fisiologicamente à medicação e administração de oxigênio, além de cardioversão e procedimentos como lavagem peritoneal, entre outras (SAHU; LATA, 2010). Já um simulador híbrido é uma combinação de diferentes simuladores, podendo ser um PTT obstétrico, por exemplo, com um paciente padronizado a fim de aumentar o realismo na simulação (SATAVA, 2008).

Na área da enfermagem uma das habilidades mais utilizada é a de inserção de cateter intravenoso (IV) a qual inicialmente é praticada em laboratórios de práticas, em manequins de baixa fidelidade, como braços anatômicos, por exemplo. Neil (2009) apresenta um estudo onde os alunos tiveram de utilizar o raciocínio clínico para determinar por que o paciente precisava de um acesso IV e que tipo de acesso seria mais adequado para esse paciente. Cada estudante teve que selecionar qual sitio de inserção usar e determinar qual veia ofereceria o melhor acesso para o tamanho do cateter escolhido, para então prosseguir com as etapas de fato. Além disso, eles deveriam escolher a preferência pelo simulador computadorizado ou pelo manequim de braço estático. Como resultado, 44% dos estudantes constataram que o simulador computadorizado ajudou-os a aprender as etapas do procedimento para iniciar uma cateterização IV, porém 55% dos entrevistados listaram problemas técnicos com o simulador e ficaram frustrados (NEIL, 2009). Tal dado sugere aperfeiçoamento nos simuladores utilizados para o treinamento de punção venosa.

Sweet e McDougall (2008) afirmam que para a criação de um novo simulador é necessário estabelecer qual o resultado desejado com tal produto e qual o objetivo de aprendizagem. Esses objetivos devem ser específicos e conter verbos de ação descrevendo o que os alunos devem ser capazes de fazer após completarem o exercício de simulação. Projetar um simulador é uma etapa importante uma vez que quanto maior sua semelhança à realidade, maior será seu uso e conseqüentemente maior será o sucesso no meio acadêmico. Atualmente, muitos simuladores são desenvolvidos por companhias motivadas pelo lucro e distantes da prática clínica ou cirúrgica, desconhecendo as habilidades necessárias para realização dos procedimentos. Tal problema seria resolvido se na equipe de projeto do produto estivessem profissionais da saúde com conhecimento técnico sobre os objetivos a

serem alcançados pelo produto. Isso asseguraria às companhias o desenvolvimento de simuladores semelhantes aos procedimentos reais da atualidade (JABIR, 2012).

Um dos tipos de simulação utilizados para o ensino é a simulação híbrida, a qual 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 (RALL; DIECKMANN, 2005). Simuladores utilizados próximo ao corpo como se fosse uma continuação da superfície corporal do indivíduo, também são considerados simuladores híbridos (GARDNER, 2007). Javia e Deutsch (2012), realizaram uma revisão sistemática sobre simuladores utilizados para otorrinolaringologia e dividiu os mesmos em: tipo de simulador, disponibilidade no mercado, validação e níveis de aprendizado que proporciona. Classificou esses níveis em: (1) reação e satisfação do aprendiz, (2) aprendizagem e melhora das habilidades em simulação, (3) comportamento e melhora de habilidades em pacientes reais e (4) resultados em pacientes. Dentre os resultados, destaca-se que o maior nível de aprendizado atingido foi o três, com o uso de modelos físicos (representam uma parte ou o corpo inteiro) e virtuais (visualização anatômica no computador). Percebe-se que a associação de mais de um tipo de simulação favorece o aprendizado e conseqüentemente a assistência em pacientes.

Estudos avançaram no desenvolvimento de simuladores de paciente para a saúde, no entanto aliar tal desenvolvimento à aprendizagem na enfermagem atendendo as demandas de maior realismo, trata-se de um desafio. No intuito de contribuir para a pesquisa acadêmica e para as práticas educativas na enfermagem, especialmente na temática de punção venosa, é necessário o desenvolvimento de um novo manequim simulador. Para tanto parte-se do levantamento de informações que embasem o pesquisador no desenvolvimento de um novo produto para a educação na saúde. Assim, propõe-se esta pesquisa como parte fundamental para a criação de uma alternativa inovadora. Ou seja, de um manequim simulador de punção venosa que possa contribuir para o ensino e aprendizagem na enfermagem e para outros cursos da saúde de forma geral, de forma mais realística.

## 1.2 TEMA E OBJETIVOS

Diante da crescente importância da metodologia de simulação em saúde, o tema dessa dissertação é o desenvolvimento de um manequim simulador de braço para a prática de punção venosa, de forma realística. Este manequim simulador já existe para as práticas simuladas atuais, entretanto há críticas quanto ao nível de realismo apresentado por tais

produtos. O objetivo geral desta dissertação é descrever o processo de criação de um novo conceito de manequim simulador de braço para punção venosa, com base na análise de requisitos, para a construção de um protótipo. Este estudo inicia com o levantamento de informações existentes, a fim de se estabelecer um panorama para o desenvolvimento de manequins simuladores quanto aos aspectos educacionais, comerciais e tecnológicos. Na segunda parte da dissertação descreve-se o processo de desenvolvimento conceitual de um manequim simulador de braço para punção venosa. Dividiu-se a dissertação em 2 artigos científicos, que correspondem as 2 fases da pesquisa.

O Artigo 1 tem como objetivo estabelecer um panorama para o desenvolvimento de manequins simuladores a partir do levantamento e organização de informações quanto aos aspectos educacionais, comerciais e tecnológicos. Neste artigo as principais contribuições versaram sobre: (1) identificar a contribuição do uso de simuladores na educação na saúde; (2) entender as formas de classificação dos simuladores para adequá-los a cada finalidade de ensino; (3) realizar o levantamento das empresas nacionais e internacionais que desenvolvem simuladores e verificar as que desenvolvem simuladores para punção; (4) realizar o mapeamento das inovações em simuladores de punção venosa, por meio de patentes; (5) levantar requisitos para o desenvolvimento de um simulador de punção venosa. O artigo 2 tem como objetivo descrever o processo de criação de um novo conceito de manequim simulador de braço para punção venosa, com base na análise de requisitos. Suas principais contribuições são: (6) descrever as ferramentas utilizadas no processo de desenvolvimento do conceito de um manequim simulador de braço para punção venosa; (7) produzir um protótipo de manequim simulador de braço para punção venosa (braço híbrido).

### 1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA

O procedimento de punção venosa é uma prática comum pelos profissionais de enfermagem e caracteriza-se pela colocação de um dispositivo no interior de uma veia, fixado à pele, e que requer cuidados e controle periódico devido ao risco de infecção microbiana (TORRES; ANDRADE; SANTOS, 2005). Tal procedimento requer um alto nível de complexidade técnico-científico, o que exige do profissional competência, bem como habilidade psicomotora para sua adequada execução. Além disso, é executado por profissionais de nível médio e superior o que pode gerar variabilidade no desempenho; é considerando um procedimento invasivo uma vez que o cateter rompe a proteção natural da pele e, conseqüentemente, possibilita a comunicação do sistema venoso com o meio externo;

é risco iminente de vida caso tenha erros no preparo ou na administração de medicamentos aplicados via endovenosa; acarreta em risco biológico para a saúde ocupacional dos profissionais (CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 1995, 2002). Ainda sobre a prática do procedimento, constata-se que o mercado dispõe de uma variabilidade de artigos médico-hospitalares que geram ansiedade e dúvidas nos profissionais sobre qual é a melhor opção de escolha (TORRES; ANDRADE; SANTOS, 2005).

Diante do exposto, é necessário que o procedimento de punção venosa seja revisto no âmbito do ensino e da assistência de enfermagem. Para a formação de uma equipe de saúde com adequado raciocínio clínico e consciente da sua atuação na prevenção e controle das complicações associadas aos procedimentos invasivos, deve-se investir em treinamento profissional periódico. Uma das ferramentas utilizadas para o ensino do procedimento de punção venosa é o uso da simulação e dos simuladores.

A motivação do desenvolvimento de um manequim simulador de punção venosa (braço híbrido) partiu da experiência da autora em práticas simuladas no laboratório de práticas de enfermagem, de uma Universidade federal, no sul do país. Ocorre que para a prática de punção venosa, os acadêmicos da saúde devem realizar suas primeiras práticas em manequins simuladores. As práticas para aquisição de habilidades ocorrem, normalmente, em laboratórios de ensino antes que os estudantes iniciem as práticas curriculares com a prestação de cuidados a pacientes. A prática de laboratório estimula o raciocínio clínico e prático, porém, a nova geração de estudantes é proveniente de um contexto que utiliza a tecnologia muito precocemente e entedia-se facilmente dependendo da metodologia de ensino aplicada (VIEIRA; CAVERINI, 2011). Assim, há críticas por parte dos alunos quanto à falta de realismo e à qualidade existente nos produtos comerciais, sendo muitas vezes considerados insatisfatórios (PRETTO; PINHO, 2008). Acredita-se que quanto maior a participação ativa do indivíduo, maior será a aquisição de competências, segurança e por sua vez satisfação com o aprendizado (AUTEN et al., 2015). A simulação híbrida, que associa um simulador físico com um paciente padronizado, vai ao encontro desses achados e permite uma maior interação do estudante oferecendo maior realismo às práticas simuladas (OKUPNIAK, 2015).

Na atual conjuntura nacional, existem programas mobilizadores para a Política de Desenvolvimento Produtivo, com o objetivo, entre outros, de levar o Brasil a ter domínio sobre o conhecimento científico-tecnológico em áreas estratégicas. O objetivo do Governo Federal é tornar o Brasil independente em relação ao mercado externo, no que se refere à aquisição de equipamentos e tecnologia estrangeiros (BRASIL, 2013). Publicações sobre o desenvolvimento de produtos para educação na saúde no escopo nacional são inexistentes.



Sabe-se empiricamente, com base no aumento do número de laboratórios de ensino nos cursos da saúde, que cresceu a importação de manequins simuladores para treinamento nessa área. Assim, é necessário um levantamento de informações que permita compreender a importância e algumas práticas de uso desses materiais, gerando conhecimento que contribua para o desenvolvimento de um novo manequim simulador.

#### 1.4 MÉTODOS DE PESQUISA

Esta pesquisa caracteriza-se pela utilização de múltiplos métodos, sendo considerada de natureza aplicada, de caráter exploratório, com abordagem qualitativa. Optou-se por tais métodos uma vez que favorecem o entendimento das informações contribuindo assim para a formulação de novos conceitos e definições. Além disso, adotou-se diferentes procedimentos metodológicos conforme descritos na Figura 1-1.

Com relação a sua natureza, considera-se essa dissertação como uma pesquisa aplicada uma vez que o foco de interesse esta na utilização, aplicação e consequências práticas dos conhecimentos adquiridos. A pesquisa exploratória permite uma maior familiaridade com o tema e o aprimoramento de ideias, seu planejamento é flexível e considera diversos aspectos relativos ao fato estudado (GIL, 2007). Já a abordagem qualitativa auxilia no entendimento do fenômeno estudado através de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos (GODOY, 1995).

**OBJETIVO GERAL: descrever o processo de criação de um novo conceito de manequim simulador de braço para punção venosa, com base na análise de requisitos, para a construção de um protótipo.**

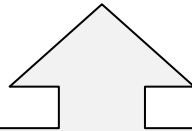


Figura 1-1. Estrutura da dissertação. Fonte: primária.

O artigo 1 contempla um levantamento de referencial bibliográfico através de uma revisão de literatura, de caráter descritivo e exploratório. Para o entendimento das tecnologias e dos produtos existentes, procedeu-se um levantamento nos bancos de patentes e nas

empresas fabricantes de manequins, respectivamente. A partir dos resultados destas fontes de dados, procedeu-se a compilação dos requisitos e necessidades de um simulador com características inovadoras em relação às existentes.

O artigo 2 foi desenvolvido durante a participação da autora na disciplina de Inovação em Projetos de Produtos e Serviços (IP2S), pertencente ao currículo do curso de pós graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Nesta, foi proposto um desafio para o desenvolvimento de um manequim simulador para uso no ensino na saúde. A questão norteadora foi “Como os educadores da saúde podem praticar o procedimento de injeção parenteral e punção venosa da forma mais realística possível?”. Para tal, foi proposta uma solução inicial (Figura 1-2) a qual poderia, ou não, ser validada no decorrer da disciplina.



Figura 1-2. Proposta de solução para o desafio. Fonte: primária

A partir desse desafio, desenvolveu-se uma pesquisa exploratória, do tipo estudo de caso, empregando métodos e ferramentas baseadas no *Design Thinking* e nas sete etapas descritas por Kumar (2013), o qual propõe um processo inovador no *Design* (Figura 1-3).

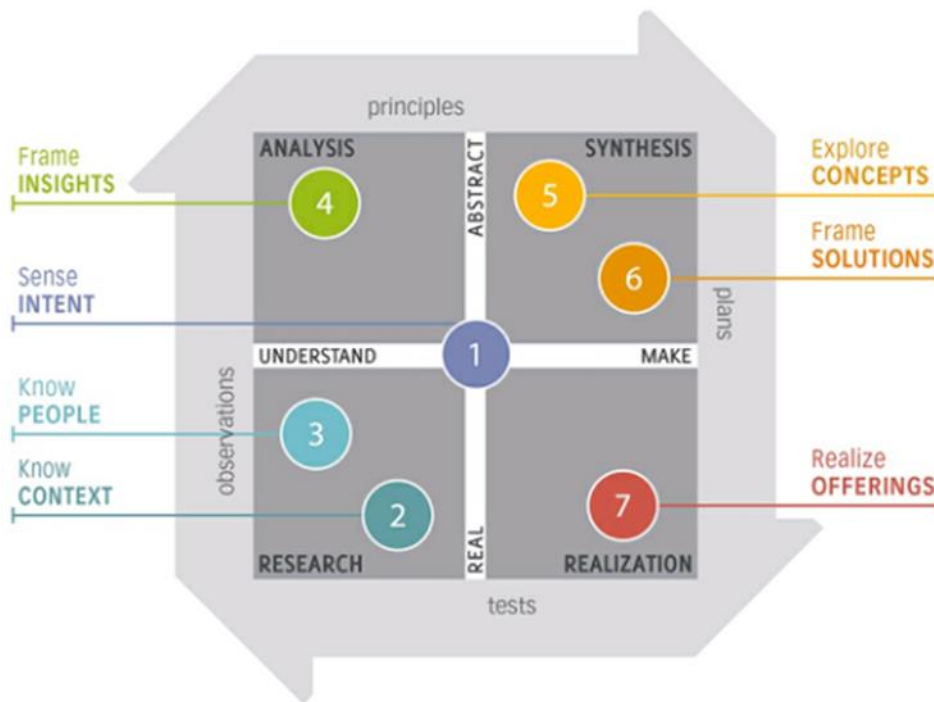


Figura 1-3. Processo inovador no Design (KUMAR, 2013)

Nesse processo inovador existe um polo vertical onde o pensamento flui entre o abstrato e o real, e um polo horizontal que vai do entendimento à realização. O ponto de partida é a etapa (1) denominada *Sense Intent* ou Declaração da proposta. No quadrante inferior esquerdo são localizadas as fases de pesquisa para entender a realidade e são alcançadas através das etapas (2) Know context/Entendendo o contexto (3) e Know people/Entendendo o usuário. No quadrante superior esquerdo ocorre a análise das informações sobre a realidade em termos abstratos tentando formular modelos mentais para impulsionar a inovação. Nele esta a etapa (4) Frame Insights/Estruturando Insights. O topo do quadrante direito é sobre síntese, onde os modelos abstratos desenvolvidos na fase de análise são usados como base para a geração de novos conceitos. Fazem parte desse momento as etapas (5) Explore Concepts/Explorando conceitos e (6) Frame Solutions/Estruturando Soluções. E o último quadrante, inferior direito, define a realização dos conceitos em ofertas implementáveis, através da etapa (7) Realize Offerings/Consolidando a oferta ou produto. Estes quatro quadrantes (pesquisa, análise, síntese e realização) combinados formam um modelo de processo bem estruturado para conduzir inovações numa organização. Embora a ideia de processo remeta a algo linear, tal regra não se aplica a essa metodologia, conferindo uma liberdade maior e uma exploração melhor da ideia ao longo do projeto (KUMAR, 2013).

O *Design Thinking*, Incorpora as percepções do cliente em profundidade e estimula a prototipagem rápida, além de ser um método essencialmente otimista, construtivo e experimental endereçado às necessidades das pessoas que irão consumir o produto, ou serviço (BROWN, 2010; BROWN; WYATT, 2010). Assim, optou-se por tal método para fins de desenvolvimento de um produto inovador resultando na descrição do conceito do produto e do protótipo criado durante a disciplina citada.

## 1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Existem diversos modelos de simuladores como, por exemplo: físicos, físicos com eletrônicos, virtuais, virtual com haptica (dispositivo que possibilita feedback), híbridos, entre outros (JAVIA; DEUTSCH, 2012). Apesar de a realidade virtual apresentar grande quantidade de publicações, optou-se por eliminar artigos que tratassem de simulador de realidade virtual, visto que o enfoque deste estudo são simuladores físicos, representativos de partes anatômicas (*Part task trainer*) (ISSENBERG; SCALESE, 2008; JAVIA; DEUTSCH, 2012).

Durante o desenvolvimento do produto foram aplicadas 25 ferramentas do *Design Thinking*, porém devido a grande quantidade de dados e limitação de espaço para publicação nos periódicos, não foi possível descreve-los na íntegra.

Construiu-se um protótipo funcional do manequim simulador de braço para punção venosa, considerado o produto mínimo viável, com materiais adquiridos por recursos próprios, doações e algum patrocínio. Entretanto foram realizados poucos testes com o protótipo.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em quatro capítulos.

O capítulo 1 é um capítulo introdutório que conta com comentários iniciais, conceituação do tema, objetivos, justificativa, métodos adotados na dissertação, delimitações e estrutura do trabalho.

O capítulo 2 apresenta o primeiro artigo, intitulado “Desenvolvimento de manequins simuladores para educação na saúde”.

O capítulo 3 apresenta o segundo artigo, intitulado “Desenvolvimento do conceito de um manequim simulador para punção venosa: braço híbrido”, e tem submissão prevista para o periódico *Clinical Simulation in Nursing*.

O capítulo 4 é composto pelas considerações finais e lacunas para futuras pesquisas.

## 2 DESENVOLVIMENTO DE MANEQUINS SIMULADORES PARA EDUCAÇÃO NA SAÚDE

**Resumo:** No ensino de habilidades psicomotoras para estudantes dos cursos da saúde, como as área de enfermagem, medicina, nutrição, fisioterapia, entre outros são utilizadas práticas de simulação em salas de aula, no campo clínico e no aperfeiçoamento de procedimentos em laboratórios de ensino. Nesses ambientes são utilizados manequins, modelos anatômicos e equipamentos semelhantes aos das unidades hospitalares, criando um ambiente o mais realista possível. O objetivo deste artigo é estabelecer um panorama para o desenvolvimento de manequins simuladores a partir do levantamento e organização de requisitos quanto aos aspectos educacionais, comerciais e tecnológicos. Utilizou-se para o levantamento do referencial bibliográfico uma revisão de literatura, de caráter descritivo e exploratório. Para o entendimento das tecnologias e dos produtos existentes procedeu-se um levantamento no banco de patentes e nas empresas fabricantes de manequins. A partir dos resultados destas fontes de dados, procedeu-se a compilação dos requisitos e necessidades de um simulador com características inovadoras em relação às existentes. Como resultado é apresentado uma Tabela de requisitos do produto como contribuição para a área de Engenharia de Produção, especialmente para o processo de desenvolvimento de novos simuladores para a área de educação na saúde. As evidências encontradas fornecem dados para a precisão de estudos futuros que fundamentem o desenvolvimento de um manequim simulador de braço para a punção venosa com características inovadoras.

**Palavras chave:** simulação, educação na saúde, requisitos do produto.

### 2.1 INTRODUÇÃO

Simulação em educação pode ser definida como uma aprendizagem experimental a partir da criação artificial de um cenário (réplica) para se estudar ou experimentar uma situação particular da vida real (FLANGAN, NESTEL; JOSEPH, 2004; AL-ELQ, 2010; JABIR, 2012). As atividades de Simulação são experiências guiadas que replicam aspectos do mundo real de uma maneira totalmente interativa, a fim de que possam ser mais bem compreendidas e gerenciadas quando ocorrerem de fato na prática clínica (GABA, 2007; LAPKIN et al., 2010, NEIL, 2009). Uma das características demandadas pela simulação é que a mesma deve conter a fidelidade suficiente à realidade para superar a descrença por parte do praticante. Tal estratégia de ensino tem sido adotada como padrão em profissões altamente técnicas e complexas, nas quais há elevado risco para a vida humana, como, por exemplo, profissões aeroespaciais, militares, energia nuclear, saúde, entre outras (SAHU; LATA, 2010).

Na área da educação, experiências indicam que situações simuladas contribuem para a prática dos estudantes, na transição de ambientes laboratoriais, na qual 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 e contribuem para o controle do estresse emocional dos acadêmicos. A expectativa é que haja uma diminuição do número de erros nos procedimentos em situações clínicas, e, portanto, o risco ao paciente, diante da inexperiência do estudante. As simulações também estimulam a reflexão crítica sobre tais procedimentos e condutas profissionais (FELIX; FARO; DIAS, 2011; TEIXEIRA; FELIX, 2011).

No ensino de habilidades psicomotoras para estudantes dos cursos da saúde, como as área de enfermagem, medicina, nutrição, fisioterapia, entre outros são utilizadas práticas de simulação em salas de aula, no campo clínico e no aperfeiçoamento de procedimentos em laboratórios de ensino. Nesses laboratórios ocorrem situações simuladas que contribuem significativamente para a satisfação e segurança do estudante durante a sua formação profissional (FELIX; FARO; DIAS, 2011)

Para que ocorram as práticas simuladas nos laboratórios de ensino são utilizados manequins, modelos anatômicos e equipamentos semelhantes aos das unidades hospitalares, criando um ambiente o mais realista possível. Nesses ambientes, o objetivo é fazer com que o estudante simule procedimentos, aplique o conhecimento adquirido e desenvolva outras habilidades necessárias para realizar as técnicas corretamente. Além disso, as respostas emocionais como medo, insegurança, ansiedade, angústia, são constatadas mesmo em situações simuladas em laboratório, quando o aluno realiza repetições de procedimentos invasivos, como administração de medicamentos por via parenteral e sondagens vesicais (FELIX; FARO; DIAS, 2011).

Dessa forma, a simulação com o uso de manequins tornou-se uma forma de poupar o paciente da exposição desnecessária a erros iatrogênicos, deixando para o campo clínico o aprendizado das habilidades impossíveis de serem trabalhadas com o manequim, tais como reações fisiológicas complexas, habilidade de comunicação e tratamento humanizado (VIEIRA; CAVERINI, 2011; BIAZIN et al., 2002).

Em linhas gerais, a simulação por meio de manequins pode ser classificada em quatro áreas de acordo com o uso de recursos: paciente padronizado, baseada em computadores, *part-task trainer*, e o manequim simulador de paciente de alta fidelidade. Pacientes padronizados são atores treinados para dar respostas específicas a uma determinada condição médica que pode ser reproduzida entre os alunos. Na simulação em computador é

utilizado um programa interativo que permite o aluno praticar a assistência ao paciente e receber feedback sobre o tratamento escolhido. O *part-task trainer* é um dispositivo usado para ensinar uma habilidade ou procedimento específico, como a colocação de um dreno de tórax ou a punção venosa, por exemplo. O simulador de paciente de alta fidelidade é um manequim em tamanho real, controlado por computador, capaz de recriar os achados do exame físico, como coração normal e anormal, sons de pulmão, bem como alterações fisiológicas, incluindo pressão arterial, frequência cardíaca e respiração. Alguns desses simuladores são capazes de responder fisiologicamente à medicação e administração de oxigênio, além de cardioversão e procedimentos como lavagem peritoneal, entre outras (SAHU; LATA, 2010).

Os manequins de simulação humana, encontrados nos laboratórios de ensino, também chamados de “simuladores” são definidos como dispositivos ou objetos físicos que representam partes ou peças inteiras utilizadas para replicação de tarefas. Ou seja, replicam somente uma parte do organismo humano, neste caso, ou processo/sistema completo e permitem ao operador a representação de experiências como ocorreriam na prática real (COOPER; TAQUETI, 2004; ZIV; BEN-DAVID; ZIV, 2005; RALL; DIECKMANN, 2005; JABIR, 2012). Os simuladores deste tipo podem ser classificados em três categorias de acordo com a tecnologia disponível: baixa, média e alta fidelidade. Os classificados em baixa fidelidade caracterizam-se como simuladores estáticos ou partes anatômicas, tais como braços para punções intravenosas e pelves para cateterismo vesical. Os simuladores de média fidelidade são manequins que fornecem respostas aos estímulos feitos por estudantes por meio de diversos sons fisiológicos. Ainda, os manequins de alta fidelidade apresentam emissão de sons e ruídos, como tosse, expressão vocal de dor e pedido de ajuda, além de movimentos oculares e respiratórios, que possibilitam a monitorização de pressão arterial, pulsação e eletrocardiograma e, ainda, simulam respostas a medicamentos (VIEIRA; CAVERINI, 2011; TEIXEIRA; FELIX, 2011).

Esse último tipo de simulador é caracterizado pelo alto custo de aquisição, muitas vezes através de compras importadas de países como Estados Unidos e China (VIEIRA; CAVERINI, 2011). Mesmo representando um custo elevado para educação, essas tecnologias vêm ao encontro das expectativas de novas gerações de estudantes, inseridos na aprendizagem mediada pelos rápidos e progressivos avanços na área de tecnologia da informação (VIEIRA; CAVERINI, 2011)

Na atual conjuntura nacional, existem programas mobilizadores para a Política de Desenvolvimento Produtivo, com o objetivo, entre outros, de levar o Brasil a ter domínio



sobre o conhecimento científico-tecnológico em áreas estratégicas. O objetivo do Governo Federal é tornar o Brasil independente em relação ao mercado externo, no que se refere à aquisição de equipamentos e tecnologia estrangeiros (BRASIL, 2013). No presente estudo, não foram encontrados publicações sobre o desenvolvimento de produtos para educação na saúde no escopo nacional. Sabe-se empiricamente, com base no aumento do número de laboratórios de ensino nos cursos da saúde, que cresceu a importação de manequins simuladores para treinamento nessa área. Assim, é necessário um levantamento de informações que permita compreender a importância e algumas práticas de uso desses materiais, gerando conhecimento que contribua para o desenvolvimento de um novo manequim simulador. Atualmente, há uma estimativa de demanda potencial de 2.220 faculdades de enfermagem registradas no Ministério da Educação (MEC) (BRASIL, 2015). Além destas, provavelmente exista um número igual ou maior de cursos técnicos de enfermagem que também se beneficiariam com o produto.

A ênfase deste estudo é o desenvolvimento de um simulador para o procedimento de punção venosa. Este procedimento é uma prática comum pelos profissionais de enfermagem e caracteriza-se pela colocação de um dispositivo no interior de uma veia, fixado à pele, e que requer cuidados e controle periódico devido ao risco de infecção microbiana (TORRES; ANDRADE; SANTOS, 2005). Tal procedimento requer um alto nível de complexidade técnico-científico, o que exige do profissional competência, bem como habilidade psicomotora para sua adequada execução. Esses são requisitos básicos para os profissionais da saúde, que por sua vez são alicerçados no conhecimento e habilidades desenvolvidas durante a formação acadêmica.

Diante do exposto, o tema deste artigo versa sobre o desenvolvimento de manequins simuladores na saúde. O objetivo geral deste artigo é estabelecer um panorama para o desenvolvimento de manequins simuladores a partir do levantamento e organização de requisitos quanto aos aspectos educacionais, comerciais e tecnológicos. Os objetivos específicos são: (1) identificar a contribuição do uso de simuladores na educação na saúde; (2) entender as formas de classificação dos simuladores para adequá-los a cada finalidade de ensino; (3) realizar o levantamento das empresas nacionais e internacionais que desenvolvem simuladores e verificar as que desenvolvem simuladores para punção; (4) realizar o mapeamento das inovações em simuladores de punção venosa, por meio de patentes; (5) levantar e organizar requisitos para o desenvolvimento de um simulador de punção venosa. Como principal contribuição de pesquisa, este artigo buscar entender quais são os principais

requisitos de mercado, de tecnologia e relativos ao usuário para um manequim simulador de punção venosa.

Para atender aos objetivos realizou-se uma pesquisa por fontes secundárias nas principais publicações relativas ao tema e uma análise de patentes para o levantamento das tecnologias utilizadas nos simuladores de punção venosa. O intuito é fornecer informações para auxiliar na nacionalização e capacitação das empresas brasileiras na fabricação de manequins visando melhorar o aprendizado de enfermagem nas escolas de nível médio e superior, e instituições de saúde. Entende-se que um corpo clínico capacitado diminui erros decorrentes dos procedimentos e melhora o atendimento e satisfação dos pacientes o que conseqüentemente, contribui na melhoria da assistência à saúde.

## 2.2 DESENVOLVIMENTO DE SIMULADORES

Como importante fonte de dados para o desenvolvimento de simuladores, as patentes tratam da proteção à propriedade intelectual de um determinado conhecimento e podem ser utilizadas como indicadores de desenvolvimento tecnológico de um País, de diferentes setores, entre empresas ou instituições de modo geral. As patentes criam incentivos à indivíduos possibilitando que estes tenham reconhecimento por sua criatividade e uma recompensa material por seus inventos. Acredita-se que esses incentivos, e a proteção em níveis adequados, estimulam a inovação (CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA, 2014).

Para prover inovação é necessário implementar um produto ou processo novo, um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, organização no local de trabalho ou nas relações externas (UNESCO, 2005). Em se tratando de inovação de produtos, a UNESCO (2005) define como sendo a introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado, em relação às suas características ou usos previstos. Isto inclui melhorias significativas em especificações técnicas, componentes e materiais, software incorporado, facilidade de uso ou outras características funcionais. Inovação na área da saúde preve um novo conceito, idéia, serviço, processo ou produto destinado a melhorar o tratamento, diagnóstico, educação, sensibilização, prevenção e pesquisa. Sua finalidade é melhorar a qualidade, segurança, resultados, eficiência e custos, a longo prazo (OMACHONU; EINSRUCH, 2010).

Para desenvolver um novo produto é necessário planejamento e entender claramente as necessidades dos possíveis usuários do produto, traduzindo estas necessidades em requisitos do produto, os processos e os recursos que serão utilizados. Os requisitos são

características que o sistema/produto deve satisfazer para alcançar as necessidades do usuário, sendo qualificado por funções e limitado por restrições tecnológicas e de mercado (CALLEGARO, 2015; PAHL et al., 2007). A definição dos requisitos é uma etapa importante no desenvolvimento de novos produtos que promovam inovação, pois estabelecem uma concordância entre o cliente e a equipe desenvolvedora do produto. Os requisitos são utilizados como referência para validação final do produto e reduzem o custos de desenvolvimento uma vez que evitam retrabalho pelo não entendimento das necessidades do consumidor (ÁVILA; SPÍNOLA, 2015).

## 2.3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

A pesquisa se caracteriza pela utilização de múltiplos métodos. Utilizou-se para (i) levantamento do referencial bibliográfico uma revisão sistemática, de caráter descritivo e exploratório, sem metanálise (LINDE; WILLICH, 2003). Para (ii) entendimento das tecnologias e (iii) produtos existentes procedeu-se um levantamento no banco de patentes e nas empresas fabricantes de manequins. A partir dos resultados destas fontes de dados, procedeu-se a (iiii) compilação dos requisitos e necessidades de um simulador com características inovadoras em relação às existentes.

### 2.3.1 Etapa 1: levantamento de referências bibliográficas

Para alcançar o objetivo deste artigo foi realizada uma revisão de literatura onde consultou-se o portal de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), usando as palavras chaves em português e em inglês: manequim (*manikin*), simulador (*simulator*) e desenvolvimento (*development*) combinadas entre si com o operador booleano “AND”. O portal de periódicos da Capes é uma das maiores bibliotecas virtuais do mundo, e reúne conteúdo científico de alto nível disponível à comunidade acadêmico-científica brasileira (BRASIL, 2015). Optou-se por esse portal devido à possibilidade de consulta a diversas bases de dados importantes, tais como Medline, Science Direct e PubMed, e a fim de se diminuir a quantidade de artigos repetidos (publicados em ambas as bases de dados).

Durante a busca, selecionou-se a opção que apresentasse tais descritores em todos os campos (*qualquer*), somente artigos publicados em periódicos revisados por pares, no período de 2003 a 2013. A pesquisa foi realizada de agosto a dezembro de 2013.

Todos os títulos e *abstracts* foram analisados e selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: (i) produto - manequim simulador; (ii) área de uso - área da saúde; (iii) interesse – descrição dos tipos de manequins simuladores para educação na saúde (iiii) ênfase – características (requisitos), desenvolvimento e uso do simulador. Quando houve dúvidas sobre a relevância, buscou-se o artigo na íntegra. Também foram selecionadas algumas referências complementares citadas nos artigos selecionados, os quais serviram como fonte primária. Informações de empresas privadas de simuladores ou empresas envolvidas em atividades comerciais, de ensino ou de pesquisa que foram citadas nos artigos também complementaram a revisão. Foram excluídos artigos que tratassem de simulador de realidade virtual, visto que não são o enfoque deste estudo, artigos que não apresentassem relação com o tema e textos completos indisponíveis.

Assim, na primeira etapa retornaram 225 resultados, dos quais foram excluídos 10 artigos repetidos, totalizando uma amostra de 215 trabalhos. Dois autores analisaram os trabalhos e após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 26 artigos para este estudo e outros dois foram adicionados por tratarem de citações relevantes segundo a autora. Para a análise dos títulos selecionados, criou-se uma Tabela no Excel® contendo itens como: autor, título do artigo, título do periódico, ano, país, objetivo, método/tipo de pesquisa, tipo de manequim, área de uso, classificações propostas, empresas citadas. Também foram descritas em parágrafos nos resultados.

A revisão sistemática utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema e identifica quais temas necessitam evidências auxiliando na orientação de investigações futuras (SAMPAIO; MANCINI, 2007). As revisões devem apresentar critérios de inclusão e exclusão, método utilizado para busca da literatura e para resumir os resultados (LINDE; WILLICH, 2003).

Foi desenvolvida uma Tabela a partir das empresas fabricantes de simuladores citadas nos artigos. Diante do levantamento das principais marcas, foi realizada uma busca na web, no site das empresas, a fim de se obter informações se as mesmas produziam simuladores para punção venosa. Quando não produziam foi escrito “não” na Tabela e quando sim, foi descrito o nome comercial do simulador e foram encontrados os manuais de instrução de uso dos mesmos. A Tabela de análise de empresas fabricantes também contém informações sobre país de origem dos fabricantes, a descrição do produto e o preço do manequim em dólares (\$). Quando encontrados dois modelos de punção venosa na mesma empresa fabricante, optou-se pelo modelo mais completo de manequim simulador. A Tabela 4 resume os modelos compilados.

Os resultados da revisão de literatura foram organizados em temáticas segundo o uso dos manequins simuladores. Os temas considerados foram: simulação na saúde, emergência, anestesia, cirurgia entre outras. A análise foi realizada por meio da compilação de informações relevantes que tratassem das experiências, dos estudos e da importância do uso dos manequins para a educação na saúde.

### **2.3.2 Etapa 2: entendimento das tecnologias e produtos existentes**

Para entendimento das tecnologias e produtos existentes utilizou-se uma análise de patentes. Uma patente é um título de proteção legal de uma invenção, concedida, mediante pedido e sujeito ao cumprimento de critérios legais determinados por um escritório do governo, na qual a invenção patenteada pode normalmente ser explorada apenas com a autorização do proprietário da patente. A proteção conferida pela patente é limitada no tempo (geralmente 15 a 20 anos, contados do depósito) e territorialmente para o país ou países envolvidos. A patente prevê uma nova maneira de fazer um produto ou um processo que, em geral, oferece uma nova solução técnica para um problema (WIPO, 2013). No relatório do pedido de patente deverá constar clara e suficientemente o objeto, de modo a possibilitar sua realização por técnico no assunto e indicar, quando for o caso, a melhor forma de execução (ZOCCHÉ et al, 2014).

Para realizar o levantamento de patentes relacionadas aos manequins simuladores de punção venosa foram consultadas as seguintes bases de dados (i) USPTO - United States Patent and Trademark Office; (ii) INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial; (iii) Esp@cenet - European Patent Office; (iiii) WIPO – PatentScope; (iiiii) CPO - China Patent & Trademark Office; (iiiii) JPO - Japan Patent Office; (iiiii) CIPO - Canadian Intellectual Property Office; (iiiii) Derwent Innovations Index (Thomson Reuters). A pesquisa foi realizada em setembro de 2014.

Para a busca, as palavras-chave foram combinadas utilizando-se os operadores booleanos (AND; OR), sendo utilizadas as seguintes: *arm, simulating, veins, injection, artificial arm for medicine, mannequin, training arms, arm model for injection, simulated arm, puncture intravenous e simulator anatomic.*

Os resultados foram expressos numa Tabela de análise de patentes contendo o nome do requerente, a nacionalidade, o ano do depósito, o CIP (Classificação Internacional de Patentes), o código das patentes, a figura e o título do produto). Cada registro foi analisado descritivamente segundo as características do invento e a inovação em relação aos materiais,

funções e novidades apresentadas. A partir dos dados foi possível acompanhar a evolução das inovações dos simuladores de punção venosa ao longo de 61 anos (1952 a 2013)

### 2.3.3 Etapa 3: compilação dos requisitos

O levantamento de requisitos foi realizado a partir da análise dos artigos científicos, das patentes e dos simuladores comercializados atualmente obtidos nas etapas anteriores. Foram destacadas todas as características similares e diferenças dos simuladores. O resultado desse levantamento foi organizado em forma de Tabela (Tabela 5). A seleção dos requisitos compilados foi embasada em definições, citações e características dos manequins simuladores referidas por outros pesquisadores e fabricantes nessa temática.

## 2.4 RESULTADOS

### 2.4.1 Levantamento de Referências Bibliográficas

A revisão de literatura resultou em 28 artigos selecionados e foram classificados nas seguintes temáticas: (i) dez artigos (36%) relacionados ao uso simuladores na educação, (ii) seis artigos (21%) associados ao uso em procedimentos ligados a cirurgia, (iii) quatro (14%) em urgência/emergência, (iv) três (11%) em anestesia, (v) dois (7%) em otorrinolaringologia, (vi) um (4%) em clínica cardiopulmonar, (vii) um (4%) em intensivismo e (viii) um (3%) em obstetrícia (Figura 2-1).

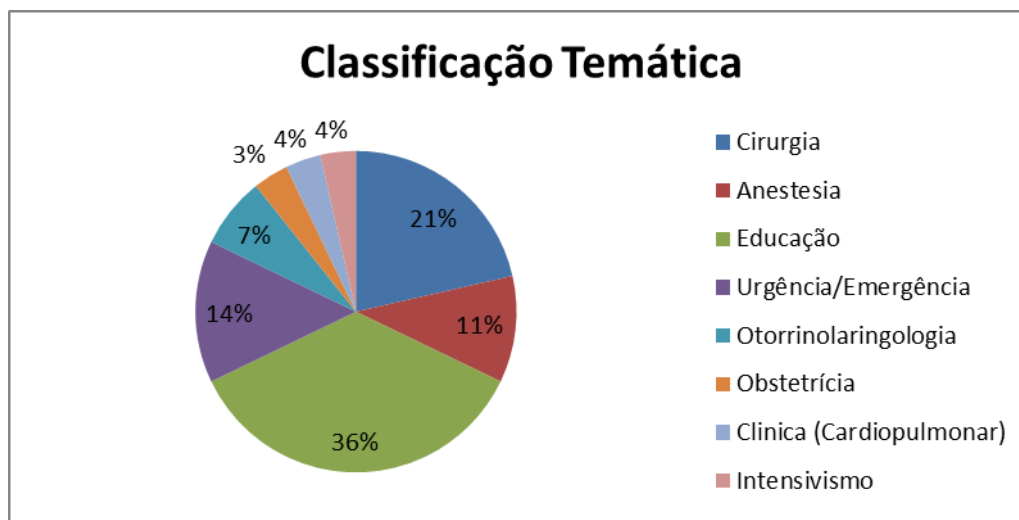


Figura 2-1 Classificação temática dos artigos (%). Fonte: primária

Dos 28 artigos selecionados, percebeu-se que o país que mais publicou nesses últimos dez anos foi os Estados Unidos (24 publicações). Com relação ao ano de publicação, notou-se que aumentaram de 2003 para 2012 e não houve artigo selecionado para essa pesquisa, que tenha sido publicado no ano de 2013.

A seguir, optou-se por dividir os resultados em seções sendo destacado o tema que versa sobre educação, das demais especialidades médicas devido a maior quantidade de artigos ter sido classificada em tal temática.

### **Uso de Simuladores na Educação na saúde**

Neil (2009) relata uma breve história sobre o uso da simulação, a qual iniciou no final da década de 1920 para treinamento de pilotos na aviação. Nos anos 60, a enfermagem começou a utilizar simuladores de pacientes como a Resusci Anne (Laerdal) e o Harvey, utilizados para técnicas de reanimação cardiopulmonar. Também foi desenvolvido o primeiro simulador de paciente humano para uso em treinamento de anestesia, quando na época, nem os profissionais nem a tecnologia estavam preparados para seu uso (ROSEN, 2008). Na década de 80, educadores da área de anestesia começaram a incrementar o uso da simulação no treinamento de estudantes. Mas somente a partir de 1990 a simulação começou a ser amplamente utilizada para aquisição de outras habilidades técnicas como o gerenciamento de vias aéreas, inserção de cateteres e os procedimentos ginecológicos. Em 2000 a empresa Laerdal desenvolveu o SimMan, um simulador de paciente humano de alta fidelidade e desde então disseminou o uso desses manequins atualmente. Estima-se que um terço das escolas de medicina nos Estados Unidos, utilizam simuladores de paciente humano, assim como centenas de outros centros de treinamento e universidades pelo mundo (GOOD, 2003).

A simulação desempenha direta ou indiretamente um papel importante na cultura de segurança dos pacientes. Ela auxilia os indivíduos a praticarem os procedimentos antes do primeiro atendimento ao paciente vivo, possibilita aos profissionais de saúde o trabalho em equipe, proporciona as organizações a possibilidade de treinamento e padronização de procedimentos, entre outro (RALL; DICKMANN, 2005).

A utilização de simuladores é uma maneira de incrementar os currículos dos cursos da saúde, bem como o aprendizado de uma nova geração de alunos para os quais a tecnologia é inserida precocemente na infância. Esse perfil de aluno adapta-se facilmente ao uso de simulação e mantém-se motivado devido a participação ativa, a instrução individualizada e aos feedbacks constantes proporcionados por esses recursos (NEIL, 2009; ISSENBERG;

SCALESE, 2008). Al-Elq (2010) ressalta que a simulação oferece oportunidades úteis de melhorar a competência e autoconfiança dos estudantes, o que reduz os riscos aos quais os pacientes são expostos. Os estudantes tornam-se mais aptos para atender os pacientes, aumentando a segurança dos atendimentos e, conseqüentemente, reduzindo o custo de tratamentos de saúde a longo prazo. Além disso, os alunos relatam alto nível de satisfação na experiência de prática de ensino com os simuladores (GOOD, 2003; LAPKIN et al.2010).

O raciocínio clínico é uma competência fundamental na prática de enfermagem e possui um impacto positivo no resultado dos pacientes. Uma estratégia que vem sendo adotada no sentido de melhorar o ensino dessa habilidade é a simulação, que pode ser desenvolvida a partir de casos simples até casos mais complexos com o uso de manequins simuladores de paciente humano (GOOD, 2003; LAPKIN et al.2010). Outro estudo também encontrou evidências de que o uso desses manequins melhora significativamente três resultados relacionados ao desenvolvimento do raciocínio clínico: construção de conhecimento, pensamento crítico, e a capacidade de identificar pacientes com piora clínica (LAPKIN et al. ,2010). Na pesquisa de Vincent, Berg e Ikegami (2009) percebe-se um resultado concreto do desenvolvimento de competências de raciocínio clínico. Conforme os autores, o uso de simuladores por profissionais mostrou que, após duas interações com o simulador de paciente humano, foi possível reduzir significativamente o tempo de triagem, de identificação e de tratamento de ferimentos fatais em múltiplos pacientes. Espera-se que tais conhecimentos influenciem positivamente na assistência direta aos pacientes (VINCENT; BERG;IKEGAMI, 2009;VINCENT et al., 2009).

Good (2003) afirma que a simulação é mais realista quando associada mais de uma abordagem de ensino, como no uso de simuladores de paciente e de pacientes padronizados, os quais interpretam pacientes com história clínica, sinais e sintomas específicos. Nota-se que a simulação integrada permite acompanhar o paciente ao longo do tempo, como atendimento a reconsultas e acompanhamento médico, mantendo o realismo através da avaliação do paciente e do procedimento terapêutico (GOOD, 2003).

Na educação na saúde, o uso de simuladores que atendam as mais diversas necessidades de treinamento de procedimentos clínicos está cada vez mais em ascensão. Tal fato estimula o desenvolvimento de simuladores de baixo custo por parte de programas vinculados às universidades. Além disso, a produção local nessas instituições capacita e incentiva os professores e os coordenadores de centros de simulação a participarem ativamente e a desenvolverem novas medidas de avaliação de desempenho da utilização desses recursos (PUGH, 2011).



## **Classificações de Simuladores para Educação na saúde**

Um “simulador”, ou manequim simulador, é definido como um objeto físico ou dispositivo com o qual uma tarefa ou uma série de tarefas pode ser realisticamente e dinamicamente realizada. No simulador é possível demonstrar as consequências de diferentes ações sobre o mesmo (GARDNER, 2007; FINAN et al.,2012; JABIR, 2012).

A literatura refere diversas classificações para simuladores. O termo *fidelidade* é geralmente utilizado para definir o grau de realismo da experiência, proporcionada pelo simulador, sendo dividida em baixa, média e alta fidelidade. Sabe-se que quanto maior o nível de fidelidade, mais caros serão os manequins devido à tecnologia empregada (GARDNER, 2007; FINAN et al.,2012; SEROPIAN et al., 2004; AL-ELQ, 2010, LAPKIN et al. 2010; NEIL, 2009; MARAN; GLAVIN, 2003;ISSENBERG; SCALESE, 2008; SATAVA,2008). A Tabela 2-11 descreve a classificação geral dos simuladores de acordo com a fidelidade.

<b>Tipo de Simulador</b>	<b>Fidelidade</b>	<b>Características</b>	<b>Exemplos</b>
Part-task trainers (PTT)	Baixa	Parte do corpo ou de algum órgão interno para treinamento de técnicas, procedimentos ou tarefas. Pouco feedback com o usuário, baixo custo, facilidade de transporte. Para treinamento individual ou em pequeno/grandes grupos.	Simuladores de punção venosa, para intubação, episiotomia. ResusciAnne (RCP-1960)
Instructor-driven simulators (IDS)	Média	Réplica de uma parte do corpo humano, responde aos comandos do instrutor causando mudanças no manequim. Varia no desempenho, respondendo à alguma tarefa específica. Para treinamento individual ou em pequenos/grandes grupos, introdução ou aprofundamento de competências complexas.	Harvey (cardíaco 1968).
Model-driven simulator (MDS)	Alta	Manequim semelhante a um humano, de tamanho real que responde fisiologicamente como um ser humano, às intervenções clínicas. Movimentos respiratórios, da mandíbula, piscar de olhos, variação pupilar. São feitos de plástico ou borracha e ainda possuem limitações de movimentos. Para treinamento individual ou em pequeno/grandes grupos.	Sim One (primeiro protótipo - 1960). Gaba (1980) software de respostas fisiológicas realistas. METI e Noelle.
Simulador Híbrido	Média	Combina um simulador, PTT obstétrico, por exemplo, com um ator para simulação realística do paciente. Apresentam baixos ou nenhum custo e aumentam o realismo.	Ator utiliza o manequim próximo ao corpo como se fosse uma continuação da sua superfície corporal.

Tabela 2-1 Classificação dos simuladores

As classificações de fidelidade citadas na Tabela 2-1 estão inseridas dentro da classificação intitulada “fidelidade de engenharia”, ou seja, que trata do nível de realismo do equipamento físico. Ainda existem outras duas tipologias que definem o termo fidelidade segundo as dimensões de “fidelidade ambiental” e “fidelidade psicológica” (funcional). A fidelidade ambiental se refere ao grau em que o simulador reproduz movimentos, fornece pistas visuais e outras informações sensoriais do ambiente de trabalho que dão realismo. Por exemplo, aparelhos que compõem o cenário e podem ser utilizados ao longo do mesmo, como o monitor cardíaco. Já a fidelidade psicológica refere-se ao nível de percepção do indivíduo inserido na simulação, ao quão absorto o mesmo está nas atividades desenvolvidas

e o quanto acredita serem “reais”, gerando assim um comportamento (ISSENBERG; SCALESE, 2008; MARAN; GLAVIN, 2003).

Uma nova classificação apresentada por Jabir (2012) considera como alternativa o uso de animais e cadáveres no treinamento de técnicas cirúrgicas a fim de evitar implicações éticas com o uso de pacientes reais. Esta forma de proceder tem algumas vantagens, como: nenhuma consequência aos cadáveres utilizados no caso de possíveis falhas; o procedimento pode ser repetido inúmeras vezes; o procedimento não provocará dores ou constrangimentos, entre outros (JABIR, 2012). Porém, com o aumento do número de estudantes nos cursos da saúde e o baixo número de doações de corpos, tal alternativa seria inviável para atender a crescente demanda. Já o uso de animais ganhou crescente visibilidade pelas sociedades protetoras e combate a abusos realizados na educação e em pesquisas científicas com os mesmos. Além da observação de que é impossível reproduzir determinados procedimentos devido a diferença anatômica dos órgãos humanos e ausência de patologias semelhantes (LYRA, 2015).

A Tabela 2-22 apresenta um resumo das vantagens e desvantagens dos simuladores orgânicos e inorgânicos, conforme classificação de Jabir (2012).

Classe	Simulador	Uso	Exemplos	Vantagens	Desvantagens	Custos
Orgânicos	Animal	Microcirurgia	Macacos, porcos, ovelhas.	Semelhante a anatomia humana.	Diferenças anatômicas, questões éticas, uso único, custos.	Alto.
	Cadáver	Anatomia	Não se aplica	Anatomia realista.	Uso único, disponibilidade, custo, questões éticas.	Alto
Inorgânicos	Modelo estático	Habilidades básicas	Cateterização venosa, vesical, colonoscopia.	Seguro, portátil, múltiplos usos.	Realismo limitado, uso finito.	Baixo a médio.
	Manequins	Anestesia	ePelvis, Virgil	Múltiplos usos.	Realismo limitado, não apresenta fisiologia “viva”.	Variável
	Simuladores computacionais	Virtual	Realidade virtual (VIST, Virtual Environment, ES3).	Múltiplos usos, pode ser programado com especificidades, eticamente correto, fornece feedbacks.	Realismo variável, feedbacks mais realistas apresentam custos maiores.	Variável podendo chegar a \$300.000 (dólares)

Tabela 2-2 Classificação dos manequins em orgânicos ou inorgânicos. Fonte: JABIR, 2012

Da mesma forma, na Tabela 2-33, Satava (2008) demonstra uma taxonomia diferente de classificação. O autor associou as habilidades a atividades e requisitos que o profissional deve atender para então sugerir exemplos de simuladores adequados.

Habilidades	Requisitos Manuais	Exemplos
Precisão local	Direcionar agulha/instrumento à determinado ponto	Cateterização intravenosa, anestesia espinhal, biopsia por punção.
Manipulação simples	Guiar um cateter ou endoscópio	Angioplastia coronária, endoscopia, ultrassom
Manipulação complexa	Desempenhar uma tarefa única, complexa	Anastomose, MIST (Minimally Invasive Surgery Trainer)
Procedimento integrado	Desempenhar múltiplas tarefas de um procedimento completo	Anestesia, Laparoscopia, Artroscopia.

Tabela 2-3 Classificação de acordo com a capacidade funcional. Fonte: SATAVA, 2008.

Nota-se que diversos autores contribuem para a classificação dos manequins quanto à fidelidade de realismo dos mesmos. Entretanto, há outras diferentes taxonomias para classificar os simuladores. O estudo das classificações é importante para entender as características de cada tipo de manequim e adequá-los a determinado objetivo. Além disso, também auxilia na estratificação e entendimento dos requisitos que o produto deve atender de acordo com sua classificação. Um simulador híbrido deve atender o requisito de aumentar o realismo da simulação, por exemplo.

#### 2.4.2 Levantamento de Empresas Fabricantes de Simuladores

Com base na revisão da literatura e na experiência de uma das autoras em laboratório de práticas de enfermagem, compilou-se 20 empresas fabricantes de simuladores para educação na saúde. Para estas empresas, foi realizada uma nova busca na web para verificar se as mesmas fabricavam simuladores de braço para punção venosa. O resultado segue, em ordem alfabética, na Tabela 2-4 na qual os dados foram organizados de acordo com as seguintes colunas: empresas de simuladores, país de origem, simulador de braço/nome comercial, descrição e preço (em dólares). Foi destacado em negrito, as principais contribuições de cada modelo, isto é, as características consideradas diferentes da maioria dos modelos oferecidos

De 20 empresas citadas, 11 manequins simuladores de punção venosa comercializados e estão localizadas nos seguintes países: (04) nos EUA, (01) na Alemanha,

(01) no Japão, (01) na China, (01) na Noruega, (01) na Dinamarca, (01) na Inglaterra e (01) no Brasil. A média de valores dos manequins ficou entre \$967,03 variando de \$302,31 a \$3.333,33 dólares. A empresa Life Form® foi citada duas vezes, pois apresentou modelos diferentes de simuladores, com características inovadoras em ambos.

De acordo com os achados na web sobre a descrição dos produtos nota-se que a maioria dos simuladores de punção venosa listados permitem a prática de injeção intramuscular (IM), subcutânea (SC) e intradérmica (ID) e são compostos de partes que simulam a pele, as veias e o sangue. Todos possuem uma apresentação anatômica na tentativa de alcançar o maior realismo possível, variando quanto a possibilidade de movimentação da articulação do ombro, do cotovelo e do punho. Também foi encontrado modelos de manequim simulador de punção venosa com variações nas características masculinas, femininas, pediátricas e geriátricas.

Empresas de simuladores	Pais de origem	Simulador de Braço/ Nome comercial	Descrição	Preço (\$)
3B Scientific	Alemanha	Braço de Luxo para Injeções IV P50	Permite realizar injeções intravenosas. As seguintes veias podem ser puncionadas: veia basílica, veia cefálica, veia intermédia do cotovelo, rede venosa dorsal da mão. Disponível com base, sangue artificial, frasco plástico, seringa.	\$ 415,15
Ambu	Dinamarca	Treinador intravenoso Ambu	Pele e veias de látex natural que fecham o buraco após a penetração da agulha. <b>Pulso e braço giratório</b> proporciona uma articulação realista. <b>Painel indicador que representa cada vaso sanguíneo e dá feedback imediato.</b> Sistema de válvula que reduz a formação de ar nos vasos sanguíneos.	\$ 369,95
Anatomic	China	Braço para treinamento de injeção TZJ0501A	Braço para treino de injeção intravenosa, modelo com suporte e frasco para sangue artificial, acesso às veias cefálica, basílica, medial cubital, e periféricas dorso da mão.	\$ 302,31
CAE Healthcare	Canada	Não		
Coburger Lehrmittelanstalt	Alemanha	Não		
Gaumard	EUA	Braço avançado para treinamento intravenoso S401	Veias anatomicamente localizadas em sulcus, preenchidas por tubos de látex, simulando a consistência das veias, revestido por uma camada de pele de vinil, flexível. Permite <b>variação de palpabilidade</b> das veias através da pressão de um bulbo.	\$ 625,00
Immersion	EUA	Não		
Intuitive	EUA	Não		
Koken	Japão	Braço para treinamento de injeção multipropósito LM-074	Pele de silicone com aparência, sensação e punção realísticas, sem deixar buracos de agulha visíveis. <b>Ombro, cotovelo, pulso móveis</b> para uma postura corporal realística. Cor e <b>viscosidade do sangue semelhantes à realidade.</b>	\$ 3.333,33
Laerdal	Noruega	Braço Adulto de Treinamento Intravenoso	Representação anatômica das veias. Pele e veias removíveis. Veias palpáveis.	\$ 673,00
Life Form	EUA	Braço para treinamento de injeção intravenosa	Simulador braço humano desde o ombro até as pontas dos dedos. Textura da pele realista ao toque, e pontas dos dedos <b>com impressões digitais.</b> Pele e veias removíveis.	\$ 615,00
Life Form	EUA	Braço avançado de injeções e punção arterial	Braço para praticar a punção arterial e intravenosa. <b>Geração automática de pulsações arteriais</b> nos locais de punção das artérias radial e braquial através de uma bomba peristáltica.	\$ 1013,30
Limbs and Things	Inglaterra	Braço padrão para punção venosa	<b>Sistema de fluido pressurizado</b> que permite controlar a pressão nas veias. Pele macia, realística e flexível com veias subjacentes palpáveis (palpabilidade das veias).	\$792,99
MedSim	EUA	Não		
Mentice	EUA	Não		
Mimic	Eua	Não		
Pro Delphus	Brasil	Não		

Simbionix	EUA	Não		
SimLab	Jordania	Não		
Simulacare	Brasil	Braço avançado de injeções	Acesso às veias periféricas, além de um sistema para geração de pulso através de um bulbo.	\$ 417,12
Simulaid	EUA	Braço de treinamento intravenoso	Simulador de braço para procedimentos intravenosos . Permite a palpação do braço com sensação realista. Após definir local de punção, a agulha pode ser inserida, o sangue pode ser drenado e os fluidos injetados . Contém uma almofada de espuma para aplicação IM.	\$ 560,55

Tabela 2-4 - Levantamento de empresas fabricantes de simuladores. Fonte: primária

### 2.4.3 Levantamento de Patentes

Foi possível identificar um total de 13 patentes datadas de 1952 a 2013 e houve maior proporção de proteção intelectual, e, portanto, desenvolvimento de simuladores para punção venosa, nos Estados Unidos (54%), seguido da China (31%) e Coreia (15%). Tal fato evidencia a ausência de um depósito de patente para esse tipo de produto, por pesquisadores brasileiros, em nosso País e no exterior (Figura 2-2).

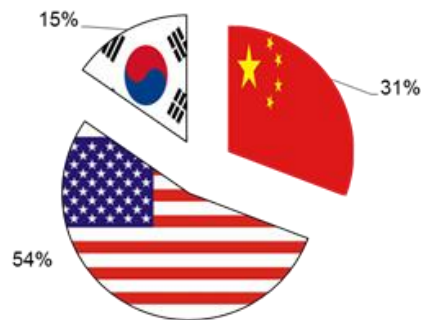


Figura 2-2. Proporção de patentes por país. Fonte: primária.

As informações foram compiladas como o título, o inventor, o CIP (Código Internacional de Patentes), o Código de registro, a Figura, as características e o país de origem. Após a análise de cada uma das patentes, inseriu-se uma linha que descreve o diferencial de inovação (Figura 2-3).

Todo o pedido de patente é classificado num grupo denominado CIP os quais possibilitam a identificação, de uma forma abrangente, dos assuntos mais solicitados para depósito (INPI, 2012). De todos os inventos descritos, doze fazem parte do grupo G09B referente à “Material para ensino ou comunicação” e apenas um refere-se ao grupo G06F referente à “Processamento elétrico de dados digitais”.

Numa perspectiva histórica, nota-se que até 1960 os simuladores de punção não apresentavam a forma anatômica de braço, porém dispunham de pele, veias, ossos, fluído de sangue, e serviam para treinamento de injeções e coleta de sangue (NIIRANEN,1952; LADE,1954; POOLE,1957; ALDERSON,1960). O primeiro simulador com forma de braço foi patenteado em 1972 e era possível praticar injeções intradérmicas, utilizado para simulação de testes de alergia (CHASE,1972a). A partir de então, outras inovações foram acrescentadas aos simuladores como: a possibilidade de remoção da pele, pulsação através de bulbo manual, diferentes espessuras na camada, uso de realidade virtual, diferença na palpabilidade das veias.



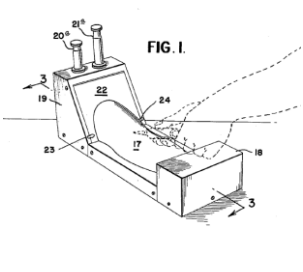
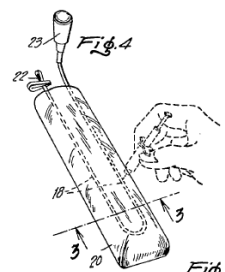
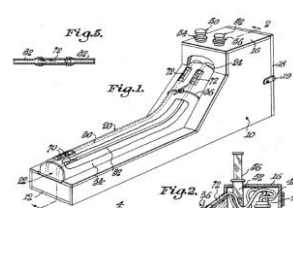
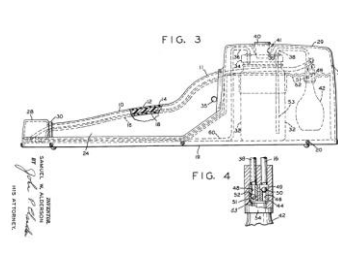
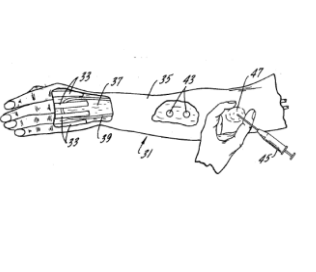
Ano	1952	1954	1957	1960	1972
<b>Título</b>	Synthetic arm	Arm for teaching venipuncture and intravenous therapy	Intravenous therapy training aid	Trainimg aid for 'intravenous therapy	Injection training aid
<b>Inventor</b>	John 'V. Niiranen	James H. Lade,	Marcus W. Poole	Samuel W. Alderson	Myron C. Chase
<b>CIP</b>	A61M5/00, G09B23/28, G09B23/00	G09B23/28, G09B23/00	G09B23/00, G09B23/28	A61M5/00, G09B23/28, G09B23/00	G09B23/28, G09B23/00
<b>Código</b>	2,686,374	2,704,897	2,871,584	2,995,832	3,722,108
<b>Figura</b>					
<b>Características</b>	Antebraço rígido, simulando pele e veias e artérias. Para tecnicas de inserção de agulha intravenosa e retirada de sangue, injeção hipodérmica (SC ?).	Peça (ainda sem forma de braço, no máximo um ante-braço) para treinamento de punção e terapia intravenosa. Parte rígida simula osso internamente. Simula pele, tecido SC e tubos de latex ou borracha simulam veias. Tem entrada e saída para fluxo de liquido que ficam clampadas após encher o dispositivo de água.	Braço para treinamento de punção venosa e retirada de sangue, parte rígida simula osso internamente. Simula pele, veias e sistema aberto com fluxo de saída de fluido de drenagem (sangue). Para isso utiliza seringa para entrada do sangue e frasco de drenagem para saída. Apresenta simulador de garrote no proprio dispositivo, apenas para ser laçado.	Braço para treinamento de punção venosa e injeção hipodérmica(SC?). Apresenta parte rígida simula osso internamente. Simula pele, veias e fluido de drenagem (sangue). Possui reservatório de fluidos acionados por botão e quando enchem as veias são trancados por outro botão, criando a pressurização das veias.	Criado para simulação de teste alergica (Ex:Mantoux). Possui camada intradérmica com fluido de retorno. Os botões (discos)ou blisters podem ser palpados e pinçados com os dedos para administração ID.
<b>Diferencial de inovação</b>	Peça rígida. Partes destacaveis. Pele de vinil-resina. Base feita de pedra dental (dental-stone). Permite reproduzir pressão de sangue de acordo com a pressão nas seringas (que empurram o fluxo do liquido).	Dispositivo simples, sem a forma de um braço, preocupando-se em simular as camadas. Simula sangue com água, que fica preenchida nas veias (saidas clampadas). Utiliza camadas com cotton (SC) e algodão para partes internas. Papel mache (jornal picado).	Apresenta simulação de fluxo sanguíneo através de injeção por seringa e drenagem em frasco. Garrote já vem no dispositivo.	Contém um reservatório de liquido que simulam sangue, pressurizados, acionados por botão. Feit de camadas com plastico, borracha, vinil-resina.	Disco feito de cloretor de polivinil para segurar o fluido. Permite o engurgitamento sendo similar aos teste de reação alérgica (formação de papula).
<b>País</b>	USA	USA	USA	USA	USA

Figura 2-3 - Levantamento de patentes. Fonte: primária.

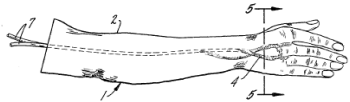
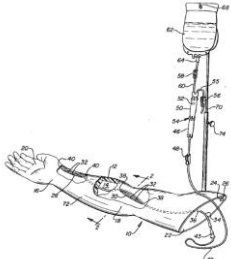
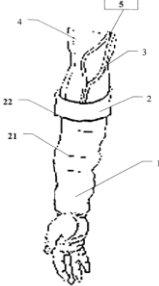
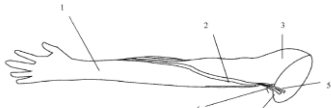
Ano	1972	1978	2002	2009
<b>Título</b>	Simulated Human limb	Artificial Arm	Simulating arm for medical use	Teenager arm model for injection
<b>Inventor</b>	Myron C. Chase	Charles D. Wise, Ernest E. Lowrey, Oliver W. Lowrey, Thomas R. Williams, Price Neeley	Liu Xiao Fei, Liu Yanfei	Liu Fengjun
<b>CIP</b>	G09B23/00, G09B23/34	<a href="#">G09B23/28</a>	<a href="#">G09B23/28</a>	<a href="#">G09B23/28</a>
<b>Código</b>	3,789,518	4,182,054	CN2570905 Y	CN 201392610 Y
<b>Figura</b>				
<b>Características</b>	Braço para inserção de cateteres e retirada de sangue, com pele removível, composto de uma camada interna (núcleo) com ranhuras permitindo o encaixe de tubos que simulam veias e que podem ser costuradas nesse núcleo. Também apresenta gel para deslizar melhor a camada de pele em cima do núcleo, como se fosse uma luva.	Braço anatômico com camadas: pele, veias e núcleo. Simulador de sangue. Para punção venosa e arterial com pressão produzida manualmente. Os tubos de veias são visíveis abaixo da pele.	O braço artificial para cateterização arterial, intravenosa, injeção intramuscular. Apresenta espessura de pele de 0,01-0,05mm. Simula anatomia vascular SC.	Braço de punção adolescente. Os vasos sanguíneos de simulação compreendem veias cefálicas, basilicas, intermediária cubital, veias do antebraço e uma rede venosa dorsal da mão. Serve para execução de injeção intravenosa, intramuscular e subcutânea.
<b>Diferencial de inovação</b>	Apresenta pele removível para facilitar a manutenção e reposição de peças. Composto de: Cloreto de Polivinil (pele simulada); espuma de poliuretano (núcleo); borracha de silicone (molde da pele humana)	Apresenta uma bomba ao longo do eixo que introduz o sangue artificial onde apertando-se é possível criar pressão. Pele de latex. Veias visíveis abaixo da pele.	Ênfase na anatomia vascular subcutânea. Epiderme de espessura de 0,01 a 0,05mm.	Braço adolescente. Anatomia condizente com braço jovem.
<b>País</b>	USA	USA	CN	CN

Figura 2-3 - Levantamento de patentes (continuação).

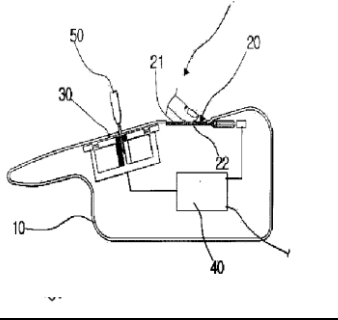
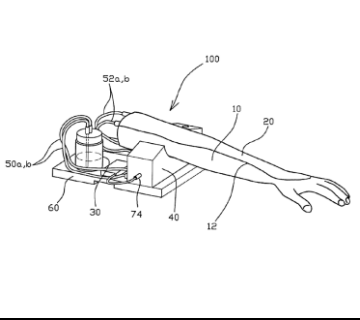
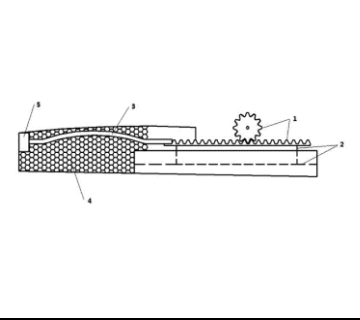
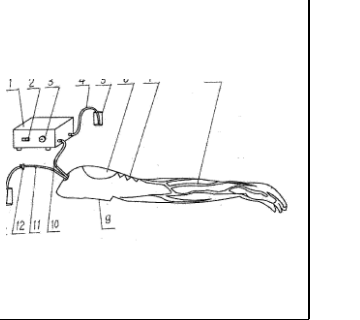
Ano	2010	2012	2013	2013
<b>Título</b>	Actual training terminal device for virtual intravenous injection	Arm model apparatus for intravenous injection training	Pulse condition simulator	Arm puncture injection nursing model
<b>Inventor</b>	JA HYO K, BOK YANG S, HUN OH S, JA H K, OH S H, YANGS B	Seung Jin YANG, In Bae Chang, Nam Hyuk KIM	Qi Hong, Yu Yanhua, Hou Lihui	Cang Hui Su, Ma Jian Fang, Donghua Xie Yang, Qi Luo Yuan
<b>CIP</b>	<a href="#">A61M-005/00; G06F-017/00; G06F-003/041; G09B23/28</a>	G09B23/28	G09B23/28	G09B23/29
<b>Código</b>	KR2010122172-A	US 2013/0078603 - KR1317860-B1	CN 203260252 U	CN203573548
<b>Figura</b>				
<b>Características</b>	Dispositivo para prática de injeção intravenosa virtual. Possui um botão para contato na superfície, permitindo a palpação. Injeta-se um fluido de trabalho o qual distende o tubo e pode ser sentido através do toque na superfície. (HAPTIC) Associado a realidade virtual.	Braço para treinamento de punção venosa com bomba de infusão de fluidos imitando sangue para autopreenchimento. Camada SC normal (0,005-2,0mm) e obesos (3-5mm). Percebe-se a veia externamente. Apresenta as 3 camadas (epiderme, derme e SC)	Apresenta um simulador de pulso radial controlado por um dispositivo de controle eletromecânico. Um círculo dentado desliza (para frente e para trás) por uma tira cilíndrica de borracha que realiza a pressão na parte posterior de um pulso. Muda para até 03 níveis de palpabilidade do pulso através do controle de pressão do aparelho.	Estrutura simples, para injeções IM, SC e IV. Fornece graus variados de dificuldade de punção. Pode-se aumentar a bomba de infusão, segundo as necessidades de treino e de intensidade. Permite controlar o inorgitamento do sangue, dando ao treinador a verdadeira sensação na palpação da veia.
<b>Diferencial de inovação</b>	Fluido engurgita as veias permitindo a palpação. Muda a resistência conforme a agulha vai penetrando no pertuito, dando a impressão que está penetrando camadas do corpo humano. Uso de realidade virtual.	Apresenta bomba de infusão controlada por controle remoto para autopreenchimento de sangue nas veias. Apresenta 3 camadas de tecido. Diferenças de espessura da camada SC para pessoas normais e obesas. Possível enxergar as veias através da pele.	Produto similar a um braço, porém não foi desenvolvido para punção mas sim para palpação de pulso radial.	Bomba de Infusão para controle de entrada de sangue permitindo a sensação de engurgitamento.
<b>País</b>	KR	USA/KR	CN	CN

Figura 2-3 - Levantamento de patentes (continuação).

#### 2.4.4 Compilação de Requisitos

Os requisitos levantados a partir da análise dos artigos científicos, das patentes e das características dos simuladores de punção venosa comercializados foram organizados e resultaram na Tabela 2-5. Foram descritos cinco categorias de requisitos segundo a funcionalidade, a simulação Híbrida, o prover habilidades, os aspectos éticos e os aspectos realísticos, considerados requisitos primários. Estes foram desdobrados em requisitos secundários e citadas as fontes de consulta, separadamente na Tabela 2-5. A gestão dos requisitos é uma etapa que acontece no início do processo de desenvolvimento dos produtos e nem todos eles são conhecidos ou devem ser conhecidos no início desse processo (CALLEGARO, 2015; PAHL et al., 2007).

No requisito “Prover Aprendizagem” considerou-se que qualquer manequim utilizado como ferramenta de ensino em práticas simuladas é capaz de promover raciocínio clínico e servir adequadamente ao propósito de ensino. Quanto à simulação híbrida, entende-se que a mesma é capaz de proporcionar maior interação entre o manequim e os usuários. Estas podem combinar equipamentos reais com imagens virtuais, inserir o indivíduo na simulação de forma absoluta, isto é, de modo que perceba a simulação como sendo algo “real” (fidelidade psicológica), e permite a participação ativa dos estudantes com o manequim simulador (ISSENBERG; SCALESE, 2008; MARAN; GLAVIN, 2003; NEIL, 2009). Apesar de citado na literatura, apenas uma patente atendeu de fato tal requisito, porém trata-se de um dispositivo (haptic) para treinamento virtual, conforme descrição na Figura 2-3 (JA HYO et al., 2010). Ou seja, não apresenta a forma anatômica de um braço e abre lacunas para a proposta de um novo simulador híbrido.

No requisito “Melhora a competência, autoconfiança e satisfação dos estudantes” optou-se por utilizar como fonte de referência a literatura, uma vez que são necessários estudos para comprovar esse fato.

Sobre os “Aspectos Realísticos” utilizou-se como base para essa classificação o descritivo dos produtos, sendo mais detalhados nas fontes: empresas de simuladores e patentes.

Requisitos	Desdobramento dos Requisitos	Fonte		
		Revisão Sistemática	Empresas de simuladores	Patentes
Funcionalidade	Oferecer monitorização de pressão arterial	Teixeira; Felix, 2011; Vieira; Caverini, 2011.		Hong; Yanhua; Lihui, 2013;
	Permitir resposta a medicamentos e a procedimentos invasivos	Teixeira; Felix, 2011; Vieira; Caverini, 2011; Burkhammer; Lawner; Berge, 2012.		
	Apresentar um painel indicador de feedback imediato para cada vaso sanguíneo	Vieira; Caverini, 2011; Neil, 2009; Issenberg; Scalese, 2008; Satava, 2008,	Ambu®.	Ja Hyo et al.,2010;
	Habilitar a pratica de injeção IM, SC e ID e punção venosa	Satava, 2008; Jabir, 2012;	Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Ja Hyo et al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.
	Permitir a prática de punção arterial		Lifeform®; Ambu®	Niiranen, 1952;
Simulação Híbrida	Combinar equipamentos reais com imagens virtuais	Satava, 2008		Ja Hyo et al.,2010;
	Inserir o indivíduo na simulação de forma absorta (fidelidade psicológica)	Issenberg; Scalese, 2008; Maran; Glavin, 2003.		
	Permite participação ativa	Neil, 2009; Issenberg; Scalese, 2008.		
Prover Aprendizagem	Melhorar a competência, autoconfiança e satisfação dos estudantes	Good, 2003; Lapkin Et Al., 2010; Al-Elq, 2010.		
	Promove raciocínio clínico	Good, 2003; Lapkin Et Al., 2010;Walker; Gantt, 2010.	Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Ja Hyo et l.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.

	Adequar-se ao proposito de ensino	Wilson, 2005	Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Ja Hyo et al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.
Aspectos Eticos	Permitir o desenvolvimento de habilidades de forma ética	Carter Et Al. 2010; Wilson, 2005.	Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Ja Hyo et el.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.
	Permitir repetição sem provocar dores ou constrangimentos	Jabir, 2012.	Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Ja Hyo et al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.
Aspectos Realisticos	Disponibilizar partes que simulam a pele, as veias e o sangue.	Satava, 2008.	Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Ja Hyo et al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.
	Ter apresentação anatômica (braço)		Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Wise,1978; Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.
	Ter variação anatômica (diferentes gêneros, idades, espessuras)	Satava, 2008.	Laerdal®; Simulaids®;	Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012;
	Articulações giratórias no braço, cotovelo e punho		Ambu®; Koken®; Anatomic®; Simulacare®; Laerdal®; Lifeform®;	
	Apresentar pulsações arteriais automáticas		Gaumard®; Lifeform®.	Hong; Yanhua; Lihui, 2013;
	Ter impressões digitais		Lifeform®	
	Apresentar viscosidade do sangue		Koken®; Limbs And Things®;	

semelhantes à realidade  
Apresentar variação de palpabilidade das  
veias

Gaumard ®; Limbs And Ja Hyo et al.,2010; Hui Su ,2013.  
Things®.

---

Tabela 2-5 - Levantamento de Requisitos. Fonte: primária.

## 2.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da produção científica nacional e internacional, presentes neste estudo, há maior prevalência de publicações relacionadas a simuladores utilizados para ensino na saúde na temática “educação” (36%) em detrimento de outras especialidades médicas. Ainda, destaca-se que os Estados Unidos da América apresentaram o maior número de trabalhos na área pesquisada (n.24) e que a partir de 2007 iniciou um aumento no número de artigos publicados sobre o tema, em relação aos anos anteriores.

Durante o processo de seleção e análise, percebeu-se que as pesquisas com enfoque metodológico de revisão mencionavam mais de um manequim simulador num contexto geral de discussão, sem detalhar requisitos e funcionalidades específicas. Porém, tais estudos não detalhavam necessariamente as descrições dos simuladores impedindo uma análise mais aprofundada. Julgamentos sobre a qualidade, durabilidade e eficácia dos produtos não foram analisadas, pois estavam além do escopo desta discussão.

Na temática do uso de simuladores voltados à educação na saúde foi abordada a evolução histórica trazendo a importância da simulação e dos simuladores atendendo ao requisito de mais tecnologia no ensino. Outro aspecto mencionado foi sobre a simulação realística e, para este requisito, o uso dos simuladores para o desenvolvimento da competência de “raciocínio clínico”, como fator importante para os profissionais de saúde. Também se destacou o estímulo ao desenvolvimento de novos simuladores uma vez que há inúmeras possibilidades temáticas para treinamento na área da saúde, conforme apresentado nesse estudo (NEIL, 2009; ROSEN, 2008; GOOD, 2003; LAPKIN et al., 2010; VINCENT et al., 2009; PUGH, 2011).

Além disso, há evidências favoráveis de que o uso de simulador e da simulação auxiliam no aprendizado, na autoconfiança e no nível de satisfação dos estudantes, requisitos que podem aumentar o comprometimento e facilitar a aprendizagem dos estudantes (GOOD, 2003; LAPKIN et al. 2010; AL-ELQ, 2010). Por outro lado, a literatura também relatou a frustração de estudantes quando há problemas técnicos nos simuladores, como no caso de um simulador de punção venosa, inferindo a necessidade de inovação e aperfeiçoamento nos manequins simuladores utilizados para esse procedimento (NEIL, 2009).

É possível verificar na literatura alguns requisitos interessantes sobre os simuladores para prática de educação na saúde, como a possibilidade do simulador oferecer feedback durante a experiência, variações anatômicas e diferentes níveis de complexidade. Além disso,



o simulador, juntamente com a simulação, deve ser capaz de estimular e desenvolver o raciocínio clínico nos usuários, sejam eles estudantes ou profissionais.

Os simuladores foram classificados segundo o tipo físico, a fidelidade, aos organismos utilizados (se orgânicos ou inorgânicos), o propósito a que se destina, de acordo com a percepção dos autores (GARDNER, 2007; FINAN et al., 2012; SEROPIAN et al., 2004; AL-ELQ, 2010, LAPKIN et al. 2010, NEIL, 2009; MARAN; GLAVIN, 2003; SATAVA, 2008; JABIR, 2012). O termo *fidelidade*, dividido em baixa, média e alta, está associado ao nível de realismo e tecnologia empregada no simulador. Esta escala de classificação foi a mais citada na revisão bibliográfica. Considerou-se importante esse levantamento de dados a fim de se identificar o dispositivo de treinamento adequado para as habilidades que serão desenvolvidas pelos estudantes da saúde. Assim, para a habilidade de punção venosa sabe-se que o simulador de baixa fidelidade atende tal propósito. Já a utilização de um simulador híbrido, que possibilite o aumento do realismo nessa habilidade, seria uma possibilidade de inovação no ensino desse procedimento.

Quanto à nacionalidade das empresas fabricantes de simuladores elencados, de um total de vinte, dois são brasileiros e apenas um deles produz manequim simulador de braço para punção venosa. Sendo que não se considera este como um produto inovador uma vez que apresenta características gerais semelhantes aos importados. Contudo, alguns produtos apresentaram aspecto inovador ao oferecerem diferentes utilidades, como: articulações giratórias no braço, cotovelo e punho; painel indicador de feedback imediato para cada vaso sanguíneo (AMBU®; KOKEN®); sistema de fluido pressurizado variando a palpabilidade das veias (GAUMARD®); viscosidade do sangue semelhantes à realidade (KOKEN®); presença de impressões digitais (LIFEFORM®); pulsações arteriais automáticas (LIFEFORM®). Tais achados no levantamento com os fabricantes vão ao encontro dos requisitos interessantes descritos na literatura e citados anteriormente.

Há maior quantidade de depósitos de patentes sobre simuladores de braço relacionados a punção venosa ocorreu nos EUA perfazendo um total de 54%, denotando alto investimento em inovação nesse país se comparado aos outros dois citados (China e Coréia). Ainda, nota-se mais de sessenta anos de tentativas de inovação e de evolução desses simuladores segundo os anos e publicação dos depósitos (1952 a 2013). Entretanto, percebe-se que não necessariamente um produto patenteado acaba sendo comercializado, como no caso de um simulador de braço adolescente para punção que não foi encontrado como modelo no levantamento das empresas fabricantes.

Segundo a literatura, os requisitos podem ser entendidos como qualificadores, ou seja, elementos ou características mínimas que um produto deve ter para ser qualificado (BORGES; RODRIGUES, 2010). Lembrando que a lista de requisitos é dinâmica e depende da fase do projeto de desenvolvimento, devendo ser continuamente gerenciada, alterada e estendida (CALLEGARO, 2015; PAHL et al., 2007). Tais requisitos levantados e organizados na Tabela 5 foram considerados essenciais para um simulador de punção venosa. Porém, no que tange os quesitos de “Permite participação ativa” e “Melhora a competência, autoconfiança e satisfação dos estudantes” acredita-se que há possibilidades de aperfeiçoamento desses simuladores com vistas a atingir tais propósitos. Quanto maior a participação ativa do indivíduo, maior será a aquisição de competências, segurança e por sua vez satisfação com o aprendizado (AUTEN et al., 2015). A simulação híbrida, que associa um simulador físico com um paciente padronizado, vai ao encontro desses achados e permite uma maior interação do estudante oferecendo maior realismo às práticas simuladas (OKUPNIAK, 2015).

## 2.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo geral estabelecer um panorama para o desenvolvimento de manequins simuladores a partir do levantamento e organização de requisitos quanto aos aspectos educacionais, comerciais e tecnológicos. As buscas abrangeram além de bancos de dados científicos, empresas fabricantes citadas ou de conhecimento comercial e bancos de patentes nacionais e internacionais. Nesse sentido, também foi possível, levantar os requisitos para o desenvolvimento de tal produto e verificar quais deles ainda não são atendidos pelos modelos fabricados atualmente. Uma das conclusões é de que nos três levantamentos realizados falta contribuição de pesquisadores/empreendedores brasileiros no que diz respeito ao desenvolvimento de um simulador de punção venosa inovador para a educação na saúde.

Quanto ao objetivo (1) desta pesquisa, pode-se concluir que o uso da simulação na saúde permite a aquisição de habilidades clínicas/cirúrgicas, num ambiente seguro e controlado, possibilitando a repetição de procedimentos e a oportunidade de aprender com os próprios erros. Tal modelo de ensino vai de encontro ao processo educativo tradicional focado no “ensino correto”, negando o fato de que os erros auxiliam no processo de aprendizado do aluno. Sobre o objetivo (2) de pesquisa espera-se que o levantamento das classificações dos manequins auxilie no conhecimento e na adequação de uso dos mesmos segundo as

habilidades de ensino propostas nos currículos. Isso se deu ao perceber-se uma tendência de crescimento no número de manequins simuladores comercialmente disponíveis bem como nas tecnologias utilizadas. Apesar da quantidade de opções, com o uso inadequado podem ficar obsoletos se não planejados quanto a incorporação aos currículos e aos objetivos educacionais dos cursos da saúde.

O objetivo (3) de pesquisa (iii) trata sobre o levantamento das empresas fabricantes de simuladores, disposto numa Tabela (Tabela 2-4), onde destacam-se dois manequins entre os valores mais caros sendo o primeiro da marca Koken® (\$3.333,33) e o segundo da Life Form® (\$ 1.013,30), respectivamente. Entende-se que tais valores de venda são proporcionais ao valor da tecnologia necessária para tornar esses modelos diferentes dos demais. Diante do levantamento de patentes, para o objetivo (4) de pesquisa, constatou-se que não há existência de publicações científicas, produtos comerciais ou patentes que relatem o desenvolvimento de um manequim simulador híbrido para o treinamento de punção venosa. Percebeu-se que a ideia de fato é original e a falta de conceito semelhante encoraja as autoras a ampliarem tal pesquisa.

Através do levantamento e organização dos requisitos, objetivo (5) desse estudo, foi possível identificar características gerais aos manequins simuladores de braço que devem ser consideradas no processo de desenvolvimento de um novo produto. Também foi possível propor melhorias, requisitos que não são atendidos atualmente, no intuito de aumentar interatividade do simulador de punção venosa com os aprendizes (simulação híbrida).

Assim, as evidências encontradas fornecem dados para a precisão de novos estudos que fundamentem o desenvolvimento de um manequim simulador de braço para a punção venosa com características inovadoras.

## REFERÊNCIAS

3B SCIENTIFIC. Site 3B Scientific. Disponível em: <[https://www.3bscientific.com.br/braco-para-puncao-venosa-e-injecoes-para-nivel-avancado-negro-w44217,p\\_34\\_5052.html](https://www.3bscientific.com.br/braco-para-puncao-venosa-e-injecoes-para-nivel-avancado-negro-w44217,p_34_5052.html)>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.

ALDERSON, S. W. Trainmg aid for 'intravenous therapy. 2,995,832, 1960.

ALL-ELQ, A. H. Simulation-Based Medical Teaching and Learning. *Journal of Family and Community Medicine*, 17, n. 1, 2010. 35-40.

AMBU. Site da AMBU. Disponível em: <[http://www.ambu.com/corp/search/product/i-v-\\_trainer-prod13908.aspx?PID=22206](http://www.ambu.com/corp/search/product/i-v-_trainer-prod13908.aspx?PID=22206)>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.

ANATOMIC. Site da Anatomic. Disponível em: <<http://www.anatomic.com.br/produto/braco-para-treino-de-injecao-deltaide-e-veias>>. Acesso em: 10 dezembro 2014.

AUTEN, J. E. A. Low-fidelity hybrid sexual assault simulation training's effect on. *The Journal of Emergency Medicine*, v. 48, n. 03, p. 344–350, 2015.

ÁVILA, A. L.; SPÍNOLA, R. O. Introdução à Engenharia de Requisitos. *Engenharia de Software*, 2015. <http://www.devmedia.com.br/artigo-engenharia-de-software-introducao-a-engenharia-de-requisitos/8034>.

BLAZIN, D. T. E. A. Uso do laboratório de enfermagem. *Revista Terra e Cultura*, 18, n. 35, Jul-Dez 2002. 143-162.

BORGES, F. M.; RODRIGUES, C. L. P. Pontos passíveis de melhoria no método de projeto de produto de Pahl e Beitz. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 271-281, 2010.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituições de Educação Superior e Cursos Cadastrados. Sistema e-MEC, 2015. Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 23 maio 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. (2013). Apresentação da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos (SCTIE);. Acesso em 8 de Setembro de 2013, disponível em [http://portal.saude.gov.br/portal/saude/Gestor/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=32490](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/Gestor/visualizar_texto.cfm?idtxt=32490)

BROWN, T. *Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. Rio de Janeiro: Elsevier., 2010.

BROWN, T.; WYATT, J. *Design Thinking for Social Innovation*. *Stanford Social Innovation Review*, 8, n. 1, 2010.

CAE HEALTHCARE. Site da CAE Healthcare. Disponível em: <<http://www.caehealthcare.com/>>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.

CALLEGARO, A. (2015). Desenvolvimento de um equipamento inovador para a reabilitação do cotovelo e antebraço. 214f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS.

CARTER, Y. M. E. A. Multipurpose Simulator for Technical Skill Development in Thoracic Surgery. *Journal of Surgical Research*, 163, n. 2, Outubro 2010. 186-191.

CENTER FOR DISEASE CONTROL. (2002). Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. 51, 6-12. EUA: CDC.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. (1995). Intravascular device-related infections prevention: Guideline availability: notice. Atlanta: US Department of Health and Human Services.

CHASE, M. C. Simulated Human limb. 3,789,518, 1927b.

CHASE, M. C. Injection training aid. 3,722,108, 1972a.

CIPO. CANADIAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE. Site CIPO. Disponível em: <<http://www.ic.gc.ca/eic/site/cipointernet-internetopic.nsf/eng/Home>>. Acesso em: 1 Setembro 2014.

CLA COBURGER LEHRMITTELANSTALT. Site da Coburger Lehrmittelanstalt. Disponível em: <<http://www.coburger-lehrmittelanstalt.de/imprint,impressum.html>>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.

CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA (CNPQ). (2014). Portal do CNPQ. Acesso em 10 de Março de 2015, disponível em Propriedade Intelectual: <http://www.cnpq.br/web/guest/propriedade-intelectual>

COOPER, J. B.; TAQUETI, V. R. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Qual Saf Health Care*. 2004, 11, n. 8, Outubro 2004.

CPO.CHINA PATENT AND TRADEMARK OFFICE. site CPO. Disponível em: <<http://www.chinatradoemarkoffice.com/>>. Acesso em: 1 Setembro 2014.

DERWENT INNOVATIONS INDEX. Site da Thomson Reuters. Disponível em: <<http://thomsonreuters.com/en/products-services/scholarly-scientific-research/scholarly-search-and-discovery/derwent-innovations-index.html>>. Acesso em: 1 Setembro 2014.

FEI, L. X.; YANFEI, L. Simulating arm for medical use. CN2570905 Y, 2002.

FELIX, C. C. P.; FARO, A. C. M. E.; DIAS, C. R. F. Percepção de estudantes de enfermagem sobre o laboratório de enfermagem como estratégia de ensino. *Revista Escola Enfermagem USP*, v. 45 , n. 1, p. 243-249., 2011.

FENGJUN, L. Teenager arm model for injection. CN 201392610 Y, 2009.

FINAN, E. E. A. High-fidelity simulator technology may not be superior to traditional low-fidelity equipment for neonatal resuscitation training. *J Perinatol.*, 32, n. 4, Abril 2012. 287-92.

FLANGAN, B.; NESTEL, D.; JOSEPH, M. Making patient safety the focus: Crisis resource management in the undergraduate curriculum. *Medical Education*, 38, 2004. 56-66.

GABA, D. The future vision of simulation in healthcare. *Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 2, n. 2, 2007. 126-135.

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.

GAUMARD. Site da GAUMARD. Disponível em: <<http://www.gaumardscientific.com/s401-100>>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4º. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Rev. adm. empres.*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, Abril 1995.

GOOD, M. L. Patient simulation for training basic and advanced clinical skills. *Medical Education*, v. 37, p. 14-21, 2003.

HONG, Q.; YANHUA, Y.; LIHUI, H. Pulse condition simulator. CN 203260252 U, 2013.

HUI SU, C. E. A. Arm puncture injection nursing model. CN203573548, 2013.

IMMERSION. Site da Immersion. Disponível em: <<http://www.immersion.com/markets/medical/>>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.

INPI. INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Site INPI. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>>. Acesso em: 1 Setembro 2014.

INTUITIVE. Site da Intuitive. Disponível em: <<http://www.intuitivesurgical.com/>>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.

ISSENBERG, S. B.; SCALESE, R. J. Simulation in Health Care Education. *Perspectives in Biology and Medicine*, 51, n. 1, 2008. 31-46.

JA HYO, K. E. A. Actual training terminal device for virtual intravenous injection. KR2010122172-A, 2010.

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.

JAVIA, L.; DEUTSCH, E. S. A Systematic Review of Simulators in Otolaryngology. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 147, n. 99, 26 Setembro 2012.

JPO. JAPAN PATENT OFFICE. Site JPO. Disponível em: <<https://www.jpo.go.jp/>>. Acesso em: 1 Setembro 2014.

KOHN, L. T.; DONALDSON, M. S.; CORRIGAN, J. M. To err is human: building a safer health system. Washington DC: National Academy Press, 1999.

KOKEN. Site da Koken. Disponível em: <[http://www.kokenmpc.co.jp/english/products/life\\_simulation\\_models/nursing\\_education/lm-074/](http://www.kokenmpc.co.jp/english/products/life_simulation_models/nursing_education/lm-074/)>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.

KUMAR, V. 101 design methods: a structured approach for driving innovation in your organization. [S.l.]: New Jersey, John Wiley & Sons., 2013.

LADE, J. H. Arm for teaching venipuncture and intravenous therapy. 2,704,897, 1954.

LAERDAL. Site da Laerdal. Disponível em: <<http://www.laerdal.com/us/doc/104/Multi-Venous-IV-Training-Arms>>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.

LAPKIN, S. L. E. A. Effectiveness of Patient Simulation Manikins in Teaching Clinical Reasoning Skills to Undergraduate Nursing Students: A Systematic Review. *Clinical Simulation In Nursing*, v. 6, p. 207 - 222, 2010.

LIFER FORM. Site da Life Form. Disponível em: <<https://www.enasco.com/product/LF01121U>>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.

LIMBS AND THINGS. Site da Limbs and Things. Disponível em: <<https://www.limbsandthings.com/us/products/advanced-venipuncture-arm-brown-skin>>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.

LINDE, K.; WILLICH, S. N. How objective are systematic reviews? Differences between reviews on complementary medicine. *J R Soc Med.*, 96, 2003. 17-22.

MARAN, N. J.; GLAVIN, R. J. Low-to high-fidelity simulation: a continuum of medical education? *Med Edu.*, 37, 2003. 22-28.

MEDSIM. Site da Medsim. Disponível em: <<http://www.medsim.com/>>. Acesso em: 10 dezembro 2014.

MENTICE. Site da Mentice. Disponível em: <<http://www.mentice.com/>>. Acesso em: 10 dezembro 2014.

MIMIC. Site da Mimic. Disponível em: <<http://www.mimicsimulation.com/>>. Acesso em: 10 dezembro 2014.

NEIL, J. A. Simulation in Nursing Education. *Perioperative Nursing Clinics*, 4, n. 2, Junho 2009. 97-112.

NIIRANEN, J. V. Synthetic arm. 2,686,374, 1952.

- OKUPNIAK, C. (s.d.). Acesso em 24 de março de 2015, disponível em Laerdal: <http://www.laerdal.com/us/UserStories/48118055/Hybrid-simulation-for-labor-and-delivery-offers-greater-realism-and-enhances-classroom>
- OMACHONU, V. K.; EINSRUCH, N. G. Innovation in Healthcare Delivery Systems: A Conceptual Framework. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, v. 15, n. 1, 2010.
- PAHL, G. E. A. *Engineering design: a systematic approach*. [S.l.]: [s.n.], 2007. 617 p.
- POOLE, M. W. *Intravenous therapy training aid*. 2,871,584, 1957.
- PRETTO, F., & PINHO, M. (2008). *Uso de realidade aumentada no processo de treinamento em suporte à vida*. 124f. Porto Alegre.
- PRO DELPHUS. Site da Pro Delphus. Disponível em: <http://www.prodelphus.com.br/websiteBR/website/home/>. Acesso em: 10 dezembro 2014.
- PUGH, C. M. Low-Cost, Locally Fabricated Simulators: The Wave of the Future. *Journal of Surgical Research*, 168, n. 1, Junho 2011. 29-30.
- RALL, M.; DIECKMANN, P. Simulation and patient safety: The use of simulation to enhance patient safety on a systems level. *Current Anaesthesia e Critical Care*, 16, n. 5, 2005. 273-281.
- ROSEN, K. R. The history of medical simulation. *Journal of Critical Care*, 32, n. 2, Junho 2008. 157-166.
- SAHU, S.; LATA, I. . Simulation in resuscitation teaching and training, an evidence based practice review. *Journal of Emergencies, Trauma and Shock*, v. 3, n. 4, p. 378-384., 2010.
- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Rev. Bras. Fisioter.*, 11, n. 1, Jan./fev. 2007. 83-89.
- SATAVA, R. M. Historical review of surgical simulation: a personal perspective. *World J Surg*, 32, 2008. 141-148.
- SEROPIAN, M. A. E. A. Simulation: Not just a Manikin. *J Nurs Educ.*, 43, 2004. 164-9.
- SIMBIONIX. Site da Symbionix. Disponível em: <http://symbionix.com/>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.
- SIMLAB. Site da SimLab. Disponível em: <http://www.simlab-soft.com/index.aspx>. Acesso em: 10 Dezembro 2014.
- SIMULACARE. Site da Simulacare. Disponível em: <http://www.simulacare.com.br/2010/#>. Acesso em: 10 dezembro 2014.
- SIMULAIDS. Site da Simulaids. Disponível em: <http://www.simulaids.com/120.htm>. Acesso em: 10 dezembro 2014.



SWEET, R. M.; MCDOUGALL, E. M. Simulation and Computer-Animated Devices: The New Minimally Invasive Skills Training Paradigm. *Urologic Clinics of North America*, 35, n. 3, Agosto 2008. 519-531.

TEIXEIRA, I.; FELIX, J. V. C. Simulação como estratégia de ensino em enfermagem: revisão de literatura. *Interface (Botucatu)* [online], v. 15, n. 39, p. 1173-1184., 2011.

TORRES, M. M.; ANDRADE, D. D.; SANTOS, C. B. D. Punção venosa periférica: avaliação de desempenho dos profissionais de enfermagem. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 13, n. 03, Junho 2005.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO) INSTITUTO DE ESTATÍSTICAS. *Oslo Manual, The Measurement of Scientific and Technological Activities*. Oslo: [s.n.], 2005. p.34 p.

USPTO. UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE. Site USPTO. Disponível em: <<http://www.uspto.gov/>>. Acesso em: Setembro 2014.

VIEIRA, R. Q.; CAVERINI, L. M. R. Manequim de simulação humana no Laboratório de Enfermagem: uma revisão de literatura. *Revista História de Enfermagem*, v. 2, n. 1, p. 105-120., 2011.

VINCENT, D. S. E. A. Teaching mass casualty triage skills using iterative multimanikin simulations. *Prehospital Emergency Care*, 13, 2009. 241-246.

VINCENT, D. S.; BERG, B. W.; IKEGAMI, K. Mass-casualty triage training for international healthcare workers in the Asia-Pacific region using manikin-based simulations. *Prehospital and Disaster Medicine*, 243, 2009. 206-213.

WIPO. WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. (2015). Glossário: patente. Acesso em 27 de Fevereiro de 2015, disponível em [http://www.wipo.int/export/sites/www/standards/en/tracked-changes/08-01-01\\_changes\\_2013.pdf](http://www.wipo.int/export/sites/www/standards/en/tracked-changes/08-01-01_changes_2013.pdf)

WISE, C. D. E. A. Artificial Arm. 4,182,054, 1978.

YANG, J. S.; CHANG, I. B.; KIM, N. H. Arm model apparatus for intravenous injection training. US 2013/0078603 - KR1317860-B1, 2012.

ZIV, A.; BEN-DAVID, S.; ZIV, M. Simulation Based Medical Education: An opportunity to learn from errors. *Med Teach.*, 27, 2005. 193-199.

ZOCHE, L. E. A. Análise tecnológica de patentes relacionadas a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Um levantamento no banco nacional e internacional de patentes. *Espacios.*, 35, n. 2, 2014. 1.

### 3 DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE UM MANEQUIM SIMULADOR PARA PUNÇÃO VENOSA: BRAÇO HÍBRIDO

**Resumo:** O ensino prático das habilidades de punção venosa ocorre normalmente, em laboratórios de ensino, com o uso de manequins simuladores, anterior ao estágio curricular, onde serão atendidos pacientes. Nesses ambientes, os acadêmicos da saúde devem realizar seus primeiros treinamentos em manequins simuladores. Porém, os dispositivos atuais não apresentam realismo na reprodução de situações práticas sendo muitas vezes considerados insatisfatórios. Assim, o objetivo geral desse artigo é descrever o processo de criação de um novo conceito de manequim simulador de braço para punção venosa até a proposição de um protótipo. A construção deste estudo partiu de uma pesquisa exploratória, do tipo estudo de caso, num ambiente de ensino, com aplicação de técnicas baseadas na abordagem de *Design Thinking* e engenharia de produto. Como resultado foi descrito o processo de desenvolvimento de um manequim simulador para punção venosa, do tipo híbrido. Espera-se que a criação de um novo conceito de simulador para punção venosa gere um produto que possa contribuir de forma significativa no aprendizado dos acadêmicos e profissionais da saúde.

**Palavras chave:** desenvolvimento de produto, inovação, educação na saúde, manequim simulador.

#### 3.1 INTRODUCAO

Em 1999 foi publicado um relatório impactante do Institute of Medicine (IOM), dos EUA, denominado “To err is Human”. Entre 44.000 e 98.000 pessoas morrem ao ano em decorrência de erros médicos preveníveis. Erro médico é alguma falha na ação planejada ou planejamento errado para alcançar um objetivo. Erros custam a perda da credibilidade no sistema de saúde, desconforto físico e psicológico aos pacientes, frustração profissional. Os erros não são provenientes apenas da imprudência do indivíduo, mas das falhas no sistema de segurança e prevenção da instituição o que encoraja as instituições a identificar e aprender com os erros. Esse estudo foi um marco para segurança do paciente e pontuou, além de outras recomendações, a necessidade de treinamento para as equipes de assistência multidisciplinar que trabalham na área da saúde (DONALDSON, 2008; KOHN; CORRIGAN; DONALDSON, 1999).

Uma das formas de aprendizagem experimental é a simulação. Esta é realizada a partir da criação artificial de um cenário (réplica) para se estudar ou experimentar uma situação particular da “vida real” (FLANGAN; NESTEL; JOSEPH, 2004; AL-ELQ, 2010; JABIR, 2012). Em outras palavras, simulação proporciona experiências guiadas que replicam aspectos

do “mundo real” de uma maneira totalmente interativa, a fim de que possam ser mais bem compreendidas e gerenciadas quando ocorrerem de fato na prática clínica (GABA 2007; LAPKIN et al., 2010, NEIL, 2009). Experiências demonstram que as simulações contribuem positivamente, uma vez que os acadêmicos podem executar os procedimentos e aprimorá-los, isso contribuirá para o controle do estresse emocional dos estudantes resultando assim em diminuição no número de erros nos procedimentos durante a assistência real em pacientes. As simulações também estimulam a reflexão crítica sobre tais procedimentos e condutas profissionais (TEIXEIRA; FELIX, 2011)

Um “simulador”, ou manequim simulador, é definido como um objeto físico ou dispositivo na qual uma tarefa ou uma série de tarefas pode ser realisticamente e dinamicamente realizada. No simulador é possível demonstrar as consequências de diferentes ações sobre o mesmo (GARDNER, 2007; FINAN et al.,2012; JABIR, 2012). Shapiro et al. (2004) conduziu um estudo no setor de emergência, com residentes e enfermeiras, avaliando o uso de simulador para melhorar o treinamento da equipe. Embora não tenha encontrado diferenças estatísticas entre os grupos experimental e controle, o grupo experimental demonstrou tendência a um melhor comportamento da equipe de saúde (SHAPIRO et al., 2004, SAHU; LATA, 2010).

No intuito de melhorar seus processos, as empresas fabricantes de simuladores e dispositivos médico-hospitalares, vêm procurando reproduzir de maneira automática os sinais de um paciente nos manequins de treinamento. Apesar da grande variedade de produtos já existentes, ainda são encontradas dificuldades na realização dos treinamentos de capacitação profissional devido a empecilhos técnicos que impedem uma boa representação desses sinais nos manequins de treinamento. A representação dos sinais clínicos através da cor ou textura de pele, lesões ou escoriações, aparência visual do paciente (esboço de dor ou desconforto) e troca de informações verbais são alguns dos fatores mais importantes para garantir um treinamento mais realista (PRETTO; PINHO, 2008).

O escopo deste artigo é a aplicação de simuladores em procedimentos de punção venosa. O procedimento de punção venosa é uma prática comum pelos profissionais de enfermagem e caracteriza-se pela colocação de um dispositivo no interior de uma veia, fixado à pele, e que requer cuidados e controle periódico devido ao risco de infecção microbiana (TORRES; ANDRADE; SANTOS, 2005). Tal procedimento requer um alto nível de complexidade técnico-científico, o que exige do profissional competência, bem como habilidade psicomotora para sua adequada execução. Esses são requisitos básicos para os

profissionais da saúde, que por sua vez são alicerçados no conhecimento e habilidades desenvolvidas durante a formação acadêmica.

O tema desse artigo surgiu a partir da experiência da autora na condução de treinamento de alunos, nas práticas de laboratório comumente realizadas no ensino universitário na área de enfermagem. Observa-se que na prática de punção venosa, os acadêmicos da saúde devem realizar seus primeiros treinamentos em manequins simuladores. Os treinamentos para aquisição de habilidades acontecem, normalmente, em laboratórios de ensino antes que os estudantes iniciem as práticas nos campos de estágio e, conseqüentemente, nos pacientes. A prática de laboratório estimula o raciocínio clínico e prático, porém, a nova geração de estudantes é proveniente de um contexto que utiliza a tecnologia muito precocemente e entedia-se facilmente dependendo da metodologia de ensino aplicada (VIEIRA; CAVERINI, 2011). Assim, há críticas por parte dos alunos quanto ao realismo e a qualidade existente nos produtos comerciais, sendo muitas vezes considerados insatisfatórios (PRETTO; PINHO, 2008). Entende-se que através da representação de sinais e sintomas nos manequins, aprimora-se a capacidade de percepção do aluno, levando-o a avaliar o que está acontecendo e a tomar a decisão adequada rapidamente. Além disto, a reprodução desses sinais produz uma tensão psicológica no indivíduo, o que também ocorre em situações de vida real (PRETTO; PINHO, 2008).

Uma investigação em banco de patentes, pesquisas bibliográficas e de mercado, demonstrou que os manequins existentes são de forma geral: estáticos, pouco realistas e não interagem dinamicamente com os aprendizes (HUBNER; ECHEVESTE, 2015). Para o desenvolvimento de novas soluções é preciso um processo de inovação que decifre as ambições do consumidor, tendo o mesmo como foco principal. O *Design Thinking*, é um método que vem sendo difundido no mundo dos negócios, com premissas de desenvolvimento de soluções impecáveis esteticamente, com novas funcionalidades, criando novas experiências, valor e significado para os consumidores (BOER; BONINI, 2015). Dessa forma, este artigo descreve o processo de criação de um novo conceito de manequim simulador de braço para punção venosa, suportado por técnicas de *Design Thinking* e engenharia de produto. Também se utilizou como fonte de informação, uma lista de requisitos levantados previamente.

### 3.2 REQUISITOS DO PRODUTO

Requisitos são características importantes também chamadas de especificações-meta do produto (valores-meta quantificáveis) (ROZENFELD et al., 2006). Também podem ser entendidos como qualificadores, ou seja, elementos ou características mínimas que um produto deve ter para ser qualificado (BORGES; RODRIGUES, 2010).

Em pesquisa previa, foram levantados requisitos considerados essenciais para um simulador de punção venosa, a partir da análise dos artigos científicos, das patentes e das características dos simuladores comercializados atualmente, resultando na Tabela 3-1. Foram descritos cinco categorias de requisitos segundo a funcionalidade, a simulação Híbrida, o prover habilidades, os aspectos éticos e os aspectos realísticos, considerados requisitos primários. Estes foram desdobrados em requisitos secundários do produto e citadas as fontes de consulta, separadamente.

A gestão dos requisitos é uma etapa que acontece no início do processo de desenvolvimento dos produtos e nem todos ele são conhecidos ou devem ser conhecidos no início desse processo. Além disso, a lista de requisitos é dinâmica e depende da fase do projeto de desenvolvimento, devendo ser continuamente gerenciada, alterada e estendida (CALLEGARO, 2015; PAHL et al., 2007).

Requisitos	Desdobramento dos Requisitos do Produto	Fonte		
		Revisão Sistemática	Empresas de simuladores	Patentes
Funcionalidade	Oferecer monitorização de pressão arterial	Teixeira; Felix, 2011; Vieira; Caverini, 2011.		Hong; Yanhua; Lihui, 2013;
	Permitir resposta a medicamentos e a procedimentos invasivos	Teixeira; Felix, 2011; Vieira; Caverini, 2011; Burkhammer; Lawner; Berge, 2012.		
	Apresentar um painel indicador de feedback imediato para cada vaso sanguíneo	Vieira; Caverini, 2011; Neil, 2009; Issenberg; Scalese, 2008; Satava, 2008,	Ambu®.	Ja Hyo et al.,2010;
	Habilitar a pratica de injeção IM, SC e ID e punção venosa	Satava, 2008; Jabir, 2012;	Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Ja Hyo Et al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.
	Permitir a prática de punção arterial		Lifeform®; Ambu®	Niiranen, 1952;
Simulação Híbrida	Combinar equipamentos reais com imagens virtuais	Satava, 2008		Ja Hyo et al.,2010;
	Inserir o indivíduo na simulação de forma absorta (fidelidade psicológica)	Issenberg; Scalese, 2008; Maran; Glavin, 2003.		
	Permite participação ativa	Neil, 2009; Issenberg; Scalese, 2008.		
Prover Aprendizagem	Melhorar a competência, autoconfiança e satisfação dos estudantes	Good, 2003; Lapkin Et Al., 2010; Al-Elq, 2010.		
	Promove raciocínio clínico	Good, 2003; Lapkin et al., 2010;Walker; Gantt, 2010.	Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®;	Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo

	Adequar-se ao proposito de ensino	Wilson, 2005	3b Scientific®; Anatomic®;  Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	et al.,2010; Ja Hyo Et Al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013. Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Ja Hyo Et Al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.
Aspectos Éticos	Permitir o desenvolvimento de habilidades de forma ética	Carter et al. 2010; Wilson, 2005.	Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Ja Hyo Et Al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.
	Permitir repetição sem provocar dores ou constrangimentos	Jabir, 2012.	Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Ja Hyo Et Al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.
Aspectos Realísticos	Disponibilizar partes que simulam a pele, as veias e o sangue.	Satava, 2008.	Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Niiranen, 1952; Lade,1954; Poole, 1957; Alderson, 1960; Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Ja Hyo Et Al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.
	Ter apresentação anatômica (braço)		Ambu®; Koken®; Gaumard®; Lifeform®; Laerdal®; Simulaids®; Limbs And Things®; Simulacare®; 3b Scientific®; Anatomic®;	Chase, 1972(A); Chase, 1972(B); Wise,1978; Fei; Yanfei,2002; Fengjun, 2009; Yang; Chang; Kim, 2012; Hui Su ,2013.

Ter variação anatômica (diferentes gêneros, idades, espessuras)	Satava, 2008.	Laerdal®; Simulaid®;	Fengjun, 2009; Ja Hyo et al.,2010; Yang; Chang; Kim, 2012;
Articulações giratórias no braço, cotovelo e punho		Ambu®; Koken®; Anatomic®; Simulacare®; Laerdal®; Lifeform®; Gaumard®; Lifeform®.	
Apresentar pulsações arteriais automáticas			Hong; Yanhua; Lihui, 2013;
Ter impressões digitais		Lifeform®	
Apresentar viscosidade do sangue semelhantes à realidade		Koken®; Limbs And Things®;	
Apresentar variação de palpabilidade das veias		Gaumard ®; Limbs And Things®.	Ja Hyo Et Al.,2010; Hui Su ,2013.

---

Tabela 3-1. Requisitos levantados para simulador de punção venosa. Fonte: primária.



### 3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma pesquisa exploratória, do tipo estudo de caso, num ambiente de ensino, seguindo a metodologia do *Design Thinking*.

O *Design Thinking*, assim como o Design Participativo, trabalha em estreita colaboração com consumidores, criando soluções de alto impacto que não são impostas pelo mercado, mas criadas de baixo para cima. Incorpora as percepções do cliente em profundidade e estimula a prototipagem rápida, além de ser um método essencialmente otimista, construtivo e experimental endereçado às necessidades das pessoas que irão consumir o produto, ou serviço (BROWN, 2010, BROWN; WYATT, 2010).

O principal referencial utilizado foi Vijay Kumar (2013) o qual propõe um processo inovador no Design, com sete etapas, onde podem ser aplicados 101 métodos de design com vistas a criação de soluções para os problemas abordados. As soluções são trabalhadas e ganham forma através do desenvolvimento de protótipos, despendendo-se somente o tempo e esforços necessários para gerar informações úteis para evoluir o desenvolvimento da ideia. Esses dados são essencialmente de natureza qualitativa, coletados através da observação e do uso de determinados métodos a fim de conhecer o contexto e as pessoas (KUMAR 2013; BOER; BONINI, 2015; RAZZOUK ;SHUTE, 2012; SEIDEL; FIXSON, 2013). Optou-se por tal método uma vez que o mesmo vai ao encontro do que propõe o *Design Thinking* além de permitir a aplicação de um conjunto mais amplo de ferramentas para o desenvolvimento de um produto inovador.

Este estudo foi desenvolvido a partir da questão norteadora: “Como os educadores da saúde podem praticar o procedimento de injeção parenteral e punção venosa da forma mais realística possível?”. No período de agosto a dezembro de 2014 foram aplicadas 25 ferramentas com ênfase nas sete fases descritas por Kumar (2013) e outras ferramentas utilizadas no Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) (Figura 3-1).

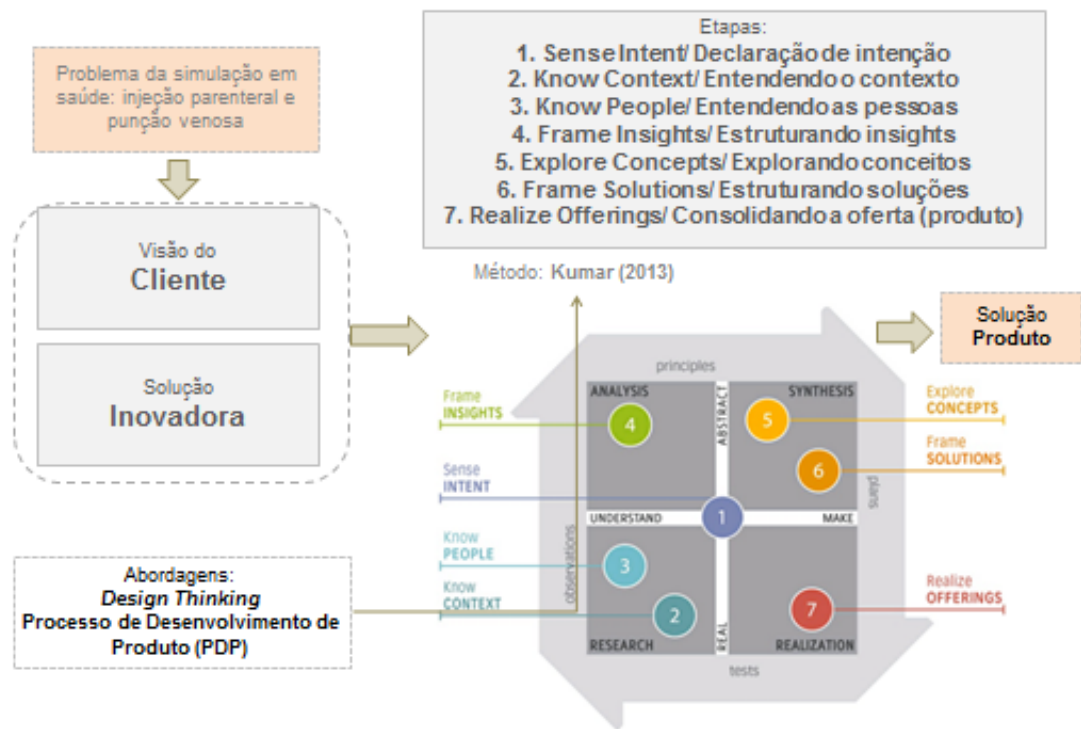


Figura 3-1. Esquema metodológico. Fonte: primária.

O PDP organiza o fluxo de informações identificando oportunidades de mercado e transformando as mesmas em requisitos, para a fabricação de um produto comercial (ROZENFELD et al., 2006). Entende-se como requisito uma característica do produto que tenha valor e utilidade para o cliente final (YOUNG, 2003). A gestão de requisitos é utilizada na fase inicial do projeto de desenvolvimento de produtos e trata do levantamento e administração de informações durante o ciclo de vida do produto. Algumas das etapas da gestão de requisitos envolvem, além do levantamento das características do produto, o desdobramento destas em subsistemas e a conversão dos mesmos em funções. Também são utilizadas ferramentas para a gestão dos requisitos e geração do conceito do produto como as matrizes de subsistemas de produto, morfológica e de Pugh (FACCIO; ECHEVESTE, 2010; ROZENFELD et al., 2006; PAHL et al., 2007; MARX, 2009; YOUNG, 2003).

A Figura 3-2 apresenta as sete etapas do desenvolvimento do produto, os objetivos de cada etapa, as ferramentas aplicadas durante as mesmas e a definição de cada ferramenta. As etapas a esquerda são baseadas em Kumar (2013).

Algumas ferramentas estão parcialmente ilustradas nos apêndices. Devido a grande quantidade e complexidade das ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do produto, não será possível descrever cada uma das etapas nesse artigo. Assim, optou-se por dar ênfase

à fase de Exploração de Conceitos (*Explore Concepts*) onde foi gerado o conceito do produto e à fase de Estruturar Soluções (*Frame Solutions*) na qual foi desenvolvido o protótipo.

ETAPAS	OBJETIVOS	FERRAMENTAS APLICADAS	DEFINIÇÃO
1.Sense Intent (Imersão Preliminar)	Auxiliar na identificação de potenciais oportunidades de inovação e direcionar a pesquisa e exploração sobre o tema.	Key facts(Apêndice A)	Coleta de informações chave para justificar a declaração inicial de inovação.
		Keyword bibliometrics	Uso de palavras-chave para pesquisar a disseminação do tema entre as publicações e bases de dados.
		Busca de patentes	Pesquisa em banco de patentes para identificar produtos para punção venosa.
		From... To exploration	Mudar de uma perspectiva atual baseada em convenções, para uma nova perspectiva baseada em tendências.
		Trends expert interview	Conversa com especialistas a fim de identificar tendências, últimos desenvolvimentos e futuros possíveis.
		CVCA (Customer Value Chain Analysis) (Apêndice B)	Estabelece um mapa de valor, a identificação e as relações dos stakeholders relevantes, bem como seus papéis no ciclo de vida do produto.
		TAP (Termo de Abertura do Projeto) (Apêndice C)	Contém informações do projeto como: justificativa, mercado alvo, objetivos específicos, descrição do produto esperado, produtos da concorrência, principais envolvidos, recursos disponíveis.
2.Know Context (Imersão Profunda)	Buscar uma plena compreensão do contexto estudado com uma visão ampla do passado ao presente.	Publications Research	Busca descobrir o que está sendo escrito e publicado sobre aspectos do contexto.
		Eras Map	Mapeamento de eras distintas no contexto e descrevendo-as através de temas de interesse.
		Innovation evolution map	Mapeamento de como as inovações das organizações/indústrias tem evoluído ao longo do tempo.

		SWOT Analysis	Avaliação das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, de uma organização.
3. Know People (Imersão Profunda)	Compreender as atividades, necessidades e motivações das pessoas envolvidas a fim de atender tais necessidades e desenvolver um valor novo e significativo.	Video Ethnography	Filmagem de pessoas e de suas atividades no contexto, para geração de insights.
		POEMS (Apêndice D)	Estuda pessoas (P- people), objetos (O- objects), ambientes (E- environments), mensagens (M-messages), e serviços (S-services) num contexto.
		Mock up	Desenvolvimento de uma representação do produto, não necessariamente com os materiais finais.
4. Frame Insights (Análise e Síntese)	Identificar novas oportunidades de inovação a partir do know people e know context.	User response analysis (Apêndice E)	Análise das respostas dos participantes da pesquisa para entender os padrões e gerar insights.
		User journey map (Apêndice F)	Mapeamento da jornada do usuário através do contexto.
		Summary framework	Criação de um quadro resumindo os insights chave para análise. Contem informações abrangentes para discussão.
5. Explore Concepts (Ideação)	Explorar ideias relevantes, gerar conceitos e criar valores centrados nas pessoas e no contexto.	Matriz subsistemas de produto	Identifica as características do produto através do detalhamento do subsistema e componentes do produto.
		Matriz morfológica	Desdobra os requisitos do cliente em funções e alternativas para gerar o conceito do produto.
		Matriz de Pugh	Compara conceitos do produto com um modelo de referência a fim de identificar os melhores requisitos para o produto.
6. Frame Solutions	Criar opções a partir dos conceitos gerados que se encaixem no contexto e atendam às necessidades das pessoas.	Solution roadmap	Planejamento de como as soluções serão implementadas de acordo com as fases.
		Synthesis workshop	Organização de sessões curtas e intensas a fim de gerar um sistema de soluções.
		Protótipo final	Construção de um produto mínimo viável com materiais que poderão ser utilizados no produto final.
		Video “Abraçados: o desafio” e Encenação	Inovação na forma de apresentação da equipe “Abraçados”.

7. Realize Offerings	Tornar a idéia tangível e aplicável no mercado. Planejamento tático para implementação do projeto.	Vision Statement	Visão do produto mostrando o resultado da inovação e como será alcançada Preferencialmente de modo ilustrativo.
----------------------	--	------------------	---

Figura 3-2. Etapas do desenvolvimento do produto e ferramentas aplicadas .  
 Fonte: KUMAR, 2013; ROZENFELD et al., 2006; DONALDSON, 2006.

As ferramentas e técnicas utilizadas foram complementadas por outros métodos de engenharia de produto, como o modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006) para o PDP, e adaptadas às fases do *Design thinking* propostas por Kumar (KUMAR 2013).

Na fase, de imersão preliminar inseriu-se uma análise de patentes. Outras ferramentas adaptadas foram: CVCA, TAP, Matriz de subsistemas de produto, Matriz morfológica e Matriz de Pugh. Tais ferramentas auxiliam na visualização da funcionalidade do produto, além de explorarem meios alternativos de combinações para gerar o conceito final do mesmo (ROZENFELD et al., 2006).

Algumas destas ferramentas e técnicas serão apresentadas e discutidas na seção 3.4. desse artigo.

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foi proposta uma solução para a questão norteadora do desafio a qual poderia, ou não, ser validada no decorrer do desenvolvimento do manequim simulador. Nesta questão, o intuito era o desenvolvimento de um manequim simulador de punção venosa capaz de ser vestido, composto por três camadas, flexível, anatômico, antipunctório, impermeável e com dispositivos eletrônicos. Tais requisitos auxiliaram no Termo de Abertura do Projeto (TAP), elaborado na fase de imersão preliminar através do *Sense Intent*, contendo informações como: justificativa, mercado alvo, objetivos específicos, descrição do produto esperado, entre outras (Apêndice C). A ferramenta *Key facts* (Apêndice A) auxiliou na imersão à temática e as informações coletadas demonstraram a importância da capacitação aos profissionais da saúde. Já o CVCA (Apendice B) permitiu identificar todos os envolvidos com o produto.

.Na fase de imersão profunda foram aplicadas algumas ferramentas para entender o contexto e outras para entender as pessoas, envolvendo entrevistas e vídeos com professores e

alunos da enfermagem, como: *Video Ethnography e POEMS* (APÊNDICE D). Dessa forma foi possível identificar as percepções dos potenciais usuários do produto e complementar à lista de características sugerida inicialmente para o manequim simulador de punção venosa.

Na fase de análise e síntese foi aplicada a ferramenta *User journey map* (Apêndice F) traçando um mapa de ações desde a identificação da necessidade da simulação até o descarte final do produto utilizado. Também foi utilizada a ferramenta *User response analysis* (APÊNDICE E) e na qual a partir da análise das respostas dos usuários gerou-se alguns *insights*, ou seja, uma compressão das necessidades dos clientes que podem ser reais ou latentes (SCHIEFFER, 2005).

Na Tabela 3-2 elencou-se 12 ferramentas a fim de exemplificar como o resultado das mesmas gerou os insights que foram utilizados como entradas para as fases de ideação e de solução, apresentadas e discutidas na próxima seção.

FERRAMENTAS	RESULTADOS	INSIGHTS
<b>KEY FACTS</b>	<p>Falta de bibliografia específica sobre o tema;</p> <p>Erro de medicação: inclui medicações administradas por via endovenosa, com implicações éticas e legais corroborando a necessidade de treinamento dos profissionais, dentre outras ações;</p> <p>Indicadores de enfermagem: com relação direta ou indireta ao procedimento de punção venosa são: taxa de flebite, taxa de perda de punção venosa periférica, taxa de procedimentos repetidos em menos de 48h, quantidade de treinamento da equipe, satisfação do cliente/família.</p> <p>Análise do procedimento de punção venosa: compreende 85% das atividades de enfermagem, alta complexidade, exige conhecimento técnico científico, risco biológico para profissionais, risco de vida para pacientes se erros. Insere item de observação quanto as queixas e reações do paciente a fim de se prevenir ou minimizar agravos à saúde do mesmo.</p> <p>Existe um Guideline do <i>Center for Disease Control</i> (CDC): etapas do procedimento relacionado a cateteres vasculares baseado em evidências.</p>	<p>Execução do procedimento – pode ocasionar em erros - os erros geram indicadores (flebite, perda de punção, treinamentos, satisfação cliente) – alimentam um banco de dados – gestão utiliza esse banco para tomada de decisões em busca da excelência dos serviços - decidem investir em treinamentos, materiais (simuladores), qualificação profissional - gera atualização baseada em evidências (novidade: identificar queixas dos pacientes é um aspecto importante), reflexão, e mudanças de comportamentos– influenciará novamente na execução dos procedimentos.</p> <p>Importante investir em capacitação para os profissionais da saúde.</p>
<b>KEYWORD BIBLIOMETRICS</b>	<p>Foi realizada uma pesquisa nos principais sites de busca, para verificar a real necessidade do produto e entender o que está sendo estudado e atualmente.</p>	<p>Descobriu-se que não existem estudos sobre o produto proposto, possibilitando a pesquisa e desenvolvimento de projetos na área. Entende-se como pesquisa inédita, pois nos artigos pesquisados não há menção sobre braço híbrido para testes como esta sendo proposto nessa pesquisa.</p>
<b>FROM TO EXPLORATION</b>	<p>Percebe-se a necessidade de conhecer melhor o contexto atual das atividades de ensino e as megatendências que tem modificado esse ambiente, tendo em vista a importância dessa compreensão para averiguar a melhor ferramenta ou instrumento que possa colaborar com o processo de aprendizagem dos alunos de enfermagem.</p>	<p>Os ambientes de ensino tendem a ser mais tecnológicos, interativos e dinâmicos. A mesma tendência é percebida para os ambientes e salas de aulas. Os professores tendem a tornar-se mais integradores, compartilhando experiências, ao invés de apenas entregar conhecimento. Sugere-se maior tecnologia e realismo nas atividades práticas em enfermagem.</p>
<b>CVCA</b>	<p>Foi realizado o CVCA para uma melhor visualização do contexto em que a sugestão de produto esta inserida.</p> <p>Possibilitou o levantamento de todos os atores envolvidos direta ou indiretamente, e as trocas feitas entre eles.</p>	<p>Os principais clientes destacados no CVCA foram fabricantes, representantes, hospitais e instituições de ensino. Os fabricantes e fornecedores de peças interferem diretamente na qualidade do produto, no suporte e</p>

	Hospitais e Instituições de ensino são os principais atores envolvidos na cadeia do produto.	consequentemente na satisfação do cliente.
<b>TAP</b>	Tendo em vista as carências dos produtos similares existentes no mercado, observou-se a oportunidade de desenvolver e oferecer uma solução inovadora, de tecnologia nacional, e que proporcione maior realismo a prática de punção venosa. A abordagem multidisciplinar explorou aspectos pedagógicos e indicou possíveis soluções na forma de utilização do produto.	Para alcançar maior realismo, a solução não pode depender apenas de tecnologia (eletrônica, materiais etc), pois em geral são mais caros, dependem de tecnologia externa e longo tempo de desenvolvimento.
<b>ERAS MAP</b>	Por meio da análise de dois artigos bastante relevantes sobre o tema, buscou-se dividir a evolução dos manequins simuladores por meio de eras, atribuindo os modelos desenvolvidos dentro de cada era com suas respectivas especificidades.	A tendência da evolução dos manequins simuladores apresenta uma necessidade (tanto em fator venda quando educacional) em ser mais realístico. O manequim deve ter uma complexidade média para ser amplamente vendido, manequins muito complexos e caros não são difundidos.
<b>INNOVATION EVOLUTION MAP</b>	Foi realizada para o levantamento do que já estava disponível no mercado de simulação para punção através dos produtos patenteados, tendo em vista levantar as tecnologias utilizadas em produtos semelhantes e a sua evolução com o passar dos anos.	O braço para simulação foi ficando cada vez mais realístico com o passar dos anos, tanto visualmente, quanto internamente. Ainda não existe um produto que interaja com o usuário de forma mais real, que demonstre dor ou outras reações que podem ocorrer durante a punção em um paciente. O sangue utilizado também poderia ter aspectos reais.
<b>SWOT</b>	Foram constatadas as seguintes fraquezas emergenciais: (i) Falta de conhecimento técnico, (ii) falta de tempo da equipe de desenvolvimento, (iii) prazo curto, enquanto que a principal oportunidade foi a realização de terceirização da mão-de-obra técnica.	A partir da SWOT, devido à falta de conhecimento técnico por parte da equipe de desenvolvimento, verificou-se a necessidade de realizar o desenvolvimento técnico a partir de parcerias com outras empresas, visto que isso foi considerado uma das oportunidades.
<b>VIDEO ETNOGRAPHY</b>	O estudante, durante a simulação com manequim, aparenta desconforto ao se apresentar e comunicar-se com o manequim. Durante a atividade, está mais preocupado em lembrar as etapas do procedimento, e a comunicação com o paciente é deixada como secundária. A ausência de reações do manequim, por vezes, induz que o estudante siga com seus procedimentos sem dar-se conta de eventuais necessidades, solicitações ou reações que pacientes reais apresentariam.	O manequim poderia apresentar alguma forma de comunicação com o estudante, chamando a atenção para si e fazendo-o lembrar da importância de voltar-se ao paciente. A existência de um receptor aumentaria a interação e o senso de responsabilidade do aplicador. As formas de reação podem ser diversas. O modelo padrão atual não simula situações críticas encontradas no dia-a-dia da profissão. O estudante melhor incorpora a personagem de aplicador, quando há alguma forma de estímulo ou resposta dos envolvidos no procedimento.



<b>TRENDS EXPERT INTERVIEW</b>	Os alunos precisam de realismo na realização da simulação. Segundo os especialistas, não há problemas éticos na utilização do produto desde que este tenha segurança. O fato da simulação estar sendo realizada na presença de outras pessoas gera “tensão” ao estudante, aproximando-o de uma experiência real.	Deve existir interação entre a solução projetada e os usuários (alunos). O produto deve ter máxima segurança a fim de que não gere lesões nos usuários. O formato de simulação em que o aluno está em frente aos demais e de suma importância.
<b>POEMS</b>	Percebemos a necessidade de conhecer melhor o contexto atual e as reações dos alunos e influências do meio no qual as aulas ocorrem. Os alunos sentem-se constrangidos de realizar os procedimentos próximos aos outros colegas que observam. Os alunos sentem-se incomodados pela falta de interação do manequim simulador. Os alunos acreditam que o manequim não é suficientemente realístico e sentem-se inseguros para o estágio prático.	Deveria existir um produto que permitisse reagir/demonstrar reação a procedimentos bem ou mal sucedidos. Também deveria ter um manequim com aspecto visual que não contrastasse com a pele humana e que auxiliasse no realismo entre receptor e praticante.
<b>USER RESPONSE ANALYSIS</b>	Foram realizadas entrevistas com professoras e acadêmicas de enfermagem, e com uma representante de uma empresa distribuidora de manequins simuladores. Todas salientaram: necessidade de realismo na simulação prática, maior interação, deficiências nos materiais disponíveis no mercado e melhoria na qualidade dos materiais que compõem os simuladores.	Os simuladores poderiam ter sensores que sinalizassem ao transfixar a veia. Interessante simular reações como: edema, hematoma, rompimento da veia, reação alérgica ao medicamento, flebite. Uma maior interação favoreceria a questão emocional por parte do aluno e maior concentração para fazer o procedimento. Diferenças anatômicas seriam um diferencial.

Tabela 3.2 Insights gerados. Fonte: primária.

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. O trabalho conjunto de áreas distintas, porém complementares, otimiza e auxilia na tomada de decisões no projeto do produto (CARDOSO, 2009). A aplicação das ferramentas, ao longo das etapas citadas, foi realizada por uma equipe multidisciplinar representada por: enfermeira, arquiteto, engenheiros (ambiental, produção), bibliotecária e administradores.

### **3.4.1 Etapa Explore Concepts**

Essa etapa trata da geração do conceito e assemelha-se a etapa de projeto conceitual descrita por Rozenfeld et al. (2006), no qual são criadas soluções de projeto para conceber o produto. Ou seja, é uma definição da função global do produto, a tecnologia e a forma esperada a partir de um conjunto de alternativas (ROZENFELD et al., 2006).

Na fase do *Explore Concepts*, também definida como fase da ideação, a equipe deve incentivar ideias novas e criativas, porém centradas no usuário do produto e no contexto estudado nas etapas anteriores de desenvolvimento do produto. Dessa forma, as ideias coletadas servem para identificar oportunidades e explorar novos conceitos. De forma colaborativa, os membros da equipe devem gerar conceitos a partir de ideias e de todo o conhecimento adquirido anteriormente, utilizando-os como pontos de partida, adiando a avaliação crítica. Desta forma, garante-se que os conceitos sejam defensáveis e fundamentados na realidade. Também é indicado que se construa protótipos físicos (mock up) nesta fase de exploração, a fim de concentrar as discussões da equipe ou até mesmo para obter o feedback do cliente. Conceitos para produtos, serviços, comunicações, ambientes, marcas, modelos de negócios, e outros são normalmente explorados na fase do *Explore Concepts* (KUMAR, 2013; CARLGREN, 2013; CARLGREN; ELMQUIST; RAUTH, 2014).

Nesta etapa foram aplicadas três ferramentas: matriz de subsistemas do produto, Matriz morfológica e a Matriz de Pugh (ROZENFELD et al., 2006; ULRICH; EPPINGER, 2000; WARBURTON, 2004), para gerar um novo conceito de manequim simulador para punção venosa.

## Matriz de Subsistemas do Produto

A Tabela 3-2 ilustra os *insights* gerados a partir dos resultados das ferramentas aplicadas, transformando tais informações em interpretações úteis e tangíveis para o desenvolvimento de um novo simulador de braço para punção venosa. A Tabela 3-1 mostrou os requisitos do produto, ou seja, características importantes levantadas a partir de pesquisas de patente, de mercado e de fontes bibliográficas. Na matriz de Sistemas Subsistemas e Componentes (SSC's) 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).

Inicialmente, foi apresentada uma sugestão de solução na qual o manequim simulador deveria ser composto basicamente por três camadas: camada de proteção interna, veias e pele externa. Tal sugestão foi ao encontro dos *insights* gerados e dos requisitos levantados e dessa forma foi escolhida como proposta viável para alcançar o realismo nas práticas de punção venosa. Na Tabela 3-3, dividiu-se as partes do produto ou sistema. Assim, foram definidos os subsistemas, em sete colunas: pele externa, veias, camada proteção interna, líquido, interface externa-interna (forma de ligação entre as camadas), interface veia-interna e sensores. Nas linhas foram acrescentadas informações sobre: função principal, requisitos dos subsistemas (mínimos e preferíveis), características dos concorrentes (existentes) e diferenciais do subsistemas (inovação incremental).

A Matriz de subsistemas (Tabela 3-3) desmembra o produto com foco principal na descrição das funções de cada parte e nas sugestões de inovação incremental, neste caso, o diferencial do produto.

	PELE EXTERNA	VEIAS	CAMADA PROTEÇÃO INTERNA	LÍQUIDO	INTERFACE EXT-INT	INTERFACE VEIA-INT	SENSORES
FUNÇÃO	Simular as diferenças físicas entre pacientes. Simular a textura, perfurabilidade e reações de uma pele.	Transportar o líquido que simula o sangue	Garantir proteção ao usuário Facilitar a vestimenta	Simular sangue (comportamento de fluxo e sucção)	Conectar as camadas extremas de modo que o conjunto se comporte como uma única peça	Acomodar as veias com melhor estabilidade e possibilidade de substituição de componentes	Sinalizar erro Para sinalizar, precisa identificar.
REQUISITOS DOS SUBSISTEMAS	Diversas colorações Diversas espessuras Diversos graus de perfurabilidade Graus de oleosidade Graus de pelugem Estética similar a realidade Elasticidade com os subsistemas compartilhados para utilização em pessoas com diversas características	Flexível Coloração similar à realidade Espessura similar à realidade Perfurabilidade similar à realidade	Anatômica (aderente) Flexível Impermeável Segura/Antipunctória (imperfurável) Fácil higienização Fácil vestimenta	Viscosidade Cor	Não deixar folgas excessivas (camadas bambas) > boa aderência As emendas devem evitar relevos excessivos inexistentes no corpo humano Interface camada externa e veia preferencialmente como um contato, considerando que as veias serão fixadas na camada interna	Estabilidade na fixação Tipo de fixação não permanente, que permita substituição/r eposição Sem danificar as camadas internas ou externas por atrito ou perfuração	Sensibilidade de detectar o erro Expressão visual apontando o erro (ou outra forma de expressão (sonoro, vibração etc) Preferencialmente associar-se a um dispositivo eletrônico que receba informações

CONCORRENTES	Estética similar a realidade. Apenas um formato de perfil. Não simula pelugem e oleosidade.	As veiais utilizadas pelos concorrentes atendem às demandas do produto, não sendo esse um fator diferencial do nosso produto.	Não há concorrentes para esse subsistema.	Existem fluidos nos concorrentes. Em sites de pesquisa, existem modelos e características de sangue falso e de como fazer.	Não há camada interna nos produtos concorrentes, logo não existe esta interface também.	Existe uma canal profundo ao longo do material de preenchimento do manequim simulador, no qual a a veia é encaixada.	Não há concorrentes para esse subsistema.
INOVAÇÃO INCREMENTAL	Permitir ser vestido por uma pessoa.	Não há diferencial. A ideia é que seja similar a concorrente. Essa parte não agrega valor (diferencial) ao produto.	Essa camada, atualmente inexistente no mercado, Seu grande diferencial será a possibilidade de vestir o manequim, dando um caráter híbrido para o produto.	Fluido de viscosidade mais acentuada. Pigmentação mais próxima ao real.	As duas camadas permitirão ao usuário vestir o braço, dando uma sensação de realismo no processo de simulação.	diferencial. Sistema que sinaliza o encontro de veias, o qual deve permitir a substituição e, ao mesmo tempo, mantê-la fixa.	Sistema que sinaliza o erro no procedimento realizado pelo aluno durante a simulação.

Tabela 3-3 – Matriz de Subsistemas do Produto. Fonte: primária.

## **Criando Conceitos: Matriz Morfológica**

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).

Criou-se uma matriz com princípios de solução para cada parte do produto (Figura 3.2), de forma descritiva e gráfica. Os princípios de solução estão numerados nas colunas e nas linhas estão as partes do subsistema. Por exemplo, para o subsistema “veias” foram sugeridas como alternativas o uso de (1) vasos emborrachados (semelhantes aos existentes) e (2) canudos plásticos.

Durante o levantamento dos princípios de solução a equipe discutiu e aceitou todas as propostas dos membros, como forma de não tolher a criatividade no processo de inovação do produto. Assim, foi possível conceber mais de uma sugestão para representar cada parte integrante do simulador.

No requisito “pele externa”, além da proposta inicial de utilizar pele de reposição dos manequins existentes surgiu outras soluções, dentre elas a possibilidade de cores de pele diferente e com pelugem, semelhantes a pele real. Sobre a “camada de proteção interna” percebeu-se como o item mais desafiador entre os princípios de solução. Houve dificuldades em encontrar um material que fosse flexível, anatômico, resistente a perfuração e confortável. Outros materiais deverão ser testados em pesquisas futuras.

Além disso, pela primeira vez a equipe desenvolveu um conceito que abrangesse formas de conexão entre as três camadas sobrepostas, podendo inclusive haver mais de uma forma, como o uso de velcro, costura, adesivo fixador, entre outras.


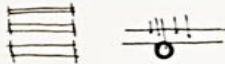























	PRINCÍPIO 1	PRINCÍPIO 2	PRINCÍPIO 3	PRINCÍPIO 4	PRINCÍPIO 5
PELE EXTERNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar modelos disponíveis no mercado (manequins elásticos)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver novas composições com material tipo latex com espessura, perfurabilidade, oleosidade e elasticidade diferenciada (alteração no material)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atribuir aos modelos disponíveis características de coloração e pelagem (alteração estética)</li> </ul> 		
VEIAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vasos emborrachados (semelhante aos existentes)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Canudos plásticos</li> </ul> 			
CAMADA DE PROT. INTERNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar o mesmo material das luvas Sharpmaster II™ 9014 para fazer a camada interna do braço híbrido</li> <li>Custo das luvas R\$ 162,00/ par</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confeccionar um material a base de aramida e polímeros (alguma borracha) inspirado na palma da mão blindada</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Testar viabilidade de algum material em couro, com uma ou mais camadas</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construir uma armadura para o braço em forma de escama de peixe, feita de pedaços de garrafa pet</li> </ul> 	
LIQUIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mistura caseira</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compra com fornecedores (fluidos disponíveis)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encomenda de nova formulação junto aos fabricantes</li> </ul> 		
INTERFACE EXTERNO-INTERNO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costurar as duas camadas</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colar as duas camadas</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar um fecho tipo zíper para unir as camadas</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faixa de pressão que segure as duas camadas</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fios firmes (ex arame) nas extremidades e fechamento com canaleta flexível</li> </ul> 
INTERFACE VEIA-INTERNO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velcro colado às duas camadas, ao longo da extensão das veias</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velcro colado em algumas seções das veias reproduzindo efeito "veia bailarina"</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ganchos com abertura para posicionar as veias</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adesivo fixador (dupla face)</li> </ul> 	
SENSORES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema de LED que acende uma luz para sinalizar se o procedimento foi realizado de maneira incorreta</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vibração do braço híbrido para sinalizar o erro</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pequeno choque no usuário do braço híbrido para sinalizar que o procedimento não foi executado da maneira correta</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pad para acompanhamento do procedimento pelo professor, onde erros e acertos são sinalizados</li> </ul> 	

Figura 3-3 Matriz Morfológica. Fonte: primária.

## Selecionando Conceitos: Matriz de Pugh

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).

Para a aplicação da matriz de Pugh, desenvolveu-se dois conceitos de produto (Figura 3-4) e comparou-se a um produto de referência no mercado (Figura 3-5). Para cada conceito foi escolhido um princípio de solução para as sete partes do produto: pele externa, veias, camada proteção interna, líquido, interface externa-interna (forma de ligação entre as camadas), interface veia-interna e sensores. No Conceito (A), por exemplo, para a pele externa optou-se pelo princípio de solução número 3 que seria uma pele com diferentes colorações e pelugem. Para a parte das veias, optou-se pelo uso de pequenas mangueiras emborrachadas como as que são vendidas como partes de reposição dos manequins atualmente. E assim sucessivamente os princípios de solução da Figura 3 foram utilizados como alternativas das partes e formaram o Conceito (A) e (B). Estes foram denominados como conceitos “incremental” representando um produto mínimo viável e “ideal” um produto contendo as melhores soluções o qual pretende-se desenvolver futuramente.

O produto de referência escolhido representou a maioria dos manequins disponibilizados para venda atualmente. Trata-se de um manequim simulador de punção venosa, estático, feito a base de borracha/silicone, sem qualquer dispositivo eletrônico, com sangue artificial para preencher as veias e com canaletas para acopla-las (Figura 3-5).



MELHORIA INCREMENTAL - CONCEITO A					
	Princípio 1	Princípio 2	Princípio 3	Princípio 4	Princípio 5
Pele Externa	■				
Veias					
Camada de Proteção Interna	■				
Líquido					
Interface Externo-Interno		■			
Interface Veia-Interno				■	
Sensores					

MELHORIA IDEAL - CONCEITO B					
	Princípio 1	Princípio 2	Princípio 3	Princípio 4	Princípio 5
Pele Externa			■		
Veias	■				
Camada de Proteção Interna		■			
Líquido			■		
Interface Externo-Interno			■		
Interface Veia-Interno		■			
Sensores	■				

Figura 3-4 – Conceitos gerados. Fonte: primária

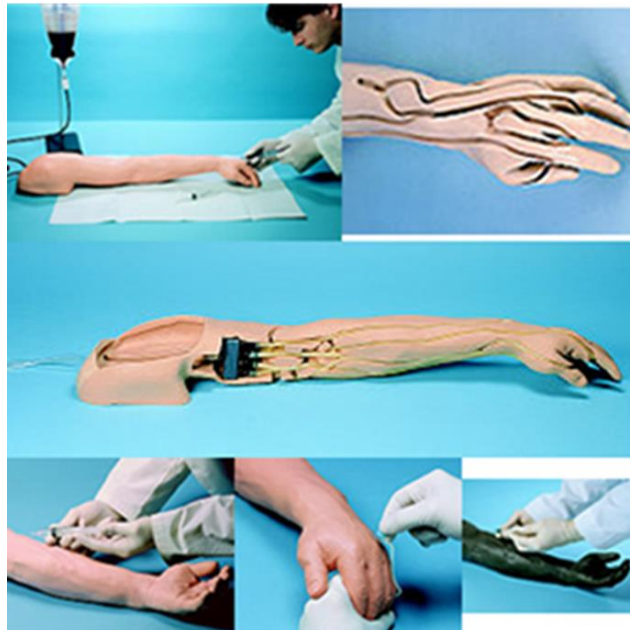



Figura 3-5 – Produto de referência. Fonte: Life Form®.

Na Figura 3-6, onde é apresentado o resultado da Matriz de Pugh, destaca-se um indicativo da evolução das inovações indo do modelo atual, representado pela Figura 3-5, passando pelo modelo incremental até o radical, ilustrados pelos conceitos (A) e (B). Uma inovação incremental é considerada conservadora e trata de uma melhoria na performance de

um produto, ou seja um progresso em cima de algo já existe. Já a inovação radical é capaz de redefinir paradigmas no modo de uso de um produto por torna-lo ousado, diferente dos demais no mercado (BLANCO, 2015; ROSSI, 2015; OLIVEIRA et al., 2010; SENHORAS; TAKEUCHI; TAKEUCHI, 2007). Ambas das inovações podem ser aplicadas pelas empresas estando a escolha baseada no potencial competitivo ou em uma nova orientação estratégica que se deseja alcançar.

Os requisitos e os desdobramentos apresentados à esquerda, na Figura, são oriundos da Tabela 3-1. Atribuiu-se uma pontuação aos requisitos e o seguinte escore na comparação dos conceitos com a referência: (+1) se melhor que a referencia, (0) se igual à referencia, (-1) se pior que a referência. O escore total se deu pela subtração do total de score positivo do total de score negativo. Na coluna do produto referencia colocou-se “sim” ou “não” para indicar se tal requisito fazia parte ou não do produto. Segue resultado da matriz de Pugh aplicada (Figura 3-6).

		EVOLUÇÃO DAS INOVAÇÕES			
		ATUAL	INCREMENTAL	RADICAL	
Requisitos	Desdobramentos	Peso	Referência no mercado (atual)	Melhoria Incremental (A)	Inovação ideal (B)
				<i>Pode ser vestido</i> <i>Pele:</i> peça reposição <i>Veia:s</i> emborrachados <i>Camada interna:</i> luva Sharpmaster <i>Líquido:</i> sem líquido <i>Interface Externo-Interno:</i> cola <i>Interface Veia-Interna:</i> dupla face <i>Sensores:</i> sem sensores	<i>Pode ser vestido</i> <i>Pele:</i> cor e pelugem <i>Veia:s</i> emborrachados <i>Camada interna:</i> aramida e polímero <i>Líquido:</i> nova fórmula <i>Interface Externo-Intern:</i> zipper <i>Interface Veia-Interna:</i> velcro <i>Sensores:</i> LED, monitorizações
Funcionalidade	Oferecer monitorização de pressão arterial	1	Não	0	0
	Permitir resposta a medicamentos e a procedimentos invasivos	1	Não	0	+1
	Apresentar um painel indicador de feedback imediato para cada vaso sanguíneo	2	Não	0	+1
	Habilitar a pratica de injeção IM, SC e ID e punção venosa	2	Sim	0	0
	Permitir a prática de punção arterial	2	Não	0	+1
Simulação Híbrida	Combinar equipamentos reais com imagens virtuais	1	Não	0	0
	Inserir o indivíduo na simulação de forma absorta (fidelidade psicológica)	2	Não	+1	+1
	Permite participação ativa	2	Não	+1	+1

<b>Prover Aprendizagem</b>	Melhorar a competência, autoconfiança e satisfação dos estudantes	2	Sim	0	0
	Promove raciocínio clínico	2	Não	0	+1
	Adequar-se ao propósito de ensino	2	Sim	0	0
<b>Aspectos Éticos</b>	Permitir o desenvolvimento de habilidades de forma ética	2	Sim	0	0
	Permitir repetição sem provocar dores ou constrangimentos	2	Sim	0	0
<b>Aspectos Realísticos</b>	Disponibilizar partes que simulam a pele, as veias e o sangue.	2	Sim	0	0
	Ter apresentação anatômica (braço)	2	Sim	0	0
	Ter variação anatômica (diferentes gêneros, idades, espessuras)	1	Sim	-1	+1
	Articulações giratórias no braço, cotovelo e punho	2	Não	+1	+1
	Apresentar pulsações arteriais automáticas	1	Não	0	0
	Ter impressões digitais	2	Sim	0	0
	Apresentar viscosidade do sangue semelhantes à realidade	2	Não	-1	+1
Apresentar variação de palpabilidade das veias	1	Não	0	+1	
Escore (+)				6	17
Escore (-)				3	0
Escore (0)				16	11
Escore Total				3	17

Figura 3-6 Matriz de Pugh. Fonte: primária.

Para fins de aplicação prática, escolheu-se um produto referência que representasse grande parte dos simuladores de punção venosa utilizados atualmente. Ambos conceitos apresentados são passíveis de serem vestidos pelo usuário, caracterizando uma inovação em relação aos modelos existentes.

O conceito (A) obteve 16 dos 21 requisitos, semelhantes ao produto de referência, e três requisitos apenas pontuados como superiores aos da referência. Esse conceito possui as características do primeiro protótipo de um manequim simulador de punção venosa, indicando uma tentativa de melhoria incremental do simulador.

O conceito (B) foi elencado como a inovação ideal e apresentou um score positivo aproximadamente três vezes maior que o score do conceito (A). Entende-se que a proposta do conceito (B) atende melhor os requisitos elencados e propõe uma inovação radical em relação ao produto de referência.

A comparação dos conceitos gerados com o produto de referência demonstrou que o conceito (B) é superior nos princípios de solução em relação ao conceito (A). Tal fato foi atribuído às inovações radicais propostas nesse conceito sendo melhores que o produto comercializado atualmente, já que o conceito (A), apesar de incremental, ainda assemelha-se muito ao produto de referência.

### **3.4.2. Etapa Frame Solutions**

A etapa *Frame Solutions*, também conhecida como fase das soluções, trata da implementação dos conceitos criados na etapa anterior, *Explore Concepts*, conectando-os uns com os outros a fim de que atendam aos critérios do projeto. O foco também está em deliberar quais os conceitos e combinações de conceitos trazem mais valor para as ideias geradas nos modos anteriores (KUMAR, 2013).

Uma das ferramentas aplicadas nessa etapa foi a confecção de um protótipo na tentativa de reproduzir o produto mínimo viável, ou seja o conceito (A), destacado na Matriz de Pugh.

### **Mock up e Protótipo**

O protótipo representa a passagem do abstrato para o físico, ou seja, é a tangibilização de uma ideia, que pode ser simples e ainda propiciar validações. Os protótipos reduzem as incertezas do projeto, pois são uma forma realista de eliminar alternativas inviáveis e,

portanto, auxiliam no desenvolvimento de uma solução final mais assertiva. O processo de prototipação inicia a partir de questões que precisam ser respondidas a respeito da solução proposta. São criados, então, modelos representativos de tais soluções e que possibilitem o teste. Os resultados são analisados e o ciclo pode se repetir inúmeras vezes até que a equipe de projeto chegue a uma solução final. O foco deve estar nas necessidades do usuário e o objeto deve ser interessante para o negócio da empresa contratante. Dessa forma, quanto mais testes e mais cedo iniciar esse processo, maior será o aprendizado e as chances de sucesso da solução final (VIANNA, 2012).

Antes da confecção do protótipo, foi desenvolvido um *mock up*, ainda na etapa *Know People*, uma vez que já havia uma proposta inicial de solução na qual o manequim simulador híbrido deveria conter três camadas. Assim, o *mock up* foi construído com uma meia calça fio 80, representando a camada interna, canos de aquário, representando as veias e uma luva de borracha, representando a camada externa (Figura 3-7).

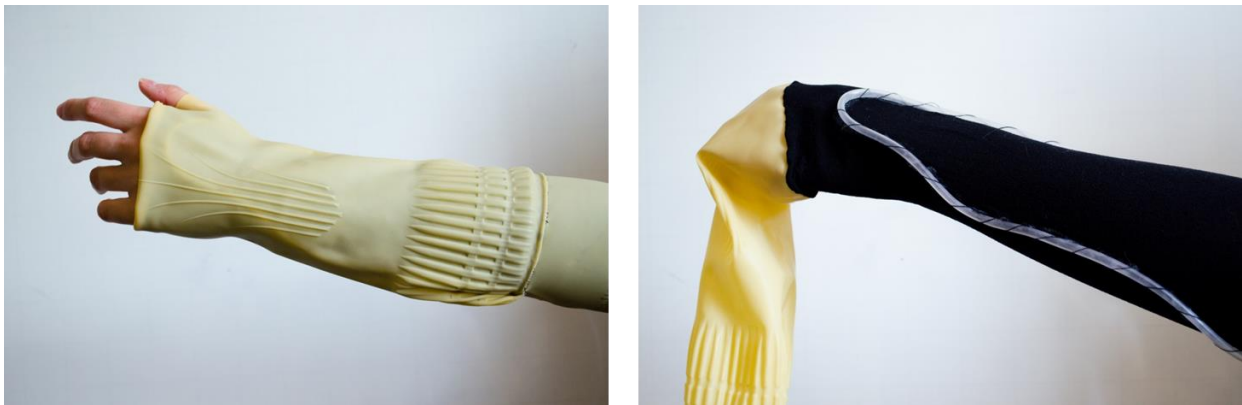


Figura 3-7 Mock up do manequim simulador híbrido. Fonte: primária.

Com o desenvolvimento das demais etapas e paralelamente à criação dos conceitos, foi desenvolvido um protótipo com materiais de melhor qualidade que o *mock up*, descritos no conceito incremental (A) (Figura 3-6). Desta forma, o protótipo de um manequim simulador de punção venosa (Braço Híbrido) foi composto de: pele de reposição de manequins Laerdal® (pele externa), veias de borracha Laerdal® (camada de veias) e manga de proteção resistente a corte HexArmor®. As três camadas foram sobrepostas possibilitando que o manequim fosse vestido (Figura 3-8).



Figura 3-8 – Protótipo do manequim simulador de punção venosa (Braço Híbrido).  
Fonte: primária.

A camada interna não cobriu todo o membro superior esquerdo (mão, braço e antebraço) sendo composta de uma manga de proteção, que apesar de resistente a cortes possuía pequenos sulcos com possibilidade de perfuração por agulha. Assim, as veias de borracha foram colocadas em cima da camada interna, representando apenas uma porção da anatomia venosa, na fossa antecubital (veia cefálica e cubital mediana). A camada externa, feita de borracha, foi considerada a melhor parte do protótipo uma vez que apresentava rugosidades, digitais e conformações das veias, semelhantes à pele humana.

Como molde para a construção do protótipo, foi utilizado um manequim simulador de punção venosa estático, semelhante ao produto de referência citado anteriormente (Figura 3-5).

Durante a confecção do simulador houve dificuldades na montagem das camadas, uma vez que era necessário manter o alinhamento anatômico das veias e as diferentes composições dos materiais não aderiam à cola extraforte instantânea (SuperBonder®). Assim, foi utilizada uma pistola de cola quente de silicone para a interface veia-interna e velcro para a interface externa-interna. Essa última interface favoreceu a adequação de vestir o produto uma vez que o velcro pode ser ajustado ao tamanho do braço do usuário.

Numa última etapa, o protótipo foi vestido por um membro da equipe a fim de testar se o manequim estava anatomicamente adequado quanto a posição das veias, encaixe dos dedos e se estava flexível permitindo a interação entre usuário e o praticante a punção venosa. O teste preliminar foi realizado por um profissional de saúde capacitado em punção venosa e a agulha perfurou apenas a camada externa e a veia, não atingindo a camada interna. Nenhum voluntário feriu-se durante o teste.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi atingido ao se descrever o processo de criação de um novo conceito de manequim simulador de braço para punção venosa, desde a ideação até o desenvolvimento de um protótipo classificado como Braço Híbrido.

O tema e o desafio que motivaram o desenvolvimento de um novo conceito de manequim simulador de braço para punção venosa partiram da dissertação de mestrado da autora. Porém, para concretizar de fato o desenvolvimento e a confecção do protótipo foi necessária a colaboração de uma equipe multidisciplinar com: engenheiros, administradores, arquitetos, bibliotecários. Assim, houve diferentes visões compartilhadas pela equipe ao longo do desenvolvimento do produto, as quais levaram à impasses que tiveram de ser discutidos e confrontados com os requisitos levantados inicialmente. Tal fato permitiu o aprimoramento da proposta de solução inicial apresentada além do planejamento de atividades futuras, pretendendo-se incrementar e validar o produto desenvolvido.

A aplicação das ferramentas de *Design Thinking* e das ferramentas do Processo de Desenvolvimento de Produto (Matriz de Subsistemas, Morfológica e de Pugh) foram essenciais para confirmar e aprimorar a solução inicial sugerida. Destaca-se o conceito de inovação ideal (B), apresentado na Matriz de Pugh, como o principal conceito gerado nessa pesquisa.

Ainda sabe-se que o desenvolvimento de um produto é um processo complexo que demanda tempo, energia e recursos financeiros para tal. A confecção do protótipo foi possível apenas após a doação de materiais por uma empresa norueguesa fabricante de manequins e do patrocínio de uma empresa revendedora de equipamentos educacionais.

Espera-se que o método adotado nesse artigo possa ser replicado para outros simuladores e produtos desenvolvidos na área da saúde. Também, que o produto gerado nesta pesquisa possa contribuir de forma significativa no aprendizado dos acadêmicos e profissionais da saúde. No momento, não foram encontrados simuladores com a proposta de inovatividade do Braço Híbrido, assim, está sendo providenciada a proteção da propriedade intelectual (patente) deste manequim.

Sugere-se novos estudos na área de desenvolvimento de manequins simuladores para saúde, especialmente no que se refere à prática de punção venosa.



## REFERÊNCIAS

ALL-ELQ, A. H. Simulation-Based Medical Teaching and Learning. *Journal of Family and Community Medicine*, 17, n. 1, 2010. 35-40.

BLANCO, G. (fevereiro de 2015). Acesso em 21 de junho de 2015, disponível em Projeto Draft: <http://projetodraft.com/verbete-draft-o-que-e-inovacao-radical/>

BOER, G., & BONINI, L. (2015). Design thinking: uma nova abordagem para inovação. Acesso em 14 de junho de 2015, disponível em Terra Forum Consultores: <http://biblioteca.terraforum.com.br/BibliotecaArtigo/artigo-designthinking.pdf>

BORGES, F. M.; RODRIGUES, C. L. P. Pontos passíveis de melhoria no método de projeto de produto de Pahl e Beitz. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 271-281, 2010.

BROWN, T. Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Elsevier., 2010.

BROWN, T.; WYATT, J. Design Thinking for Social Innovation. *Stanford Social Innovation Review*, 8, n. 1, 2010.

BURKHAMMER, M.; LAWNER, B.; BERGE, Z. L. Utilizing technology based learning for disaster preparedness. *International Jour. of Information and Communication Technology Education*, 8, n. 1, Jan-mar 2012. 26-34.

CALLEGARO, A. (2015). Desenvolvimento de um equipamento inovador para a reabilitação do cotovelo e antebraço. 214f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS.

CARDOSO, E. (2009). O Estudo do emprego da espuma metálica no design automotivo. Porto Alegre.

CARLGREN, L. (2013). Design Thinking as an Enabler of Innovation: exploring the concept and its relation to building innovation capabilities. Gothenburg, Suécia.

CARLGREN, L.; ELMQUIST, M.; RAUTH, I. Exploring the use of design thinking in large organizations: towards a research agenda. *Swedish Design Research Journal*, 14, n. 1, 2014. 23-32.

CARTER, Y. M. E. A. Multipurpose Simulator for Technical Skill Development in Thoracic Surgery. *Journal of Surgical Research*, 163, n. 2, Outubro 2010. 186-191.

DONALDSON, K. M. . I. K. . S. S. D. Costumer Value Chain Analysis. *Research in Engineering Design*, v. 16, p. 174–183, 2006.

DONALDSON, M. S. Patient Safety and Quality: An Evidence-Based Handbook for Nurses. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2008. 1-37 p.

FACCIO, K.; ECHEVESTE, M. E. S. Desdobramento dos requisitos em parâmetros críticos no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). *Revista Espacios*, 31, 2010. 17.

- FINAN, E. E. A. High-fidelity simulator technology may not be superior to traditional low-fidelity equipment for neonatal resuscitation training. *J Perinatol.*, 32, n. 4, Abril 2012. 287-92.
- FLANGAN, B.; NESTEL, D.; JOSEPH, M. Making patient safety the focus: Crisis resource management in the undergraduate curriculum. *Medical Education*, 38, 2004. 56–66.
- GABA, D. The future vision of simulation in healthcare. *Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 2, n. 2, 2007. 126-135.
- 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., & ECHEVESTE, M. (26 de junho de 2015). Desenvolvimento de manequins simuladores para educação em saúde. 35. Porto Alegre.
- 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.
- KOHN, L. T.; DONALDSON, M. S.; CORRIGAN, J. M. *To err is human: building a safer health system*. Washington DC: National Academy Press, 1999.
- KUMAR, V. *101 design methods: a structured approach for driving innovation in your organization*. [S.l.]: New Jersey, John Wiley & Sons., 2013.
- LAPKIN, S. L. E. A. Effectiveness of Patient Simulation Manikins in Teaching Clinical Reasoning Skills to Undergraduate Nursing Students: A Systematic Review. *Clinical Simulation In Nursing*, v. 6, p. 207 - 222, 2010.
- MANO, V. (03 de março de 2013). Matriz Morfológica. Acesso em 17 de maio de 2015, disponível em Processo criativo: <http://www.processocriativo.com/matriz-morfologica/>
- MARX, A. (2009). Proposta de método de engenharia de requisitos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) , 133 f. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- NEIL, J. A. Simulation in Nursing Education. *Perioperative Nursing Clinics*, 4, n. 2, Junho 2009. 97-112.
- OLIVEIRA, F. E. A. Estratégia e Inovação. Radar e Inovação, p. 10, agosto 2010. Disponível em: [http://inventta.net/wp-content/uploads/2010/08/351Artigo\\_Estrategia\\_e\\_Inovacao\\_Inventta.pdf](http://inventta.net/wp-content/uploads/2010/08/351Artigo_Estrategia_e_Inovacao_Inventta.pdf).
- PAHL, G. E. A. *Engineering design: a systematic approach*. [S.l.]: [s.n.], 2007. 617 p.
- PRETTO, F., & PINHO, M. (2008). *Uso de realidade aumentada no processo de treinamento em suporte à vida*. 124f. Porto Alegre.
- RAZZOUK, R.; SHUTE, V. What Is Design Thinking? and Why Is It important? *Review of Educational Research*, 82, n. 3, 2012. 330-348.

ROSSI, A. (2015). Universidade Federal de Roraima. Acesso em 21 de junho de 2015, disponível em NIT Núcleo de Inovação Tecnológica:  
[https://ufrr.br/nit/index.php?option=com\\_content&view=article&id=95&catid=2](https://ufrr.br/nit/index.php?option=com_content&view=article&id=95&catid=2)

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

SAHU, S.; LATA, I. . Simulation in resuscitation teaching and training, an evidence based practice review. *Journal of Emergencies, Trauma and Shock*, v. 3, n. 4, p. 378-384., 2010.

SCHIEFFER, R. Ten Key Customer Insights: Unlocking the Mind of the Market. Toronto: Thomson, 2005. 250 p.

SEIDELL, V. P.; FIXSON, S. K. Adopting Design Thinking in Novice Multidisciplinary Teams: the Application and Limits of Design Methods and Reflexive Practices. *Journal of Product Innovation Management*, 30, 2013. 19-33.

SENHORAS, E. M.; TAKEUCHI, K. P.; TAKEUCHI, K. P. Gestão da Inovação no Desenvolvimento de Novos Produtos. IV SEGeT Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2007. p. 15.

SHAPIRO, M. J. E. A. Simulation based teamwork training for emergency department staff: does it improve clinical team performance when added to an existing didactic teamwork curriculum? *Qual Saf Health Care*, v. 13, p. 417–21, 2004.

TEIXEIRA, I.; FELIX, J. V. C. Simulação como estratégia de ensino em enfermagem: revisão de literatura. *Interface (Botucatu)* [online], v. 15, n. 39, p. 1173-1184., 2011.

TORRES, M. M.; ANDRADE, D. D.; SANTOS, C. B. D. Punção venosa periférica: avaliação de desempenho dos profissionais de enfermagem. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 13, n. 03, Junho 2005.

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

VIANNA, M. E. A. Design thinking: inovação em negócios. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012. 162 p.

VIEIRA, R. Q.; CAVERINI, L. M. R. Manequim de simulação humana no Laboratório de Enfermagem: uma revisão de literatura. *Revista História de Enfermagem*, v. 2, n. 1, p. 105-120., 2011.

WALKER, M. L.; GANTT, L. T. Creation of a Bariatric “Patient” and Simulation. *Bariatric nursing and surgical patient care*, 5, n. 2, 2010. 127-135.

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

WILSON, M. E. A. Assessment of a low-fidelity human patient. *Nurse Education Today*, 25, 2005. 56-67.

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

## APÊNDICE A – FERRAMENTA KEY FACTS

## SENSE INTENT

**Key facts:** Foram encontrados fatos chaves que justificassem o desenvolvimento do produto.

Tópico	Assunto	Relevância	Tipo de dado	Fato chave	Fonte	Questões Futuras
Indicadores de qualidade da assistência hospitalar	Artigo usado como referência para o artigo anterior que cita o indicador de perda de punção venosa periférica.	Relevante	Artigo	As metas de melhoria da qualidade e do desempenho de uma empresa requer que a gestão de processos baseada em dados, informações e análises confiáveis. Indicadores levam a melhor qualidade na assistência. Indicador de perda de punção venosa, taxa de flebite, satisfação do cliente estão relacionados ao procedimento de punção venosa. Um indicador educacional é o número de treinamentos realizados com a equipe. Indicadores trazem uma serie de resultados relacionados a quantidade e eficiência do trabalho da enfermagem. Dados essenciais para pleitear vantagens para a categoria.	SILVA LD. Indicadores de qualidade do cuidado de enfermagem na terapia intensiva — Quality indicators in intensive nursing care. Rev Enferm UERJ. 2003; 11(1): 111-6.	Tabela para coleta retrospectiva de índice de repetição de procedimentos, um deles de punção venosa periférica. Esse indicador bem como o de treinamentos realizados inferem a necessidade de ensino e consequentemente materiais para as atividades (simuladores).
Avaliação de desempenho do procedimento punção venosa	PUNÇÃO VENOSA PERIFÉRICA: avaliar o desempenho dos profissionais de enfermagem na execução da punção	Relevante	Artigo	Mais de 50% dos pacientes internados utilizam ou utilizarão acesso venoso durante a hospitalização. Punção venosa corresponde a 85% das atividades de enfermagem. Exige alto nível de complexidade e competência técnico científica.	TORRES, Maricy Morbin; ANDRADE, Denise de; SANTOS, Claudia Benedita dos.	O artigo traz a importância em se detectar as reações do paciente a fim de se prevenir agravos a saúde do mesmo.

## Etapas



Definir tópico geral

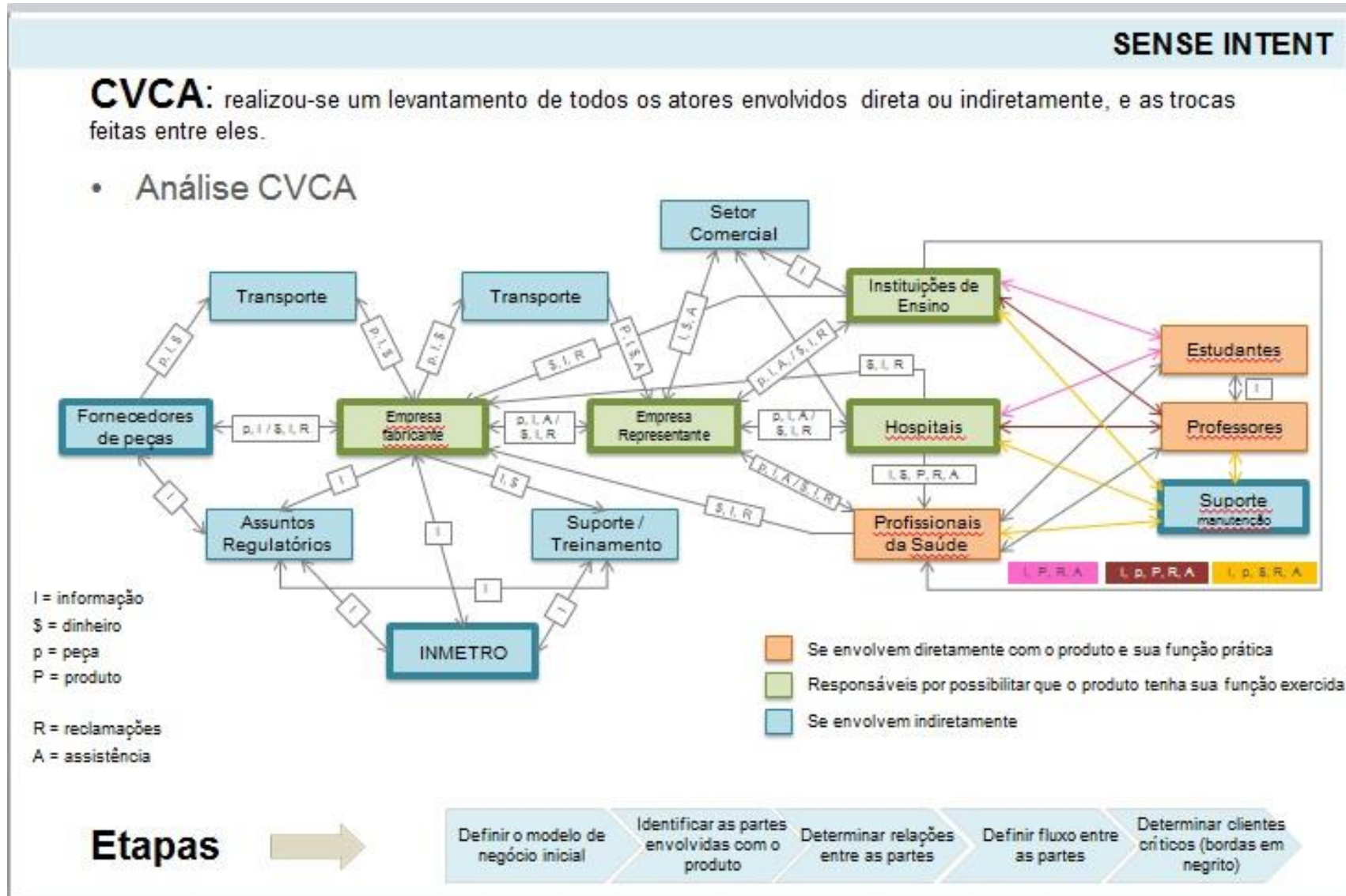
Identificar fontes de informações confiáveis

Conduzir pesquisa na web

Organizar informações por tipo

Resumir Fatos-chave em uma lógica coerente

APÊNDICE B - FERRAMENTA CVCA



## APÊNDICE C – FERRAMENTA TAP

**Termo de abertura do projeto (TAP)**PROJETO  
BRAÇO HÍBRIDO

IP2S

FASE 0: PROJECT CHARTER\*

DEADLINE: 02/09/2014

NOME DO PROJETO	Projeto Braço Híbrido	
CLIENTE	UFRGS + (empresas parceiras em negociação)	
DESENVOLVEDOR	Abraçados	
ETAPA	Fase 0: Project Charter	
CÓDIGO DO ARQUIVO	PBH_TAP.docx	
DECLARAÇÃO DO CLIENTE		
PROBLEMA DO CLIENTE	Necessidade de uma tecnologia que permita o ensino e prática do procedimento de punção venosa	
OBJETIVO GERAL DO PROJETO	Desenvolver uma solução que permita a prática de punção venosa da forma mais realística possível para estudantes e profissionais da saúde.	
DATA META DE ENTREGA DO PROJETO	02/12/2014 (14 semanas)	
CUSTO-META	Em negociação (sponsor)	
PRODUTO-SERVIÇO MÍNIMO	Braço manequim em escala 1:1	
FICHA RESUMO DO TIME DE PROJETO		
NOME	INICIAIS	FUNÇÕES PRIMÁRIAS
Anna Thereza Prates Grillo	A.G.	Melhoria contínua
Everson Pinto da Silva	E.S.	Modelador de negócios
Geana Silva dos Santos Hubner*	G.H.	Líder do projeto
Jeferson Shin-Iti Shigaki	J.S.	Gestão do PEP e Matriz Item-Entrega
João Francisco da Fontoura Vieira	J.V.	Customização em massa
June Magda Rosa Scharnberg	J.M.	Organização do conhecimento
Luan Carlos Santos Silva	L.C.	Transferência de tecnologia
Natália Pietzsch	N.P.	Sustentabilidade e hidráulica
Raquel Schimdt Kerner	R.S.	Melhoria contínua
Renata Tilemann Faco	R.T.	Gerenciamento de processos
Vanessa Becker Bertoni	V.B.	Transferência de conhecimento e redes sociais

DO PROJETO	
JUSTIFICATIVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda dos acadêmicos de enfermagem que utilizam Laboratórios de Práticas de Enfermagem, de acordo com a experiência das enfermeiras do laboratório durante aulas práticas e monitorias;</li> <li>• Necessidades de aperfeiçoamento de tecnologias indo ao encontro das expectativas de novas gerações de estudantes;</li> <li>• Palavras do Ministério da Saúde: (...) “Precisamos possuir alternativas nacionais para todos os equipamentos médicos críticos. No que concerne a esses equipamentos, não podemos depender de importação”;</li> <li>• Inexistência de um produto no mercado que atenda a demanda atual; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existem poucas empresas brasileiras fabricantes de manequins simuladores para treinamento na saúde</li> </ul> </li> </ul>
MERCADO ALVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acadêmicos de saúde (enfermagem, medicina, farmácia...); <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detalhamento no CVCA</li> </ul> </li> </ul>
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir o protótipo de um manequim simulador para educação na saúde</li> <li>• (Nível de desdobramento): Descrever o processo de desenvolvimento de um manequim simulador para educação na saúde;</li> </ul>
DESCRIÇÃO DO PRODUTO (ESPERADO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trata-se de um manequim simulador para punção venosa, que possa ser vestido pelo cliente, seja impermeável, antipunctório, que possua dispositivos indicadores que identifiquem erro ou acerto no local de punção, e que possa ser controlado por um painel eletrônico o qual o instrutor poderá visualizar tais erros e acertos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• O manequim deve ser o mais realístico possível, nacional e com escalabilidade (baixo custo e fácil reprodução).</li> <li>• A entrega vai até o nível de protótipo. O protótipo-entrega deve representar realisticamente a materialização da solução para as necessidades identificadas. Será um produto físico cujas características dão condições de, em projetos futuros, serem reproduzidos comercialmente.</li> </ul> </li> </ul>
PRODUTOS DA CONCORRÊNCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Braço para punção venosa dos fabricantes: Laerdal, CIVIAM, KOKEN, LIFE FORM.</li> </ul>
PRINCIPAIS ENVOLVIDOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Professores e alunos de cursos da saúde que façam o procedimento;</li> <li>• Empresas parceiras desenvolvedoras de manequins para simulação na saúde.</li> <li>• Empresas fabricantes de componentes para o manequim (ex. agulhas p/injeções, cateteres de inserção periférica etc).</li> </ul>
RECURSOS DISPONÍVEIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doação de Taxa de bancada (Patricia Magnago) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laerdal (Janaína Scott)</li> <li>• Sttyllus Educacional</li> </ul> </li> </ul>



## APÊNDICE D – FERRAMENTA POEMS

### KNOW PEOPLE

**POEMS:** Buscou-se compreender melhor o contexto e reconhecer as reações dos alunos e influências do meio no qual as aulas ocorrem.

	Entendendo o Contexto	Percepções Obtidas em Campo
<b>Pessoas (People)</b>	<b>P</b> As principais pessoas envolvidas nas simulações de punção venosa são os PROFESSORES, MONITORES e os ALUNOS dos cursos de saúde, mais especificamente de enfermagem.	Os professores e monitores possuem o papel de orientar, auxiliar e avaliar o aluno através do uso dos simuladores. O aluno é, de fato, a pessoa que realiza as simulações para adquirir habilidades e então partir o estágio curricular. Esses 3 atores são o principal foco, tendo em vista que ensinam e aprendem utilizando simuladores.
<b>Objetos (Objects)</b>	<b>O</b> Os objetos utilizados durante a simulação são os insumos para o procedimento: algodão, frascos ampola, luvas, scalp, etc., são selecionados previamente, pelo aluno, através de um check list. Também utilizam simuladores de braço para a punção.	Os objetos utilizados na simulação são reais e idênticos aos utilizados na prática de hospitais e clínicas. A simulação é realizada com o cuidado de abrir e manusear cada objeto de forma a não contaminá-lo e evitar qualquer meio de infecção ao paciente. Desta forma os objetos contribuem significativamente para uma simulação mais realista e a escolha influencia a simulação. Os principais objetos observados foram os simuladores, dado que a maioria destes é o principal objetivo deste estudo. Foi possível notar que a falta de interação dos simuladores com os alunos causa desmotivação ao realizar a parte da "apresentação ao paciente" na simulação. Além disso, características físicas dos simuladores diferentes das características reais deixam os alunos inseguros para ingressar nas práticas de estágio curricular.
<b>Ambientes (Environment)</b>	<b>E</b> O ambiente de aprendizagem interfere na concentração, motivação e percepção do aluno. Entende-se como ambiente o laboratório, a infraestrutura e a ergonomia do aluno.	O espaço disponível, o conforto térmico do ambiente e a distância entre um grupo de trabalho e outro influenciam na simulação. Com grupos de trabalho próximos uns aos outros há mais observações entre os colegas e consequentemente mais constrangimento pelo aluno que está realizando a prática naquele momento. Além disso, o conforto do aluno que observa a prática deve receber atenção.
<b>Mensagens (Message)</b>	<b>M</b> As principais mensagens passadas pelos professores são através da fala e do roteiro escrito das atividades. Os alunos transmitem mensagens corporal e verbal. Assim como os colegas que assistem as práticas também demonstram expressão corporal, conforme percebem os erros e os acertos do aluno.	Os professores salientam que a prática em laboratórios de simulação são muito importantes para a formação do profissional e buscam atingi-la da melhor forma possível através de orientações escritas, verbais e práticas. Já os alunos afirmam que ao longo das práticas ficam entediados e aborrecidos por precisarem interagir com um manequim que não responde, o que é facilmente visualizado através da expressão corporal destes alunos. Portanto, é importante que o simulado também passe mensagens de forma a interagir durante a simulação, seja de forma verbal, luminosa (leds), entre outras.
<b>Serviços (Service)</b>	<b>S</b> Os principais serviços oferecidos são as aulas teórico-práticas com o uso da simulação.	O principal serviço observado foi a aula prática através da simulação, o qual é influenciado pelos fatores descritos acima.

**Etapas**



Preparo para saída de campo

Saída de campo

Entendendo o contexto através do POEMS

Descrever observações gerais

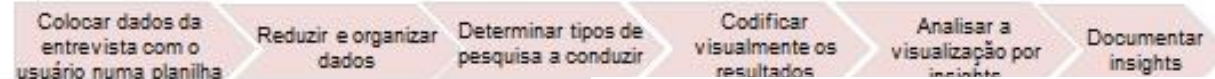
## APÊNDICE E – FERRAMENTA USER RESPONSE ANALYSIS

### FRAME INSIGHTS

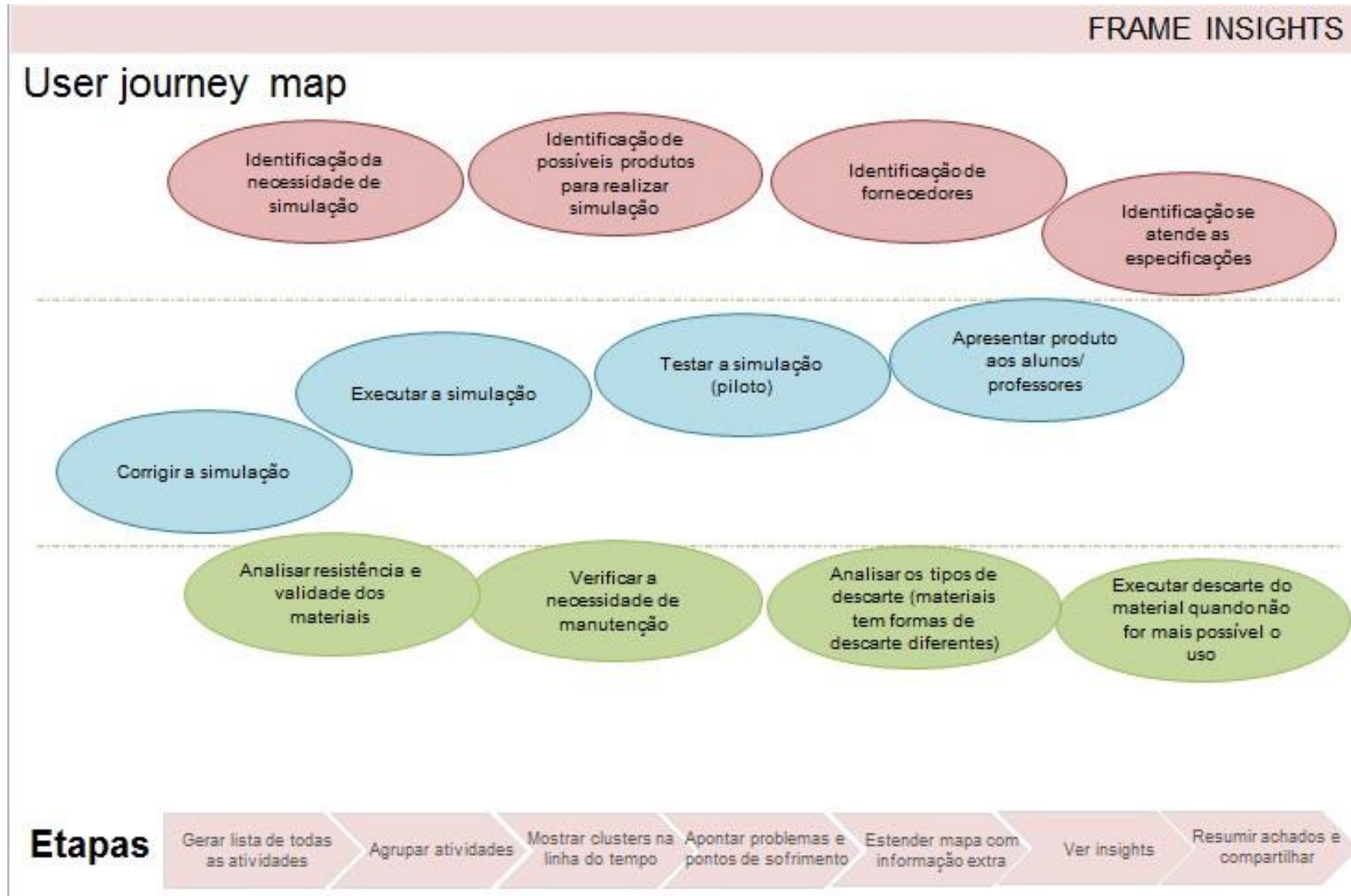
**User response analysis:** construiu-se uma planilha organizando as respostas dos usuários e a partir delas foram geradas propostas.

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA "USER RESPONSE ANALYSIS" COM PROFESSOR DA ENFERMAGEM										
Pontos-chaves	Características importantes	Realístico	Variabilidade	Melhorias do que já existe	Compra de materiais (ANTES)	Utilização (DURANTE)	Contribuição	Procedimento: punção venosa	Ética	DEPOIS
Respostas	Simulação realística (o mais próximo do real). Se aproximem ao máximo da realidade e simule muitas vezes.	Borracha da pele com revestimento que não marque o pertuito. Coloração da pele. Tubulação que simula vasos sanguíneos com diferenças de profundidade. Líquido simulador de sangue com consistência viscosa como o sangue. Deixar o revestimento até a ponta dos dedos.	Cores parecidas com o outro braço. Presença de cicatrizes, equimoses, hematomas.	Possibilidade do ator dar movimento, interagir, puxar o braço seria excelente.	Contato com fornecedores. Catálogos. Não há variabilidade na questão dos braços simuladores. Usa-se recursos de projeto e da universidade.	Utiliza-se nas práticas.	Ira contribuir bastante. Produto diferenciado. Melhorar a textura da pele. Diferentes níveis de veias. Hematomas. Possibilidade de ser mais realista.	Serie de etapas para seguir: segurança, habilidade, comunicação, manuseio do material, administração medicamento, antissepsia, etc. O aluno se da conta de outras possibilidades de erros na coleta de sangue.	Garantida desde que o revestimento não ofereça risco ao usuário.	trocar peças desaparecidas, revestimentos, tubulações.
Insights	Ambiente também deve ser simulado.	Não deixar todos os dedos.	Conjunto (kit de peles)				Sensor ao transfixar a veia.	Simular o edema, hematoma, rompimento da veia, reação alérgica ao medicamento, flebite.	Questão emocional pode trazer maior preocupação por parte do aluno, maior concentração para fazer o procedimento	Pele com valor baixo.

### Etapas



### APÊNDICE F – USER JOURNEY MAP



KUMAR, 2013.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de desenvolvimento de produtos é um tema recorrente nas engenharias, porém ainda apresenta lacunas quando o foco são produtos para educação na saúde sendo necessária uma maior interação entre as duas áreas.

Diferentes metodologias de desenvolvimento de produto, sejam elas lineares e tradicionais ou criativas e dinâmicas, podem ser utilizadas para alcançar a inovação e solucionar problemas nas organizações. Independente da abordagem escolhida sabe-se que o elemento principal sempre serão as pessoas e, o desafio, entender as necessidades dessas pessoas que irão consumir o produto. Dessa forma, a inovação torna-se uma atividade que demonstra vantagens competitivas no momento em que é percebida uma necessidade de mercado e é produzido algo que satisfaça tal necessidade.

O objetivo geral dessa dissertação foi descrever o processo de criação de um novo conceito de manequim simulador de braço para punção venosa, com base na análise de requisitos, para a construção de um protótipo, o qual foi alcançado através de seus dois artigos.

No artigo um foram levantados requisitos a partir da análise dos artigos científicos, das patentes e das características dos simuladores de punção venosa comercializados compilados numa Tabela (Tabela 2-5). Tais requisitos foram considerados essenciais para o desenvolvimento de um simulador de punção venosa. Não foram encontrados artigos e depósitos de patentes nacionais sobre simuladores. Assim, nota-se a necessidade de um produto, bem como estudos sobre, que preencham essas lacunas e conseqüentemente que qualifiquem o aprendizado da técnica de simulação em punção venosa.

O artigo dois tratou da descrição do processo utilizado para o desenvolvimento de um novo conceito de manequim simulador de punção venosa desde a fase de ideação até a prototipagem. A utilização do processo inovador no *Design*, contendo as sete etapas de Kumar (2013), e a aplicação das ferramentas do *Design Thinking* gerando insights para as matrizes da engenharia de produto demonstram a complexidade de métodos na criação de um produto.

Para validar a sugestão inicial de um simulador híbrido, tema de origem dessa dissertação [G1], foi necessária a aplicação de um método estruturado que permitisse a organização das informações inicialmente empíricas e intuitivas e convergisse para o protótipo do braço híbrido, de fato. Dessa forma, entende-se que uma oportunidade de inovação deve vir acompanhada de planejamento, disciplina e, principalmente, da

compreensão das pessoas envolvidas. A interação com professores, alunos, fornecedores, fabricantes, profissionais da saúde, durante a aplicação das ferramentas, foi fundamental para conhecer a visão dos usuários sobre o contexto em que estão inseridos os simuladores de punção venosa. Também foi importante a opinião dos entrevistados, após a sugestão de um simulador híbrido para tal prática, o que culminou na legitimação do produto com incrementos nas características. Dessa forma, percebeu-se que a ideia inicial precisou ser aperfeiçoada para que de fato chegasse ao protótipo, tendo o processo de desenvolvimento de produto centrado nas pessoas/usuários.

Como contribuição dessa dissertação pode-se citar o desenvolvimento de um novo conceito de simulador de punção venosa, de forma híbrida possibilitando maior realismo para as práticas educativas na área da saúde. As pesquisas auxiliaram no preenchimento da lacuna de desenvolvimento de produto inovador nacional, com potencial de competição internacional. Também está sendo providenciado o pedido de proteção de propriedade intelectual do produto desenvolvido.

Enfim, espera-se que os resultados desta dissertação possam nortear o desenvolvimento e a otimização de outros produtos semelhantes, assim como gerar ideias para outras pesquisas na área.

#### 4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ao longo desse trabalho foi possível identificar sugestões para trabalhos futuros:

- (i) aperfeiçoamento do projeto do produto;
- (ii) aperfeiçoamento do protótipo;
- (iii) validação do protótipo com especialistas e potenciais usuários;
- (iv) procedimentos para patentear o produto.
- (v) estudo de mercado;
- (vi) aprofundamento nas investigações de viabilidade de produção em escala.

## REFERÊNCIAS

ALL-ELQ, A. H. Simulation-Based Medical Teaching and Learning. *Journal of Family and Community Medicine*, 17, n. 1, 2010. 35-40.

AUTEN, J. E. A. Low-fidelity hybrid sexual assault simulation Training's effect on. *The Journal of Emergency Medicine*, v. 48, n. 03, p. 344–350, 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. (2013). Apresentação da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos (SCTIE); Acesso em 8 de Setembro de 2013, disponível em [http://portal.saude.gov.br/portal/saude/Gestor/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=32490](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/Gestor/visualizar_texto.cfm?idtxt=32490)

BROWN, T. Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Elsevier., 2010.

BROWN, T.; WYATT, J. Design Thinking for Social Innovation. *Stanford Social Innovation Review*, 8, n. 1, 2010.

CARTER, Y. M. E. A. Multipurpose Simulator for Technical Skill Development in Thoracic Surgery. *Journal of Surgical Research*, 163, n. 2, Outubro 2010. 186-191.

CENTER FOR DISEASE CONTROL. (2002). Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. 51, 6-12. EUA: CDC.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. (1995). Intravascular device-related infections prevention: Guideline availability: notice. Atlanta: US Department of Health and Human Services.

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.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4º. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Rev. adm. empres.*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, Abril 1995.

GOOD, M. L. Patient simulation for training basic and advanced clinical skills. *Medical Education*, v. 37, p. 14-21, 2003.

ISSENBERG, S. B.; SCALESE, R. J. Simulation in Health Care Education. *Perspectives in Biology and Medicine*, 51, n. 1, 2008. 31-46.

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.

JAVIA, L.; DEUTSCH, E. S. A Systematic Review of Simulators in Otolaryngology. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 147, n. 99, 26 Setembro 2012.

KUMAR, V. 101 design methods: a structured approach for driving innovation in your organization. [S.l.]: New Jersey, John Wiley & Sons., 2013.

NEIL, J. A. Simulation in Nursing Education. *Perioperative Nursing Clinics*, 4, n. 2, Junho 2009. 97-112.

OKUPNIAK, C. (s.d.). Acesso em 24 de março de 2015, disponível em Laerdal:  
<http://www.laerdal.com/us/UserStories/48118055/Hybrid-simulation-for-labor-and-delivery-offers-greater-realism-and-enhances-classroom>

PRETTO, F., & PINHO, M. (2008). Uso de realidade aumentada no processo de treinamento em suporte à vida. 124f. Porto Alegre.

PUGH, C. M. Low-Cost, Locally Fabricated Simulators: The Wave of the Future. *Journal of Surgical Research*, 168, n. 1, Junho 2011. 29-30.

RALL, M.; DIECKMANN, P. Simulation and patient safety: The use of simulation to enhance patient safety on a systems level. *Current Anaesthesia e Critical Care*, 16, n. 5, 2005. 273-281.

SWEET, R. M.; MCDOUGALL, E. M. Simulation and Computer-Animated Devices: The New Minimally Invasive Skills Training Paradigm. *Urologic Clinics of North America*, 35, n. 3, Agosto 2008. 519-531.

TORRES, M. M.; ANDRADE, D. D.; SANTOS, C. B. D. Punção venosa periférica: avaliação de desempenho dos profissionais de enfermagem. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 13, n. 03, Junho 2005.

VIEIRA, R. Q.; CAVERINI, L. M. R. Manequim de simulação humana no Laboratório de Enfermagem: uma revisão de literatura. *Revista História de Enfermagem*, v. 2, n. 1, p. 105-120., 2011.