UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Thiago Bertolini dos Santos

Identificação dos propósitos e benefícios do uso de protótipos para o
envolvimento de usuários no desenvolvimento de produtos da saúde

SÃO CARLOS

2019

THIAGO BERTOLINI DOS SANTOS

Identificação dos propósitos e benefícios do uso de protótipos para o envolvimento de usuários no desenvolvimento de produtos da saúde

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos de da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Processos e Gestão de Operações.

Orientadora: Profa. Janaina Mascarenhas Hornos da Costa.

SÃO CARLOS

2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

S237i Santos, Thiago Bertolini dos
Identificação dos propósitos e benefícios do uso de
protótipos para o envolvimento de usuários no
desenvolvimento de produtos da saúde / Thiago Bertolini
dos Santos; orientadora Janaina Mascarenhas Hornos da
Costa. São Carlos, 2019.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção e Área de Concentração em
Processos e Gestão de Operações -- Escola de Engenharia
de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2019.

1. Protótipo. 2. Envolvimento do usuário. 3.
Prototipagem. 4. Usabilidade. 5. Processo de
desenvolvimento de produto. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Bacharel **THIAGO BERTOLINI DOS SANTOS**.

Título da dissertação: "Framework para envolver o usuário utilizado protótipos: um estudo do envolvimento do usuário em projetos de produtos centrados no usuário do setor de saúde".

Data da defesa: 02/04/2019

Comissão Julgadora:

Resultado:

Profa. Dra. **Janaina Mascarenhas Hornos da Costa**
(Orientadora)

(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Aprovado

Prof. Dr. **Raoni Barros Bagno**

(Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG)

Aprovado

Prof. Dr. **Eduardo de Senzi Zancul**

(Escola Politécnica/EP-USP)

Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção:

Prof. Dr. **Marcelo Seido Nagano**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda minha família, principalmente, aos meus pais e irmã que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. A minha noiva, minha fonte de inspiração, que sempre nos momentos de desafios é a primeira a me incentivar com muito amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pela oportunidade, apoio e confiança depositada em mim, sempre contribuindo para que eu busque o meu caminho. A minha irmã por todo incentivo e a minha noiva pela paciência, parceria, leituras e discussões sobre a minha pesquisa.

Agradeço aos meus avós paternos “In Memoriam” e maternos pela existência dos meus pais, pois sem eles esse meu sonho não seria possível.

Agradeço muito, a Universidade de São Paulo e ao Departamento de Engenharia de Produção pela estrutura fornecida e a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo aporte financeiro que possibilitou a realização dessa pesquisa.

Agradeço aos professores do nosso grupo de pesquisa (Engenharia Integrada) Henrique Rozenfeld e Daniel Amaral pelos ensinamentos e experiências compartilhadas, em especial agradeço a minha orientadora Prof^a Janaina Mascarenhas Hornos da Costa pela oportunidade, ensinamentos e dedicação durante esses anos de pesquisas e a todos os meus colegas de grupo (todos do NUMA) por toda ajuda, *insights* e conversas durante o período do mestrado.

Agradecimentos especiais ao pessoal do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) Solange Rezende, Ricardo Marcacini e Roberta Sinoara pela colaboração e cooperação durante a pesquisa. E a todas às pessoas com quem convivi e por todas a experiências vividas ao longo desses anos, com certeza todos fizeram muita diferença na minha formação acadêmica, pessoal e profissional.

Por fim, Agradeço a Deus pela oportunidade da vida, pelos ensinamentos diários que ela me proporciona e pela oportunidade de evolução.

Gratidão

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

SANTOS, T. B. **Identificação dos propósitos e benefícios do uso de protótipos para o envolvimento de usuários no desenvolvimento de produtos da saúde**. 2019. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

O envolvimento do usuário no processo de desenvolvimento do produto (PDP) é uma abordagem que visa que os produtos desenvolvidos atendam às necessidades dos usuários e que proporcionem maior segurança para os usuários. Por meio de protótipos a equipe de desenvolvimento e os usuários conseguem se comunicar de forma mais eficiente, facilitando a interação entre essas partes. Formas e técnicas de desenvolvimento de protótipos são fortemente discutidos na literatura, no entanto falta uma discussão profunda para auxiliar as empresas a utilizarem protótipos como forma de envolver o usuário. Os desafios e barreiras inerentes ao envolvimento do usuário também limitam o potencial do uso de protótipos, principalmente no desenvolvimento de produtos da saúde. O desenvolvimento desses produtos é particular por possuírem um maior número de usuários que interagem de diferentes maneiras com os produtos, terem uma exigência regulatória atrelada às questões de usabilidade e serem produtos que impactam na segurança e integridade de seus usuários. Assim, surge a seguinte questão de pesquisa: Quais são os propósitos e benefícios da utilização da prototipagem como meio de envolver o usuário no PDP do setor da saúde? O objetivo dessa pesquisa foi desenvolver uma referência para a equipe de desenvolvimento refletir e se apoiar para extrair todo o potencial do uso de protótipos na interação com usuários. Por meio de um estudo de múltiplos casos baseado em evidências, foram analisados 46 casos de projetos que utilizam o protótipo para o envolvimento do usuário. Como principais resultados foram identificados os propósitos recorrentes do uso de protótipos, os benefícios atingidos durante o envolvimento e os tipos de protótipos utilizados. Foi elaborado um framework para envolvimento do usuário utilizando protótipos. O framework, validado por meio de técnicas de mineração de textos, deve ser utilizado pela equipe de desenvolvimento para o planejamento do processo de envolvimento dos usuários. A rica descrição dos propósitos do uso de protótipos tem por objetivo assegurar que tanto os desenvolvedores de produtos experientes bem como os novatos possam atingir melhores resultados com o uso de protótipos.

Palavras-chave: Protótipo. Envolvimento do usuário. Prototipagem. Usabilidade. Processo de desenvolvimento de produto.

ABSTRACT

SANTOS, T. B. **Identification of the purposes and benefits of the use of prototypes for the involvement of users in the development of health products.** 2019. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

User involvement in the product development process (PDP) is an approach that aims to develop products that meet the needs of users and provide greater security for users. Through prototypes, the development team and users can communicate more efficiently, facilitating interaction between these parties. Forms and techniques of prototype development are strongly discussed in the literature, however a profound discussion is lacking to help companies to use prototypes as a way of involving the user. The challenges and barriers inherent in user involvement also limit the potential of using prototypes, particularly in the development of health products. The development of these products is particular because they have a greater number of users who interact in different ways with the products, have a regulatory requirement linked to usability issues and are products that impact on the safety and integrity of its users. Thus, the following research question arises: What are the purposes and benefits of using prototyping as a means of involving the user in the health sector PDP? The aim of this research was to develop a reference for the development team to reflect and to support to extract the full potential of the use of prototypes in the interaction with users. Through a multiple case study based on evidence, we analyzed 46 cases of projects that use the prototype for user involvement. As main results were identified the recurrent purposes of using prototypes, the benefits achieved during the involvement and the types of prototypes used. A framework for user engagement using prototypes was developed. The framework, validated through text mining techniques, should be used by the development team to plan the user engagement process. The rich description of the purposes of using prototypes is intended to ensure that both novice and experienced product developers can achieve better results with the use of prototypes.

Keywords: Prototype. User involvement. Prototyping. Usability. Product development process.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens dos protótipos de baixa e alta fidelidade.....	45
Quadro 2 - Quadro de contingência entre um termo e uma categoria	55
Quadro 3 - Importância do framework de envolvimento de usuários por meio de protótipos	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Strings e critérios de seleção de artigos da RBS.....	49
Tabela 2 - Processo de Codificação dos casos selecionados	50
Tabela 3 - Descrição dos casos selecionados	59
Tabela 4 - Natureza dos protótipos	61
Tabela 5 - Tipos de protótipo empregados nos casos selecionados	62
Tabela 6 - Natureza dos protótipos versus tipo do protótipo	66
Tabela 7 - Descrição dos tipos de propósitos	67
Tabela 8 - Descrição dos tipos de benefícios.....	68
Tabela 9 - Descrição dos tipos de recursos	68
Tabela 10 - Ocorrência dos códigos rotulados para os tipos de protótipos	69
Tabela 11 - Ocorrência dos subcódigos de propósito	70
Tabela 12 - Ocorrência dos subcódigos de benefícios.....	70
Tabela 13 - Ocorrência dos subcódigos de recursos	70
Tabela 14 - Co-ocorrência propósitos e tipos de protótipos	71
Tabela 15 - Co-ocorrência benefícios e tipos de protótipos.....	72
Tabela 16 - Co-ocorrência recursos e tipos de protótipos	73
Tabela 17 - Top 100 palavras mais relevantes.....	74
Tabela 18 - Relação dos subcódigos com letras para a nomenclatura do dendrograma.....	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo cíclico de prototipagem	39
Figura 2 - Dimensão dos protótipos horizontal e vertical.....	46
Figura 3 - Etapas e atividades da pesquisa	48
Figura 4 - Codificação aberta.....	51
Figura 5 - Codificação seletiva (refinamento dos códigos)	53
Figura 6 - Distribuição normal	57
Figura 7 - Diagrama - protótipo baixa fidelidade (protótipo inicial) do caso de Chiou et al., (2014)	63
Figura 8 - Protótipo baixa fidelidade (protótipo horizontal) do caso de Chiou et al. (2014) ...	63
Figura 9 - Protótipo de alta fidelidade (protótipo vertical) do caso de Schleyer et al. (2007).	64
Figura 10 - Protótipo final (alta fidelidade) do caso de Brisben; Lockerd; Lathan (2004)	65
Figura 11 - Dendrograma completo	77
Figura 12 - Dendrograma ampliado	77
Figura 13 - Representação da nomenclatura ferramentas.K_392.txt	78
Figura 14 - Representação da nomenclatura ferramentas.M_393.txt.....	78
Figura 15 - Conjunto de similaridade parte 2	79
Figura 16 - Framework de utilização de protótipos para o envolvimento do usuário	84

SUMÁRIO

1	Introdução	23
2	Revisão da Literatura.....	27
2.1	Processo de desenvolvimento de produtos (PDP)	27
2.2	Desenvolvimento de produtos da área da saúde	28
2.3	User-Centered Design (UCD)	33
2.4	Envolvimento do usuário com protótipo	36
2.5	Prototipagem	38
2.6	Tipos de protótipos	42
3	Metodologia.....	47
3.1	Fase: Entendimento do problema	47
3.2	Fase: Coleta e análise dos casos	48
3.3	Fase: Construção e Validação do Framework	53
4	Resultados	59
4.1	Descrição dos casos selecionados	59
4.2	Identificação dos grupos: propósitos, benefícios e recursos (códigos)	66
4.3	Ocorrência de códigos	68
4.4	Validação da codificação para o framework	73
4.5	Framework para envolver o usuário utilizando protótipos	82
4.6	Justificativa para utilizar o Framework	91
5	Conclusão	95
	Referências.....	101
	Apêndice 1 – Análise Bibliométrica	108

1 INTRODUÇÃO

Para gerenciar o desenvolvimento de produto é essencial que o time de desenvolvimento tenha interação com usuário e entenda suas necessidades, o contexto em que está inserido e o seu ponto de vista (ROZENFELD et al., 2006; ULRICH; EPPINGER, 2008).

As práticas de User-Centered Design (UCD) destacam a importância do usuário e buscam entender o seu contexto, levantar suas necessidades e promover que suas perspectivas sejam levadas em consideração nas decisões do projeto. Essas decisões podem ser desde a definição da própria proposta de valor, definição de requisitos, materiais, formas ou mesmo do modelo de negócio (GULLIKSEN et al., 2003; KUJALA, 2008).

A adoção dessas práticas visa a criação de um produto que atenda as expectativas do usuário, ou seja, que supra as necessidades das pessoas que irão utilizá-lo e seja eficaz e seguro. Para conseguir ser bem-sucedido nesse objetivo é essencial envolver o usuário no projeto para considerar os fatores humanos, como recursos e padrões de trabalho, as necessidades e estilos de vida dos usuários, os ambientes em que vão ser utilizados o produto e quando necessário a compreensão do sistema em que o produto irá fazer parte (MARTIN et al., 2012).

O envolvimento do usuário pode ser caracterizado como algo contínuo e informativo e o usuário pode ter um papel ativo ou passivo, de acordo com cada contingência dos projetos (KUJALA, 2008). É importante que o usuário tenha uma voz representante na equipe. No entanto, os desenvolvedores e usuários têm diferentes vocabulários, interesses e valores, o que torna a comunicação e a interação complicadas (GULLIKSEN et al., 2003; KUJALA, 2008).

Prova disso, é que na área da saúde, definida como foco desta pesquisa, Rinkus et al. (2005) afirma que atualmente existe um grande número de falhas em projetos de produtos. Muitas dessas falhas são devido à falta de entendimento e considerações sistemáticas dos fatores humanos nos requisitos dos produtos e suas especificações durante o processo de desenvolvimento de produtos (PDP).

Diversos autores enfatizam a importância de um envolvimento precoce do usuário no desenvolvimento de produtos do setor médico. No entanto, segundo Teixeira, Ferreira e Santos (2012) existem inúmeras barreiras para conduzir com sucesso o envolvimento do usuário e integrar os resultados desse envolvimento no desenvolvimento de produtos.

A barreira mais mencionada na literatura, e que de alguma maneira se desdobra nas demais, é a dificuldade de comunicação entre time de desenvolvimento e usuários

(TEIXEIRA; FERREIRA; SANTOS 2012). As diferentes partes envolvidas no projeto possuem diferentes formas de linguagens. Assim, muitos desses autores, escolhem as técnicas de prototipagem para vencer essas barreiras e proporcionar a participação do usuário durante o processo de desenvolvimento do produto.

O protótipo é considerado como uma ferramenta para compreender, analisar, compartilhar informações e decisões do projeto com todos os stakeholders, pois materializa o projeto e proporciona para os usuários quando envolvidos maior facilidade para compreensão (KUJALA, 2008). Dessa forma, o protótipo é o meio mais eficiente para a comunicação, pois traduz os requisitos de engenharia em uma linguagem que os usuários entendem (NEUBECK et al., 2016).

Existem diversos tipos de protótipos, os quais são: protótipos de baixa fidelidade, horizontais, verticais e de alta fidelidade, além disso diversas tecnologias são usadas nesses modelos representativos (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996). Esses diferentes tipos de protótipos promovem diferentes “representações”, portanto, se aplicados em conjunto no mesmo projeto podem se complementar e possibilitar a iteração e a evolução do projeto (DE LA HIDALGA; HARDISTY; JONES, 2016).

Apesar dos diferentes protótipos terem objetivos e resultados diferentes, quando utilizados de forma adequada, conjunta e iterativa proporcionam resultados que geram um valor comum para o desenvolvimento, que é uma boa comunicação e interação com o usuário (DE LA HIDALGA; HARDISTY; JONES, 2016).

Com isso, o protótipo se destaca como uma ferramenta importante para a comunicação entre desenvolvedores e usuários, pois se torna uma referência comum e concreta para que todos os envolvidos se entendam e interajam entre si, construindo novos conhecimentos (BANO; ZOWGHI, 2015; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996)

A comunicação através de protótipos facilita o entendimento, reduz os conflitos e integra as partes envolvidas no projeto (BANO; ZOWGHI, 2015; CHIOU et al., 2014). Isso potencializa a participação, a geração de feedback e conhecimento do usuário e proporciona um projeto com menos erros e incertezas.

Percebe-se que na literatura diversos autores mencionam os propósitos dos protótipos e listam e definem os tipos de protótipos possíveis de elaborar para se ter um feedback do usuário, como exemplo: Bogers e Horst (2014), Hall (2001), Nielsen (1994), Rudd, Stern e Isensee (1996), Virzi, Sokolov e Karis (1996) e etc. Contudo, não existe um consenso de como usar os diversos tipos de protótipos de maneira eficiente, de forma iterativa e evolutiva buscando envolver e interagir com o usuário, de maneira que possibilite entender as suas necessidades e perspectivas.

Dessa forma, esses indícios da literatura mostram que, possivelmente, não é extraído o máximo de valor que a aplicação de protótipo pode proporcionar para o envolvimento do usuário. Isto é confirmado em casos que as empresas não estabeleceram um processo de prototipação completo, ou seja, utilizando de maneira conjunta e interativa todos os tipos de protótipos. Portanto, pode-se compreender que o processo de prototipagem é bastante conhecido no âmbito de gerar e utilizar o protótipo para testar o produto, e pouco dominado em como utilizar o protótipo para envolver o usuário no desenvolvimento do produto.

Visando auxiliar as empresas do setor da saúde a utilizar de forma eficiente o protótipo como meio de envolver, interagir e obter um feedback de seus usuários, o presente estudo discute a seguinte pergunta de pesquisa: Como utilizar de forma eficiente a prototipagem como meio de envolver o usuário no processo de desenvolvimento de produto do setor da saúde?

Para isso, são propostos três objetivos de pesquisa: (I) levantar o estado da arte sobre o uso de protótipos no setor da saúde em projetos de UCD e explorar seus principais desafios; (II) identificar e explorar os tipos de protótipos e os propósitos do uso desses protótipos, e (III) propor um framework que ajude as empresas do setor de saúde a prototipar para envolver o usuário no PDP. Assim, a pesquisa busca identificar os propósitos de cada tipo de protótipo e integra-los em um processo comum que seja iterativo, evolutivo e que seja mais eficiente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *Processo de desenvolvimento de produtos (PDP)*

Lançar produtos de maneira eficiente, eficaz e melhorar os produtos já existentes no mercado fazem parte do propósito do processo de desenvolvimento de produto (PDP). O PDP se posiciona como uma interface entre a empresa e o mercado, tendo como missão identificar as necessidades e os problemas do mercado e propor soluções que resolvam esses problemas e atendam a essas necessidades (ROZENFELD et al., 2006; WHEELWRIGHT; CLARK, 1994).

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) é um processo de negócio fundamental para a competitividade das empresas. Esse processo, se bem estruturado, pode proporcionar a criação de produtos mais competitivos em um tempo menor, alinhado com as evoluções tecnológicas (ROZENFELD et al., 2006). O PDP é caracterizado pelo conjunto de fases e atividades para a concepção, design, produção e comercialização do produto (ULRICH; EPPINGER, 2008). Por meio do processo de desenvolvimento de produto bem definido a empresa é capaz de garantir a qualidade, coordenação, planejamento, gestão e melhoria do projeto do produto.

Para Wheelwright e Clark (1994) o PDP é composto por diversos ciclos de projetar-construir-testar, os quais buscam a solução de problemas. Para os autores um PDP eficiente para organização, requer capacidades de desenvolvimento existentes, de modo que o desenvolvimento acelerado de produtos possa se tornar uma fonte de vantagem competitiva. Dessa forma, esses ciclos projetar-construir-testar precisam ser bem gerenciados e alinhados entre si para que o desenvolvimento não desordene e cause prejuízos para a organização.

A qualidade do desenvolvimento é dada através de pontos de controle distribuídos ao longo do PDP, onde é possível conferir os resultados intermediários do projeto (COOPER, 2011). A coordenação é obtida por ações e atividades claras e bem estabelecidas no processo e papéis bem definidos, integrados e distribuídos para o time de desenvolvimento (ROZENFELD et al., 2006). O planejamento é caracterizado nos marcos correspondente a conclusão de cada fase, os quais indicam o cronograma do projeto. A gestão decorre da referência do PDP para avaliar o esforço do desenvolvimento, comparar com processos reais estabelecidos e identificar possíveis áreas com problemas. E por fim, a melhoria acontece com revisões das documentações e do próprio PDP, tendo a análise dos resultados como um possível fator para identificar oportunidades de melhorias (ULRICH; EPPINGER, 2008).

Empresas com o PDP organizado e coerente, isto é, elaborado de acordo com as necessidades do mercado e objetivos da organização, terão como resultado o produto bem desenvolvido e bem aceito no mercado (ROZENFELD et al., 2006). A organização e a coerência do processo, torna-o visível, simples e fácil de entender e de comunicar, resultando em valores agregados para o produto e, conseqüentemente, propicia diferenciais competitivos para a empresa (COOPER, 2011).

O PDP também é considerado um sistema de processamento de informações, o qual acontece fundamentado em algumas informações como: objetivos da empresa, oportunidades estratégicas, tecnologias disponíveis, plataforma de produtos e sistema de produção. Essas informações irão se unir as alternativas de conceitos de produtos para refinar as possibilidades e aumentar as especificações do produto, assim, torna-os confiáveis e replicáveis para a produção e em sequência lança-los no mercado com sucesso (ULRICH; EPPINGER, 2008).

Logo, a comunicação se faz um elemento importante para o desenvolvimento de produtos, o que é necessário para capturar detalhes importantes e evitar erros caros que aumentem os riscos do projeto. A comunicação possibilita a compreensão, organização e integra os envolvidos no projeto de desenvolvimento de produto em busca da resolução do problema que o PDP se propôs a entregar (WHEELWRIGHT; CLARK, 1994).

Outros fatores importantes a considerar e que circundam o ambiente de inovação em produtos são: incerteza e baixa previsibilidade (ROZENFELD et al., 2006). O processo de desenvolvimento de produto atua também como um sistema de gestão de risco, que contribui para a identificação, priorização e redução de diversos riscos e eliminação das incertezas (ROZENFELD et al., 2006; ULRICH; EPPINGER, 2008).

Apesar desses conceitos gerais valerem para a maioria das indústrias, existem particularidades para cada setor. Como exemplo, particularmente, no setor da saúde existem diversos usuários como: médicos, cuidadores e pacientes (HAN; SHIN; CHOW, 2016). A seção seguinte tratará do desenvolvimento de produtos focado para as particularidades do setor da saúde.

2.2 Desenvolvimento de produtos da área da saúde

A indústria médica obteve um grande crescimento mundial nos últimos anos. Enquanto o cenário de incertezas afetava algumas indústrias, significantes investimentos foram e serão feitos no setor, como é o caso da Irlanda que investiu 294 milhões de euros

em tecnologia médica e a China que planeja investir U\$124 milhões em estrutura básica para saúde (¹MULQUEEN, 2008 *apud* MORELI et al., 2010).

Particularmente, a indústria médica brasileira ganhou destaque no cenário mundial. A constante expansão do mercado brasileiro colocou o país como o segundo maior produtor de equipamentos médicos entre os países em desenvolvimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ARTIGOS E EQUIPAMENTOS MÉDICOS, ODONTOLÓGICOS, HOSPITALARES E DE LABORATÓRIO - ABIMO, 2014)

Com o crescimento, o setor se beneficiou de uma grande estabilidade financeira. As empresas passaram a integrar grandes iniciativas de criação de trabalho e inovação, posto que o setor de equipamentos para saúde é um grande propulsor do desenvolvimento tecnológico e inovação, pois é uma área multidisciplinar de conhecimento (A SYSTEM..., 2000). Isso impulsionou melhorias consideráveis no setor, conseqüentemente, o processo de desenvolvimento de produtos passou a ter um maior destaque (PANESCU, 2009; PIETZSCH et al., 2009).

O gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos da área da saúde também ganhou atenção de pesquisas acadêmicas. Pesquisadores e gerentes buscam desenvolver produtos com rapidez, que atenda as expectativas dos usuários e com o menor números de erros possíveis (MARTIN, 2010; PIETZSCH et al., 2009). Modelos de processos específicos para o desenvolvimento dos produtos médicos são encontrados na literatura, como os de Aitchison et al. (2009), Panescu (2009) e Pietzsch et al. (2009).

De maneira similar aos modelos de processos de desenvolvimento de produtos clássicos, como os de Cooper (2011), Rozenfeld et al. (2006) e Ulrich e Eppinger (2008), os modelos específicos para a área médica também dividem o processo em fases ou estágios. O modelo apresentado por Shah, Robinson e Alshawi (2009) contém os seguintes estágios: estágio de conceito (geração de ideia e desenvolvimento do conceito), estágio de design (redesign do equipamento e desenvolvimento do protótipo), estágio de testes (estágio de testes com protótipos) estágio de produção (produção do produto) e estágio de implantação (uso do produto no mercado e informação dos usuários no pós-implantação). Esse modelo de Shah, Robinson e Alshawi (2009) caracteriza bem as diferentes fases do desenvolvimento, tendo cada uma delas seus objetivos individuais.

No modelo proposto por Pietzsch et al. (2009), o desenvolvimento é dividido em 5 fases, cujos objetivos são:

- Pré desenvolvimento (fase I). Visa compreender o mercado, identificar necessidades clínicas, efetuar as pré-análises de marketing, financeiras

¹ MULQUEEN, E. Ireland leads the way. **The Sunday Business Post**, p. 1-14, dec. 2008.

e regulatórias. A entrega dessa fase é um plano de negócio do produto a ser desenvolvido. A avaliação ao final da fase verifica a oportunidade de mercado.

- Desenvolvimento (fase II). Visa estreitar as necessidades com as estratégias da empresa, efetuar considerações regulatórias e viabilidade do mercado para criar o conceito do produto e elaborar protótipos. A entrega é o conceito do produto. A avaliação verifica a análise de viabilidade e sustentabilidade da proposição de valor do produto.
- Desenvolvimento (fase III). Visa verificar e validar a tecnologia para garantir que o novo produto irá atender as necessidades dos usuários e requisitos desenvolvidos. Fatores humanos e exigências reguladoras são considerações importantes nesses testes de validação. A entrega é o design final do produto.
- Desenvolvimento (fase IV). Visa verificar e validar o produto final, aprovação pela agência regulamentadora e preparação e lançamento de vendas. A entrega é o produto final. As avaliações exigem o produto conforme as necessidades e requisitos do usuário, de acordo com as exigências regulamentadoras e o plano de vendas.
- Pós desenvolvimento (fase V). Visa o lançamento do produto final e o acompanhamento do pós-venda. A entrega é informações sobre os resultados da performance do produto no mercado e se é necessário efetuar melhorias. A avaliação verifica a necessidade de mudança ou descontinuação do produto.

Esses dois modelos de PDP possuem 5 aspectos que os caracterizam: (1) processos iterativos (2) avaliações e testes contínuos, (3) elaboração antecipada de protótipos, (4) atenção à regulatória e (5) envolvimento do usuário. É importante salientar que o (4) atenção a regulatória possui maior destaque na área médica, devido ao setor possuir agências regulamentadoras que, obrigatoriamente, devem aprovar os produtos para ser comercializados.

O processo iterativo é definido como pequenos ciclos de desenvolvimento com avaliações que tornam o produto mais refinado (AHMED, 2006). Como exemplo no processo de desenvolvimento de Pietzsch et al. (2009) cada uma das fases possui atividades e entregas bem definidas com validações e testes, assim, a equipe de forma iterativa refina as atividades até que o produto atinja as entregas com a condição satisfatória. Com cada iteração satisfeita o processo é incrementado com mais detalhes da fase posterior (PIETZSCH et al., 2009).

A iteratividade no desenvolvimento de produtos, propicia a identificação de problemas e a incrementação de melhorias necessárias durante o desenvolvimento, o que resulta em uma evolução do produto até o produto final (DEVOGE et al., 2009; FRASER;

ARMAREGO; YOGESAN, 2005). Portanto, a iteração possibilita o gerenciamento dos riscos de falta de usabilidade (PIETZSCH et al., 2009).

Com o objetivo de inovar e gerenciar o produto da ideia ao lançamento no mercado, Alexander e Clarkson, (2002) indica as avaliações como fator chave. A avaliação é realizada para garantir que os requisitos estejam adequados com a estratégia do projeto, isso permite a identificação dos fatores que contribuirão para um dispositivo bem-sucedido (MARTIN, 2010; MARTIN et al., 2012; PANESCU, 2009).

Vários aspectos podem ser avaliados durante o desenvolvimento de produto para garantir que o produto tenha sucesso no mercado. Alexander e Clarkson, (2002) destaca alguns: estética, usabilidade, funcionalidade, problemas, limitações entre outros. Dessa forma, as avaliações garantem ao processo de desenvolvimento um produto refinado e bem direcionado desde o início do desenvolvimento.

Os modelos médicos recomendam a elaboração de protótipos desde o início do processo de desenvolvimento. Pietzsch et al. (2009) sugere realizar um protótipo já na segunda fase do processo, na qual é realizada a definição do conceito do produto. Aitchison et al. (2009) recomenda o desenvolvimento de esboço simples de ideia e modelos de design auxiliados por computador, que são modelos representativos (protótipos), na fase de design conceitual, além de prototipagem rápida em uma fase mais avançada (verificação de design) como forma de avaliação.

A utilização de protótipos no início do desenvolvimento, para Aitchison et al. (2009) e Wheelwright e Clark (1994), tem por objetivo apoiar a geração de ideias, comunicação e integração entre os envolvidos no projeto e a avaliação de conceito do produto. Pietzsch et al. (2009) prescreve o mesmo objetivo, no entanto, acrescenta que o protótipo apoia a ideia advinda do usuário e destaca a importância do protótipo, por ser uma referência para o processo iterativo, pois possibilita idealizar e analisar ideias e conceitos.

Outro fator importante a se considerar no processo de desenvolvimento de produtos médicos é a exigência regulatória. Normas regulatórias devem ser cumpridas e aprovadas para que os produtos possam ser aprovados pelas agências regulamentadoras, e consequentemente, poderem ser comercializados (PANESCU, 2009). Portanto, requisitos normativos devem ser desenvolvidos e analisados dentro do processo de desenvolvimento de produtos médicos (AITCHISON et al., 2009; PIETZSCH et al., 2009).

As normas são executadas, geralmente, em avaliações e testes antes do produto ser colocado no mercado, no final do PDP (MARTIN, 2010). O processo de certificação dos equipamentos cria barreiras para a realização de melhorias nos produtos, uma vez que

exige um alto investimento financeiro da empresa para submeter novamente o projeto para a certificação (BOGERS; HORST, 2014; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

É recomendável o envolvimento do usuário no desenvolvimento de produtos médico, assim como Cooper (2011) propõe para produtos em geral. Para Cooper (2011) o envolvimento do cliente é uma atividade estratégica e que deve ser contínua ao longo de todo processo. Isso permite que o produto atenda às necessidades dos clientes e também aumente a velocidade do desenvolvimento em direção a uma proposta de valor corretamente definida. Para Pietzsch et al. (2009), a integração do usuário é um elemento que pode aumentar a eficácia e a usabilidade do produto. Além disso, pode se tornar um grande incentivo para a inovação de produtos a favor do usuário.

Outros aspectos que a gestão do processo de desenvolvimento de produtos médicos deve levar em consideração, decorrem das próprias especificidades dos produtos dessa área. Uma delas é a necessidade dos produtos terem um nível de usabilidade mínimo para não colocarem a saúde de pacientes e dos próprios usuários em risco. Segundo a pesquisa de Rezende, Bernardes e Mello (2015), cerca de 25% dos erros médicos que acontecem em cirurgias, são ocasionados por algum equipamento ou tecnologia, assim, erros por conta de aparelhos médicos, frequentemente, resultam em ferimentos e até mesmo em mortes.

A falta de usabilidade é uma das causas de fracasso de projetos da área médica. Isso é destacado por Markiewicz, Van Til e Ijzerman (2014), que relatam a existência de diversos fatores que levam o desenvolvimento de um produto médico a falhar, e um fator importante é a avaliação tardia da usabilidade (MARKIEWICZ; VAN TIL; IJZERMAN, 2014; VREDENBURG et al., 2002). Desta forma, garantir que a avaliação da usabilidade aconteça antecipadamente é importante (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996; VALLEJO-TORRES et al., 2008).

O objetivo das avaliações de usabilidade no início do desenvolvimento é a redução das falhas de uso e o aumento da eficiência dos recursos limitados. Desse modo, o objetivo acontece através da priorização dos requisitos com mais facilidade de uso e mais prováveis de sucesso de acordo com as necessidades dos usuários (MARKIEWICZ; VAN TIL; IJZERMAN, 2014). Além disso, o processo iterativo com avaliações ao longo do desenvolvimento é extremamente importante no desenvolvimento de produto com usabilidade, em razão de garantir o refinamento e direcionamento do projeto (IJZERMAN; STEUTEN, 2011; MARKIEWICZ; VAN TIL; IJZERMAN, 2014; VALLEJO-TORRES et al., 2008).

Outra particularidade é que no setor da saúde os produtos, geralmente, possuem uma grande variedade de tipos de usuários. Por exemplo: pacientes, médicos, cuidadores, enfermeiros, entre outros (GUERLAIN; HUGINE; WANG, 2010; MARTIN et al., 2012). No geral, as empresas do setor médico, não buscam envolver todos os usuários no desenvolvimento. Na literatura autores como Dykes et al. (2014), Fraser, Armarego e Yogesan (2005) e Teixeira et al. (2017) evidenciam a importância de envolver o usuário ao longo de todo o processo de desenvolvimento, no entanto, cada usuário possui diferentes visões, valores e necessidades (GUERLAIN; HUGINE; WANG, 2010; HAN; SHIN; CHOW, 2016).

Cada tipo de usuário deve ser envolvido em momentos (estágios) diferentes do desenvolvimento, de acordo com atividade que ele realizará (MICHELINI, 2018). Por exemplo médicos e enfermeiros terão mais habilidades com funções clínicas, enquanto os pacientes terão mais habilidade em tratar sobre o conforto, portanto, é ideal o médico sugerir e avaliar as funções clínicas e os pacientes o conforto (SHAH; ROBINSON; ALSHAWI, 2009).

Para o envolvimento do usuário acontecer, os métodos de usabilidade se pautam na teoria de *User-Centered Design (UCD)*. Gulliksen et al. (2003) destaca a importância do UCD como um processo focado na usabilidade ao longo de todo o desenvolvimento. Dessa forma, na seção seguinte será apresentado uma revisão sobre UCD.

2.3 User-Centered Design (UCD)

O UCD é uma metodologia de desenvolvimento de produto que visa analisar as necessidades, limitações e preferências dos usuários finais, para projetar um sistema com requisitos desejados por eles (KILSDONK et al., 2013). Portanto, possui o princípio de que o usuário é o foco do processo de desenvolvimento de produto.

A metodologia UCD é definida como um conjunto de métodos que buscam envolver os usuários em todas as fases do desenvolvimento. Isto favorece a concepção de produtos baseados em informações relativas aos problemas, necessidades, interesses e capacidades dos potenciais utilizadores (SLEGERS; DONOSO, 2012; TEIXEIRA et al., 2017).

Projetos com UCD podem resultar em processos de desenvolvimento de produtos bem-sucedidos. A incorporação do UCD no projeto de desenvolvimento aumenta a probabilidade do crescimento da produtividade e da eficiência e da diminuição do tempo de desenvolvimento, dos custos de suporte e treinamento e dos erros (RINKUS et al., 2005). Aumenta-se as chances do produto ser mais fácil de utilizar e de aprender, o que ajuda a

melhorar a satisfação do usuário e adoção do produto no mercado (GULLIKSEN et al., 2003).

Geralmente projetos que adotam a metodologia UCD possuem como objetivo a usabilidade de seus produtos. Abras, Maloney-Krichmar e Preece (2004) e Ahmed (2006) destacam que o reconhecimento do usuário e suas necessidades ajudam a focar na usabilidade do projeto, portanto, o envolvimento do usuário no processo de desenvolvimento é essencial para alcançar um produto com soluções que irão ajudar os usuários a atingir seus objetivos em um contexto específico de uso (KUJALA, 2008).

Existem diversos métodos de UCD que possibilitam focar no usuário e captar suas informações, no entanto, é preciso saber qual utilizar (GARDAN, 2015). Campese et al., (2015) propôs 3 categorias dos métodos de UCD: identificação do usuário; identificação das necessidades do usuário; e validação do conceito com o usuário.

A categoria de identificação de usuário é onde acontece o reconhecimento de todos os stakeholders do projeto. A identificação dos requisitos do usuário é a categoria que propõe o entendimento das necessidades dos usuários para que se tornem requisitos dos usuários e consequentemente requisitos do produto. E a última categoria, a validação do conceito com o usuário é responsável por avaliar se o conceito do produto atende as necessidades dos usuários (CAMPESE et al., 2015).

Segue abaixo sugestões de métodos feitos por Campese et al. (2015) para cada uma das categorias

- Identificação de usuários: análise de stakeholders, análise de tarefa e persona;
- Identificação dos requisitos do usuário: carding sorting, cenário, coaching, concept map, contextual inquire, shandowing, storyboard, user stories;
- Validação do conceito com o usuário: cognitive walkthrough, avaliação assistida, teste de usabilidade, avaliação heurística, prototipagem, role Playing

Para esta pesquisa podemos destacar a importância das categorias identificação dos requisitos do usuário e validação do conceito do usuário. Em ambas as categorias Campese et al. (2015) propõe métodos de representações, como exemplo na identificação dos requisitos do usuário storyboard e concept map são meios de concretizar um conceito ou uma ideia através de mapas visuais. Já na validação do conceito, é proposto a prototipagem para que o usuário interaja com o produto e valide a ideia. Isto posto, confirma a importância de uma representação do produto como interação entre desenvolvedor e usuário ao longo do desenvolvimento do produto.

O desenvolvimento de produtos apoiado no UCD recomenda que adote alguns princípios como: (a) conhecimento sobre as necessidades, capacidades, atitudes e características dos usuários, (b) participação dos usuários, (c) redesenho dos protótipos sempre que necessário, (d) iterações e (e) equipes de projetos multidisciplinares (TEIXEIRA et al., 2017). Esses princípios possibilitam o melhor entendimento e captação de informações dos usuários.

Na metodologia UCD as necessidades, requisitos e prioridades são atualizados em cada ciclo iterativo com base na resposta do usuário (BRISBEN; LOCKERD; LATHAN, 2004). Os passos para desenvolver um produto com a metodologia UCD, segundo Han, Shin e Chow (2016), passa por: definir o envolvimento do usuário, entrevistar e observar os usuários, identificar requisitos de projeto para atingir as necessidades, desenvolver protótipos, testar e refinar com os usuários. Assim, é possível desenvolver um produto em conformidade com as necessidades de seus usuários.

Kilsdonk et al. (2013) também propõe as seguintes etapas para o desenvolvimento com o processo de UCD:

- 1 Avaliação das necessidades dos usuários e especificação do contexto de uso;
- 2 Especificação dos requisitos e necessidades dos usuários;
- 3 Projeto do protótipo; e
- 4 Avaliação do protótipo.

Considerando as etapas do UCD proposta por Kilsdonk et al. (2013), Teixeira et al. (2017) destaca a importância das etapas de identificação de necessidades e especificação de requisitos, pois são elas as responsáveis por iniciar a melhoria no sistema e influenciam todas as outras atividades, assim, precisam ser bem definidas.

Não menos importante, e como consequência das etapas de identificação das necessidades dos usuários e especificação dos requisitos de Kilsdonk et al. (2013); Martin-Hammond, Abegaz, Gilbert (2015) e Kilsdonk et al. (2013) mencionam que um dos métodos fundamentais do UCD são os testes de usabilidade, isto porque é o principal objetivo da metodologia. Estes testes, são feitos para analisar se a tecnologia é de fácil utilização, isto é avaliar se os usuários finais conseguem realizar suas tarefas no sistema de forma eficaz e eficiente e consequentemente se tornam satisfeitos.

Alguns problemas experimentados na aplicação do UCD envolvem questões como organização, competência, papéis, processo de desenvolvimento e comunicação. Um problema que se destaca é a comunicação entre desenvolvedores e usuários. Esses problemas geram questões como: como/por que/quando/onde falar com os usuários? (GULLIKSEN et al., 2003).

O protótipo pode ser uma ferramenta importante para a metodologia UCD, em decorrência do desafio de comunicação, melhor eficiência na identificação das necessidades dos usuários, especificação dos requisitos e avaliação de usabilidade. Através dele, é possível estreitar a lacuna entre desenvolvedores e usuários, manifestando soluções práticas. Dessa forma, permite considera-las e testa-las, bem como gerar comunicação entre as partes (GENGNAGEL; NAGY; STARK, 2015).

Além disso, o protótipo pode ser evolutivo, começando com um protótipo inicial que ajude a definir e validar as necessidades dos usuários, seguindo para um protótipo mais refinado que possibilite a validar os requisitos e assim evoluir até chegar ao produto final. Esse processo como um todo é um grande facilitador para a melhoria da usabilidade do produto (BRISBEN; LOCKERD; LATHAN, 2004; DE LA HIDALGA; HARDISTY; JONES, 2016).

2.4 *Envolvimento do usuário com protótipo*

Envolver os usuários no processo de desenvolvimento de produtos é capaz de resultar em produtos com melhor usabilidade. Visto que, é essencial desenvolver um produto baseado nas circunstâncias do usuário, que serão elementos chaves para construir um produto com soluções que irão ajudar os usuários a atingir seus objetivos em um contexto específico de uso (GULLIKSEN et al., 2003; KUJALA, 2008).

Para Zhang e Dong (2016) existem 4 diferentes formas de envolver o usuário. A primeira é quando os designers representam os usuários, tendo a premissa de que os designers sabem o que é melhor para todo mundo e, conseqüentemente, são os únicos usuários envolvidos no desenvolvimento. A segunda, os designers consultam os usuários, assim estes participam de forma passiva, apenas sendo provedores de informações. A terceira os usuários participam ativamente do desenvolvimento compartilhando conhecimentos, habilidades e experiências. E a quarta forma, a premissa é “faça você mesmo”, assim os usuários se tornam os designers e desenvolvem produtos para o próprio uso.

O envolvimento do usuário pode resultar em diversas vantagens como: geração de ideias, identificação de problemas, acesso aos requisitos e as expectativas reais dos usuários, redução de custo, melhoria do design, usabilidade e segurança do produto (SHAH; ROBINSON; ALSHAWI, 2009). Portanto, envolver o usuário no início do desenvolvimento e manter o envolvimento ao longo dele, traz uma visão sobre os recursos e atributos preferidos pelo usuário e suas limitações, o que permitirá uma maior compreensão de quais fatores podem melhorar a usabilidade do produto (KUJALA, 2008; TEIXEIRA et al., 2017).

O conhecimento do contexto e a identificação dos problemas, necessidades e dificuldades advindas dos usuários são válidos, pois ajudam adequar o projeto de acordo com a expectativa do usuário (FRASER; ARMAREGO; YOGESAN, 2005; RINKUS et al., 2005). Para isso, é importante dispor de uma organização para o envolvimento do usuário resultar em bons resultados (KUJALA, 2008).

O envolvimento do usuário no projeto de desenvolvimento de produto, geralmente, é mais organizado e eficiente com a utilização de protótipos, pelo motivo dos protótipos serem representações concretas que facilitam o entendimento de todos os envolvidos no projeto (NIELSEN, 1994). A abstração é algo que dificulta a comunicação e o entendimento entre desenvolvedores e usuários, o que pode inviabilizar o envolvimento do usuário (WHEELWRIGHT; CLARK, 1994).

O protótipo é uma ferramenta que pode auxiliar no envolvimento dos usuários e ser uma orientação para a identificação dos fatores que podem melhorar a usabilidade do produto. Isso acontece, já que o protótipo pode ser uma referência para todo o desenvolvimento, uma vez que ele pode representar e relacionar problemas e soluções (FONDA et al., 2010; SLEGERS; DONOSO, 2012). Com isso, facilita a visualização por parte dos desenvolvedores e usuários e impulsiona a criação de novas ideias e a geração de *feedbacks* (URDIALES et al., 2013; WHEELWRIGHT; CLARK, 1994).

Utilizando o protótipo nas fases iniciais do desenvolvimento, os desenvolvedores conseguem antecipar o ponto de vista do usuário e os fatores que atrapalham o ajuste do projeto (GUERLAIN; HUGINE; WANG, 2010). Ademais, o protótipo é um meio de comunicação bastante eficiente, já que ele transforma informações e conceitos do produto de abstrato para concreto e isso torna-se um ponto comum para todos os envolvidos no desenvolvimento e facilita o repasse e o entendimento de informações (WILKIE, 2014).

Os protótipos possibilitam também o envolvimento de diversos usuários. Com a característica de ser uma representação concreta o protótipo possibilita o entendimento e a participação de todos os usuários, assim é possível identificar o ponto de vista de cada um e valorizar as diferentes necessidades (GUERLAIN; HUGINE; WANG, 2010; WILKIE, 2014).

Nesse cenário, os usuários têm o papel de oferecer sugestões, que frequentemente os desenvolvedores não, necessariamente, tinham pensado e também podem ser grandes influenciadores na definição de requisitos (RUDD; ISENSEE, 1991). Assim, o projeto é direcionado para atender as expectativas dos usuários (FRASER; ARMAREGO; YOGESAN, 2005).

Os diferentes tipos de usuário criam desafios para proporcionar um envolvimento efetivo. Como exemplo, escolher o tipo (fidelidade) adequado do protótipo para garantir a

eficiência do envolvimento. A escolha de determinado tipo de protótipo coloca restrições na seleção de cenário de tarefas, no ambiente social e físico e no usuário (SAUER; FRANKE; RUETTINGER, 2008).

O envolvimento do usuário por meio do protótipo adequado, possibilita que os usuários atuem também como criadores de ideias e avaliadores do conceito do projeto e dos padrões de usabilidades, ocasionando, conseqüentemente, o refinamento do projeto (MIAO et al., 2016). Dessa forma, os usuários podem ser empregados nos processos de prototipagem como atores ativos “criadores” ou como passivos sendo apenas avaliadores do sistema (WILKIE, 2014).

Isso destaca a relevância, que não basta envolver qualquer usuário no desenvolvimento e de qualquer jeito, é preciso envolver o usuário alvo corretamente, assim ele trará contribuições relevantes ao processo e permitirá uma maior compreensão de quais fatores podem melhorar o desenvolvimento e usabilidade do produto (TEIXEIRA et al., 2017).

2.5 Prototipagem

A prototipagem é um processo progressivo e iterativo, que segue o processo cíclico de construir, testar e refinar, e busca criar a representação do produto. O uso dessa representação, frequentemente, possibilita envolver o usuário, para detectar suas necessidades (NEUBECK et al., 2016; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

A prototipagem desempenha o papel de modelar e apoiar as alternativas de projeto ao longo do ciclo do desenvolvimento de produto (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996). Dessa forma, Bogers e Horst (2014) relatam que a prototipagem é um processo iterativo de tentativa e erro e aprendizado, constituída em quatro etapas, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Processo cíclico de prototipagem

Fonte: Adaptado de Bogers e Horst (2014).

As iterações são fundamentais para o time de desenvolvimento aprender cada vez mais sobre os problemas, alternativas e soluções. Isso ajuda a convergir para especificações detalhadas do produto e atingir um projeto final adequado para o contexto de atuação (WHEELWRIGHT; CLARK, 1994). Por exemplo, o primeiro ciclo de iteração gera informações e aprendizados e será a base para os demais ciclos acontecerem em direção a solução, isto é, um produto que atenda aos requisitos dos usuários (WHEELWRIGHT; CLARK, 1994).

A criação de protótipo é sugerida por Peleg et al. (2009), como um processo colaborativo. Isso indica como sendo um processo estabelecido pelo envolvimento de várias partes interessadas e que buscam alcançar a especificação ideal para o produto. O protótipo possibilita a comunicação e a colaboração entre níveis hierárquicos e gera e integra conhecimentos que servem como inovação. Isto posto, a criação de protótipos proporciona o entendimento do contexto por todos os envolvidos e incentiva-os a gerar ideias e propor melhorias (BOGERS; HORST, 2014).

O objetivo do processo de prototipagem para projetos que buscam a usabilidade é possibilitar a interação entre os stakeholders, avaliar e validar o projeto conforme a expectativa do usuário por meio da visualização concreta do produto final (NEUBECK et al., 2016; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996). O Protótipo é o produto do processo de prototipagem, a representação do produto final, a materialização de uma ideia, isto é, ele pode representar funcionalidades e características do produto final.

Dentro do processo de desenvolvimento de produto, o protótipo desempenha o papel de um ponto focal, o qual contribui para a resolução de conflitos e problemas, testes e comunicação. O protótipo também proporciona a especificação do projeto, destaca os problemas não resolvidos e captura feedbacks das escolhas e decisões tomadas

(WHEELWRIGHT; CLARK, 1994). Logo, auxilia os stakeholders a expressar ideias de produto, entender o contexto em que o produto irá atuar e comunicar entre si, o que possibilita definição de soluções adequadas para as necessidades dos usuários (BRENNAN; DOWNS; CASPER, 2010).

Como exemplo, com a criação de uma representação física do produto, o time de marketing pode estudar a necessidades e reações do usuário, os engenheiros podem identificar situações críticas das funcionalidades e a produção pode estabelecer as opções ou até mesmo a viabilidade de produzir o produto (WHEELWRIGHT; CLARK, 1994).

Isso tudo possibilita a coordenação e ajustes no projeto de cada área envolvida, além de propiciar o aprendizado dos desenvolvedores e a identificação e criação de novas oportunidades (RUDD; ISENSEE, 1991). Dito isso, os testes com protótipo precisam ser flexíveis e dinâmicos para fazer mudanças com base no feedback dos envolvidos (MARTIN-HAMMOND; ABEGAZ; GILBERT, 2015; RUDD; ISENSEE, 1991).

A comunicação é um fator chave para o sucesso do desenvolvimento de produto (PDP), e o protótipo se caracteriza como uma ferramenta importante para esta função (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996; WHEELWRIGHT; CLARK, 1994). A utilização de protótipo transmite com mais perfeição e clareza a ideia de como o produto irá funcionar para os envolvidos no projeto. Isso facilita o entendimento, que assegura tomadas de decisões mais rápida e assertivas e uma orientação precisa do projeto, por meio dos feedbacks e informações proporcionado, principalmente, pelo usuário (CHIOU et al., 2014; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

A prototipagem também ajuda no gerenciamento de requisitos através da avaliação pelos usuários (BRENNAN; DOWNS; CASPER, 2010). Esse suporte do protótipo propicia o aperfeiçoamento da definição de especificações do produto, que pode resultar no melhor desempenho, redução de erros e viabiliza aprendizagens mais rápidas sobre o produto (RINKUS et al., 2005).

O processo de prototipagem auxilia na abordagem dos problemas, limitações e evidencia as soluções que atendem os usuários proporcionando e validando funcionalidades viáveis para o produto (GIGUERE et al., 2012). Dessa forma, a funcionalidade de um produto desenvolvida conforme as necessidades do usuário, principalmente no setor médico, proporcionam aos usuários melhores qualidades no tratamento (BRENNAN; DOWNS; CASPER, 2010).

As tomadas de decisões assertivas e rápidas e a redução de tempo e custo são desfrutadas quando o projeto é direcionado pelo protótipo (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996). A representação do produto também ajuda a descobrir e focar nas áreas do projeto

mais relevantes para a motivação do usuário em usar o produto, logo, proporcionam uma melhor experiência para o usuário (CHIOU et al., 2014).

A experiência do usuário também pode ser avaliada através dos protótipos. Assim, o usuário interage com o protótipo para realizar com êxito uma tarefa e os desenvolvedores avaliam a satisfação do usuário em operá-lo (CUTTING et al., 2016). A avaliação da experiência do usuário geralmente é focada na combinação de usabilidade (eficiência, eficácia e satisfação) com bom design (características desejadas, boas funcionalidades, soluções bem definidas) (CUTTING et al., 2016; FERRISE; GRAZIOSI; BORDEGONI, 2017).

O processo de prototipagem deve, então, ser reconhecido como um processo de gerenciamento e não apenas um processo que se preocupa com a técnica e a tática do desenvolvimento. Através dele as empresas podem determinar a velocidade e o desempenho do processo de desenvolvimento de produto e fazer com que o produto seja desenvolvido de forma mais eficiente (WHEELWRIGHT; CLARK, 1994).

O desenvolvimento e, conseqüentemente, a interação com os protótipos podem resultar em novas ideias, já que permite a identificação de novos requisitos e funcionalidades, a realização de teste das soluções e a identificação de problemas (GENGNAGEL; NAGY; STARK, 2015). Essas descobertas acontecem por meio da análise de feedbacks dos usuários (e da própria equipe), referentes ao design ou/e funcionalidades que convêm a suas necessidades. Diante disso, ao processo de prototipagem torna-se algo valioso para a eficiência do processo de desenvolvimento de produto (SLEGERS; DONOSO, 2012).

No processo de desenvolvimento de produto, a prototipagem pode contribuir com a evolução do produto a partir da ideia até o produto final, o que, frequentemente, proporciona um produto com usabilidade (SLEGERS; DONOSO, 2012). No entanto, a usabilidade pode ser mais difícil de alcançar sem a representação do produto, pois a comunicação e o entendimento do desenvolvimento se tornam complicados. Portanto, a prototipagem é considerada um processo importante nas iniciativas de inovação empresarial (BOGERS; HORST, 2014; MARTIN et al., 2012).

A importância dos protótipos é destacada por Bogers e Horst (2014) e Neubeck et al., (2016) como meio de envolver o usuário, uma vez que sua aplicação possibilita a criação de uma referência comum para o projeto e refina a comunicação entre desenvolvedores e usuários, melhorando a compreensão do contexto dos usuários finais e do valor a ser entregue pelo produto. A interação entre desenvolvedores e usuários é um ponto chave para facilitar a análise do objetivo do projeto e a compreensão dos requisitos. Isso resulta em um

estreitamento do gap entre as concepções do produto e as necessidades reais dos usuários (PELEG et al., 2009).

Existem diversos tipos de protótipos que podem simular o produto, no entanto, alguns problemas podem surgir ao usa-los, tais como: falta de funções e fidelidade da simulação, alto custo e tempo, tipo de informação que irá retirar da aplicação e que tipo de usuário envolver (KANAI; HIGUCHI; KIKUTA, 2009; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

2.6 Tipos de protótipos

Na literatura são descritos diversos tipos de protótipos. Cada qual, proporciona diferentes benefícios para o processo de desenvolvimento de produtos médicos, assim, os diferentes tipos de protótipos devem ser analisados e cada um deve ser usado em determinada fase do desenvolvimento (KANAI; HIGUCHI; KIKUTA, 2009; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

O objetivo de criar protótipos não é apenas para que ele direcione atingir as necessidades corretas dos usuários, mas também que esse desenvolvimento seja eficiente, com baixo custo e tempo. Portanto, cada tipo de protótipo deve ser realizado em determinada fase do desenvolvimento de acordo com a finalidade da fase e do protótipo e o tempo e o custo de desenvolvimento (NIELSEN, 1994; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

Os tipos de protótipos são definidos através da fidelidade de um protótipo. O fator determinante para se julgar a fidelidade é o nível de representação que o protótipo fornece da aparência e da interação do produto, assim, se torna mais importante o que a pessoa percebe do que a semelhança com a aplicação real (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

Não se deve iniciar um desenvolvimento de produto com esforços e recursos em alta escala. No início dos projetos de desenvolvimento de produtos devem acontecer avaliações através de representação do produto de forma rápida e barata, pois nessa fase o projeto pode ser modificado até atingir a compreensão do design da interface do usuário (NIELSEN, 1994).

Como mencionado, os protótipos podem evoluir de maneira iterativa, considerando os problemas de usabilidade e oportunidades de melhorias identificadas nas experiências demonstradas pelos usuários na interação com o protótipo (AHMED, 2006). Nessa evolução diferentes tipos protótipos podem ser desenvolvidos, tendo diferentes objetivos. Os diferentes tipos de protótipos são: baixa fidelidade, protótipo horizontal, protótipo vertical e alta fidelidade (KANAI; HIGUCHI; KIKUTA, 2009; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

Os protótipos de baixa fidelidades são caracterizadas pela sua simplicidade, podendo ser representados com um simples desenho, e buscam representar o fluxo geral

do produto (AHMED, 2006). Chiou et al. (2014) definem os protótipos de baixa fidelidade como esboços “rudes”, produtos incompletos, inacabado que possuem o objetivo de incentivar os usuários a fornecer feedbacks de melhorias. Esses protótipos também proporcionam uma resposta rápida com relação as mudanças, incorporando rapidamente ideias e sugestões, pois são feitos com materiais de baixa complexidade e que possibilitam essa facilidade (CHIOU et al., 2014; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

A concepção dos protótipos de baixa fidelidade possui a finalidade de gerar alternativas de designs e layouts, descrever conceitos, ao invés de modelar a interação do usuário com o produto (SLEGERS; DONOSO, 2012). Deste modo, eles são criados rapidamente e possuem algumas limitações como: funcionalidades, esforços de interação. Estes protótipos proporcionam visões gerais e não detalhadas, auxiliam na comunicação, na educação e na informação e não no treinamento e nos testes (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

A utilização dos protótipos de baixa fidelidade é apropriada no momento em que a equipe precisa identificar as necessidades dos usuários e do mercado (FERRISE; GRAZIOSI; BORDEGONI, 2017; MARTIN et al., 2012). Os protótipos de baixa fidelidade geralmente colaboram para gerar ideias de forma rápida e econômica de como o produto irá atuar. Assim, esses protótipos contribuem nas fases de ideias e idealização da interface do usuário e na captação de requisitos (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

Os protótipos de baixa fidelidade são, regularmente, utilizados no início do desenvolvimento e necessitam de pouco investimento para serem criados. Nas interações com protótipos de baixa fidelidade, os usuários são dependentes de um facilitador para responderem aos comandos. Isso porque a interatividade do protótipo com o usuário é restrita. Apesar das limitações esses protótipos, geralmente, garantem a visualização de uso da interface, assegurando um direcionamento para o projeto (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

Os benefícios de uso de protótipos de baixa fidelidade são a rápida disponibilidade e baixo custo de desenvolvimento (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996). Outra vantagem é a necessidade de um esforço físico menor para alterar as configurações de um protótipo de baixa fidelidade do que em sistemas mais evoluídos. No entanto, existe uma preocupação que esses protótipos possuem utilidades limitadas para o reconhecimento de problemas de usabilidade, pois podem causar reações e comportamentos diferentes dos que o produto real proporcionaria (SAUER; FRANKE; RUETTINGER, 2008).

Dessa forma, A prototipagem de baixa fidelidade não propicia eficiência nos benefícios quando aplicada em qualquer momento do desenvolvimento. Após os requisitos

do produto terem sido decididos e as funcionalidades desenvolvidas o protótipo de baixa fidelidade pode não ser a melhor opção, pois esse tipo de protótipo é muito vago e incompleto para proporcionar aos desenvolvedores a direção que eles precisam para desenvolver o produto (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

Geralmente, os protótipos de baixa fidelidade fornecem orientações ao projeto com visões sobre o contexto de uso e problemas de usabilidade para gerar requisitos para a concepção de um sistema mais avançado, isto é, protótipos mais detalhados (KILSDONK et al., 2013).

Protótipos mais evoluídos, quer dizer, de fidelidades mais evoluídas, são mais eficazes em demonstrar que uma interface com o usuário funcionará. Protótipos com fidelidade mais alta fornecem uma percepção mais exata da abordagem do projeto. Isso permite uma compreensão da viabilidade e demonstra uma evolução maior do projeto criando uma maior confiabilidade (RUDD; ISENSEE, 1991).

O protótipo de alta fidelidade, é uma representação mais refinada, eles são produzidos com ferramentas diferenciadas, geralmente possibilitam uma alta iteratividade do usuário com o sistema e reproduzem as funcionalidades completas do produto final (AHMED, 2006; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

A prototipagem de alta fidelidade é utilizada para criar especificações funcionais e operacionais do produto. Além disso, o uso de protótipos de alta fidelidade tem como finalidade a demonstração de como o produto final irá atuar e para testar problemas da interface do usuário (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

Como o protótipo de alta fidelidade possui funcionalidades completas, possibilita uma avaliação completa do produto pelo usuário e o feedback dele é rapidamente incorporado no sistema (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996). Isso permite, melhorar consideravelmente os tempos de respostas de desempenho os índices de satisfação o tempo de aprendizagem dos usuários, a experiência dos usuários e a diminuição das taxas de erros. Essas ponderações para se obter um desempenho superior, consideram a inclusão dos princípios dos fatores humanos e projeto centrado no usuário (STAGGERS; KOBUS, 2000).

Os usuários manuseiam os protótipos de alta fidelidade como se fossem o eventual produto e isso possibilita explorações e testes mais interativos. Além disso, o protótipo de alta fidelidade chega tão próximo do que será o produto final, que pode funcionar como uma ferramenta de marketing incentivando os usuários a comprar e muitas vezes são até vendidos como produto final (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

O protótipo de alta fidelidade possui, no entanto, algumas desvantagens. Como são protótipos muito próximo do produto final utilizam materiais, senão os mesmos, próximos aos do produto final e são criados como os produtos finais. Dessa forma, são protótipos mais caros e mais demorados para desenvolver (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

Ademais, são protótipos que propiciam uma maior dificuldade de mudança pela estrutura desenvolvida e o investimento feito. Isso posto são protótipos ineficientes para prova de conceito e coleta de requisitos (RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

Segundo Martin et al., (2012) a prototipagem de alta fidelidade quando é realizada sem o envolvimento adequado do seu usuário, pode gerar algumas dificuldades. O protótipo em construção pode possuir vários “erros” que podem influenciar negativamente a percepção do usuário e causar dificuldades do mesmo sugerir ideias ou constrange-lo de expressar não conformidades, trazendo prejuízos aos testes. Dessa forma, o ideal é que testes sejam realizados previamente em protótipos menos evoluídos para identificar erros básicos.

No Quadro 1 são apresentadas as principais vantagens e desvantagens dos protótipos de alta e baixa fidelidade conforme pontuado por Rudd, Stern e Isensee (1996).

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens dos protótipos de baixa e alta fidelidade

	Baixa fidelidade	Alta Fidelidade
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo custo de desenvolvimento - Avalia vários conceitos de projetos - Dispositivo de comunicação útil - Direciona problemas de layout - Útil para identificar as necessidades de mercado 	<ul style="list-style-type: none"> - Funcionalidade completa - Totalmente interativo - Direcionado pelo usuário - Define claramente o esquema de utilização - Uso para exploração e teste - Permite o usuário olhar e sentir o produto final - Rico em especificações - Ferramenta de marketing e vendas
	Baixa fidelidade	Alta Fidelidade
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação de erros limitada - Pobre especificação dos detalhes - Precisa de um 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento mais caro - Demorado para criar - Ineficiente para projetos de prova de conceito

	direcionamento de um facilitador - Utilidade limitada após os requisitos estabelecidos - Utilidade limitada para testes de usabilidade	- Não é eficaz para coleta de requisitos
--	--	--

Fonte: Rudd, Stern e Isensee (1996).

Os protótipos horizontal e vertical são protótipos intermediários. Eles não são classificados na literatura como tipo de fidelidade e possuem o escopo limitado como ilustrado na Figura 2, são criados segundo Rudd, Stern e Isensee (1996) quando o tempo é o principal fator, assim pode ser criado rapidamente e auxiliar nas decisões específicas de design de produto.

O protótipo horizontal contém todas as características e funcionalidades em relação ao produto final, mas não contém os detalhes em níveis profundos desses elementos. Como exemplo no protótipo horizontal o usuário pode usar a interface, no entanto, não recebe os resultados das funcionalidades. Portanto o nível de interação é moderado (NIELSEN, 1994; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996).

Já o protótipo vertical é um protótipo mais interativo e de alta fidelidade, no entanto, de apenas um subconjunto da função do produto, ou seja, é uma representação de apenas uma funcionalidade do produto, mas em sua totalidade (NIELSEN, 1994; RUDD; STERN; ISENSEE, 1996). Segue a figura 2 com a dimensão dos protótipos horizontal e vertical.

Figura 2 - Dimensão dos protótipos horizontal e vertical

Fonte: Adaptado de Nielsen (1994).

3 METODOLOGIA

O objetivo principal dessa pesquisa é investigar quais são os propósitos de uso de diferentes tipos de protótipos em projetos de produtos centrados no usuário da área médica. Como objetivos específicos têm-se: (I) mapear os tipos de protótipos que são utilizados em atividades de interação com usuários; (II) investigar os propósitos do uso desses protótipos em projetos da área médica; e (III) propor um framework que auxilie as empresas do setor de saúde a utilizar protótipos no envolvimento do usuário com mais eficiência.

A pesquisa foi realizada em três etapas conforme ilustra a *Figura 3*: Entendimento do problema de pesquisa; Coleta e análise de evidências (casos); e Construção do framework. A seguir detalhadas

3.1 Fase: *Entendimento do problema*

A fase inicial foi necessária para promover o reconhecimento e o entendimento geral de prototipagem, em particular para sua aplicação no setor da saúde. Foi realizada uma revisão de literatura inicial para a execução do estudo, que auxiliou na definição do problema, objetivo e metodologia da pesquisa. Como resultado dessa fase inicial, ficou evidenciado o elevado número de publicações que relatavam casos de utilização de protótipos durante o desenvolvimento de produtos médicos. Portanto, o uso da abordagem metodológica baseada em evidências Tranfield, Denyer e Smart (2003) foi empregada nesta pesquisa. Vale ressaltar que essa metodologia é amplamente utilizada em várias disciplinas, especialmente na área médica. Tranfield, Denyer e Smart (2003), salienta que o emprego dessa abordagem em pesquisas sócio-técnicas deve ser rigoroso o suficiente para eliminar o subjetivo e viés dos pesquisadores. Portanto, após a fase de codificação qualitativa dos casos, foram empregadas técnicas de mineração de textos para garantir a robustez da pesquisa.

Figura 3 - Etapas e atividades da pesquisa

Fonte: Produzido pelo Autor.

3.2 Fase: Coleta e análise dos casos

Em seguida foi realizada a etapa de Coleta e análise dos casos. Essa etapa foi realizada empregando o procedimento de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) baseada na proposta de Conforto, Amaral e Silva (2011). O objetivo definido da RBS foi “identificar os propósitos de uso dos protótipos com foco no envolvimento do usuário, em particular na área médica”. Como resultados consequentes da RBS, foi possível (1) levantar o estado da arte teórico e prático sobre o uso de protótipos no setor da saúde durante a realização de projetos de UCD e (2) explorar seus principais desafios. Foram estudados os conceitos: UCD, usabilidade, prototipagem, definição de protótipo, definição da equipe que interage com o protótipo, a definição do papel do protótipo para o envolvimento do usuário e para a usabilidade no setor de produtos médicos.

Seguindo a metodologia de Conforto, Amaral e Silva (2011), a RBS foi dividida em 3 passos, sendo eles: **entrada, processamento e saída**. No primeiro passo, denominado como **entrada**, definiu-se as fontes primárias, *strings* de busca (cadeia de palavras-chave) e

critérios de inclusão de artigos. Foi definido como fontes primárias os artigos lidos na primeira fase de revisão de literatura, os quais auxiliaram a definição dos termos das *strings* de busca, a saber: UCD, *User Centered Design*, *User Centred Design* e *Prototype*. O termo *usability* não foi incluído nas *strings* de busca, pois a metodologia UCD incorpora, de modo geral, a usabilidade.

Vale ressaltar que a RBS foi realizada em duas bases de dados SCOPUS e WEB OF SCIENCE em momentos diferentes da pesquisa. Além disso, a **tabela 1** **Erro! Fonte de referência não encontrada.** reporta as strings de busca, os critérios de seleção e os resultados obtidos em termos numéricos.

Tabela 1 - Strings e critérios de seleção de artigos da RBS

Base de dados	Scopus	Web of Science
Período da busca	Outubro/2016	Janeiro/2018
String de busca	(TITLE-ABS-KEY (ucd) OR TITLE-ABS KEY (user AND centered AND design) OR TITLE-ABS KEY (user AND centred AND design)) AND TITLE-ABS KEY (prototype) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j"))	TS= (("user centred design" or "user centered design") and ("protot*" OR "mockup") and ("medical" or "health"))
Resultado	339 artigos	147 artigos
Critério de seleção #1	Língua inglesa e estar relacionado com a área da saúde	Língua inglesa e estar relacionado com a área da saúde
Resultado	54 artigos	22 artigos
Critério de seleção #2	Casos de aplicação de protótipo	Casos de aplicação de protótipo
Resultado	26 artigos	20 artigos

Fonte: Produzido pelo Autor.

No segundo passo da RBS, denominado **processamento**, executou-se a *string* de busca e obteve-se o resultado de 339 artigos na Scopus e 147 artigos na Web of Science. Essa pesquisa foi realizada no período de outubro 2016 na base de dados Scopus e janeiro de 2018 na Web of Science. Seguidamente, foram lidos todos os resumos dos artigos e aplicados dois critérios de inclusão de artigos: (1) os artigos deveriam ser de língua inglesa estar relacionados com a área da saúde, e (2) apresentar um caso de utilização de protótipo. Isso resultou na seleção de 54 artigos na Scopus e 22 artigos na Web of Science para o primeiro critério e 26 artigos na Scopus e 20 artigos na Web of Science para o segundo critério.

No passo final, denominado **saída**, foi realizado a análise bibliométrica (Apêndice 1). Por meio do software VantagePoint foram coletados, tratados e analisados os dados para entender o cenário atual da literatura em relação aos temas da pesquisa, com particularidades na área da saúde. Primeiramente, os dados (publicações, instituições, autores, palavras-chave) dos 46 artigos selecionados (26 da Scopus e 20 da Web of Science) foram coletados e tratados; em seguida, os dados gerados foram analisados, e por fim, criou-se ilustrações de redes de relacionamentos dos dados que proporcionaram visualizações dos resultados.

Vale ressaltar que foi durante as atividades de codificação que o critério (2) apresentar um caso de utilização de protótipo (ver tabela 1) foi aplicado. As atividades de codificação tiveram como objetivo analisar os artigos selecionados na RBS (54 artigos da Scopus e 22 da Web of Science), com proposta de identificar e explorar os tipos de protótipos e os propósitos do uso desses protótipos. Para isso, foi selecionado o método de codificação de Glaser contido em Stol, Ralph e Fitzgerald (2016) para construir rótulos (códigos) para tipos e propósitos de protótipos e para outros conceitos importantes identificados nos artigos. É importante destacar que o processo de codificação se deu através de duas etapas de codificação e aconteceu conforme a tabela 2. Para a codificação aberta foi realizada a atividade 1ª e 2ª Iteração, e para a codificação seletiva a 3ª e 4ª Iteração. Todo o processo de codificação foi realizado utilizando o software MAXQDA.

Tabela 2 - Processo de Codificação dos casos selecionados

Fase	Atividade	Grupos	Segundo nível	Segmentos codificados	# artigos codificados
<i>Codificação aberta</i>	1 iteração: Codificação aberta	Grupo 2 Protótipos	4	57	37 artigos
		Grupo 3 Propósitos	11	211	
	2 iteração: Agrupamento dos códigos	Grupo 1 Recursos	2	20	54 artigos
		Grupo 2 Protótipos	6	110	
		Grupo 3 Propósitos	4	139	
		Grupo 4 Benefícios	5	53	
<i>Codificação seletiva</i>	3 iteração: Refinamento inicial dos códigos	Grupo 1 Recursos	2	20	26 artigos
		Grupo 2 Protótipos	4	119	
		Grupo 3 Propósitos	4	96	
		Grupo 4 Benefícios	3	44	
	4 iteração: Refinamento final dos códigos	Grupo 1 Recursos	2	31	46 artigos
		Grupo 2 Protótipos	4	201	
		Grupo 3 Propósitos	4	181	
		Grupo 4 Benefícios	3	98	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A realização da codificação utilizando duas etapas é importante, pois a primeira etapa identifica vários pontos da teoria (codificação aberta) e a segunda etapa de codificação tem por objetivo refinar os dados da primeira codificação para garantir uma maior robustez dos resultados da pesquisa (codificação seletiva).

A primeira codificação é denominada como codificação aberta, pois considera várias circunstâncias abordadas no conteúdo das pesquisas (STOL; RALPH; FITZGERALD, 2016). Nessa fase, a pesquisa está em um processo de exploração, buscando a maturidade do conhecimento e focada em encontrar as melhores definições e códigos que representam o objetivo da pesquisa.

Na primeira atividade – 1ª iteração, a codificação aberta resultou em 15 códigos de segundo nível, como exemplo gerar comunicação e protótipo de baixa fidelidade, agrupados em apenas 2 grupos: Propósitos e tipos de protótipos. Nessa fase, apenas 37 artigos da base de dados Scopus foram lidos. Na codificação aberta foram geradas as categorias, conforme *figura 4*, dos conceitos e casos de prototipagem na área médica.

Figura 4 - Codificação aberta

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para a 2ª iteração, foram integrados os outros artigos, totalizando os 54 artigos da base de dados Scopus. Como resultado da leitura e análise desses artigos foi realizado o agrupamento dos códigos acrescentando mais dois grupos, totalizando 4: Propósitos, Protótipos, benefícios e Recursos e 17 códigos de segundo nível.

Com as 1ª e 2ª iterações, foram obtidos códigos que continham uma estreita relação com os tipos de protótipos e os seus propósitos, e que, portanto, estavam mais ligados com o objetivo da pesquisa. Assim, definiu-se aprofundar no entendimento desses códigos, por meio dos artigos que relatavam casos detalhados de aplicação de protótipos. Nesse momento, o critério 2 (ver tabela 1) estabelecido na RBS foi aplicado.

Na 3ª iteração, foram selecionados apenas 26 artigos (ver tabela 2), e como consequência os códigos foram refinados buscando melhorar a alocação dos códigos do segundo nível dos grupos. Os artigos foram relidos e os códigos da codificação inicial foram comparados com os novos códigos.

Por fim, na 4ª iteração foram incluídos os 22 artigos selecionados na busca da Web of Science. Dois artigos foram excluídos por não apresentar detalhes da aplicação de protótipos. Ao total foram analisados 46 artigos, que apresentavam casos de uso de protótipos com detalhe da sua aplicação. Novamente os códigos foram refinados e melhorados os códigos do segundo nível dos grupos.

Essas atividades 3 e 4 iterações, proporcionaram o refinamento dos códigos (Figura 5). Os códigos produzidos na codificação seletiva (refinamento dos códigos) foram analisados e foi estabelecido uma relação conceitual entre eles de acordo com as aplicações estudadas nos artigos.

Figura 5 - Codificação seletiva (refinamento dos códigos)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

3.3 Fase: Construção e Validação do Framework

Após o processo de codificação, foram realizadas sessões de análise e questionamentos dos resultados obtidos na codificação para a proposição do framework com os propósitos de cada protótipo. O principal objetivo dessa fase foi gerar um framework que fornecesse valores significativos para o envolvimento do usuário no desenvolvimento de produtos médicos e proporcione usabilidade ao produto. Dessa forma, entendeu-se que os códigos eram interdependentes e suas relações dentro do Framework foram entendidas e respondidas pelo próprio conteúdo da literatura e pelo conhecimento dos pesquisadores que participaram da atividade de análise. Assim, obteve-se como resultado o framework proposto nesse trabalho.

Para validação teórica do framework foi verificado se a organização realizada pelo pesquisador possui coerência com as propriedades estatísticas da coleção de documentos. Nesse caso, as propriedades estatísticas são avaliadas por critérios de similaridade entre textos, como similaridades de cosseno (MARCACINI; REZENDE, 2010).

Nessa pesquisa utilizou-se a Mineração de Textos que pode ser vista como um conjunto de técnicas utilizadas para descobrir conhecimento em coleções de textos (REZENDE, 2003). O processo de Mineração de Textos possui 3 etapas: pré-

processamento, extração de padrões e pós-processamento (MARCACINI; REZENDE, 2010).

O pré-processamento tem o objetivo de manter um conjunto de termos significativos e organiza-los de forma a ser manipulada por algoritmos para a extração de padrões. A extração de padrões possui o objetivo de identificar a similaridade entre os documentos por meio do algoritmo e por fim, o pós-processamento visa analisar e validar os resultados.

Utilizou-se a técnica de *clustering* (agrupamentos de dados) para a extração de padrões. Portanto, na organização de coleções de textos prévia, aplicou-se algoritmos de agrupamento de textos e o resultado deu origem a uma árvore binária denominada dendrograma, que representa o agrupamento e a similaridade entre os termos, isto é, quanto menor a altura dos nós entre os termos mais semelhante é o cluster (MARCACINI; REZENDE, 2010).

A organização prévia dos textos ocorreu por meio da criação de rótulos (códigos) em segmentos de textos que tiveram interpretação similares pelo pesquisador. Com base no conjunto de segmentos rotulados, o problema pode ser modelado por meio de uma estratégia de otimização matemática, conforme definido na Equação 1. O objetivo é maximizar $F(\theta)$, ou seja, identificar um conjunto de parâmetros θ que permita identificar uma coesão $c\theta(.)$ máxima entre segmentos e rótulos. Os parâmetros θ são termos relevantes para o contexto do problema, ou seja, um conjunto de termos que discriminam corretamente cada segmento em sua categoria Y .

$$F(\theta) = \sum_{i=1}^n \sum_{y \in Y} c_{\theta}(\hat{S}_i, y) \quad (1)$$

A coesão entre segmentos de textos e rótulos é dada pela similaridade entre os termos de um segmento e os termos relevantes da categoria. Computar essa similaridade pode ser feita por meio da correlação de cosseno, que considera cada segmento como um vetor de termos e cada categoria como um vetor soma de todos os segmentos rotulados nesta categoria. O vetor soma que representa uma categoria $y \in Y = \{P, B, R, F\}$ é definido pela Equação 2, que basicamente realiza uma soma dos vetores dos segmentos da categoria y . Uma vez obtido o vetor soma de cada categoria, então a função de coesão via similaridade cosseno entre um segmento e uma categoria é dada pela Equação 3, em que $S_i \cdot \bar{Y}$ é o produto vetorial entre o vetor do segmento e o vetor soma da categoria, e os termos $\|S_i\|$ e $\|\bar{Y}\|$ são as normas dos vetores, respectivamente. Quanto mais similar (coerente) é um segmento e uma categoria, mais próximo de 1 é a correlação de cosseno. Caso contrário, a correlação de cosseno se aproxima do valor 0.

$$\tilde{Y} = \sum_{i=1}^n Si \forall (Si, Y) \in S \quad (2)$$

$$C_{\theta}(Si, Y) = \cos(Si, \tilde{Y}) = \frac{Si \cdot \tilde{Y}}{\|Si\| \|\tilde{Y}\|} \quad (3)$$

Uma vez modelado o problema, sua resolução é dada pela etapa de seleção de termos relevantes, ou seja, identificar um conjunto θ de termos que definem os parâmetros de $F(\theta)$. A seleção de termos é realizada por duas estratégias: (1) remoção e radicalização; e (2) ranking discriminativo. Para a remoção e radicalização, a metodologia aqui proposta explora as seguintes técnicas:

- Remoção de stopwords: envolve o descarte de termos considerados abaixo valor discriminativo de categoria, como artigos, preposições e pronomes.
- Radicalização: envolve o agrupamento de um conjunto de termos para um único radical. Por exemplo, os termos “prototipar”, “protótipo” e “prototipagem” são apresentados apenas pelo radical “prototip”. Assim, o termo radical armazena o significado semântico e reduz variações.

Já na estratégia baseada em ranking discriminativo, o objetivo é identificar os *top-q* termos de cada categoria, com base na capacidade de um termo em associar um segmento e sua categoria. A metodologia aqui proposta explora o uso de um critério denominado X^2 (qui-quadrado) para testar a importância de um termo em recuperar segmentos de uma mesma categoria. Para o cálculo desse critério, inicialmente é necessário contabilizar as estatísticas tp (true positive), fp (false positive), fn (false negative) e tn (true negative), conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2 - Quadro de contingência entre um termo e uma categoria

Termo (t)	Categoria (y)	
	Relevante	Não relevante
Relevante	tp	fp
Não relevante	fn	tn

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Uma descrição dessas estatísticas é dada a seguir:

- (tp): número de segmentos recuperadas que contém o termo t e que estão rotulados na categoria y;
- (fn): número de segmentos rotulados como y mas que não contém o termo t;
- (fp): número de segmentos que contém o termo t e que não estão rotulados na categoria y; e

- (tn): número de segmentos que não são do rótulo y e que também não contém o termo t.

Com base nessas estatísticas, a medida X^2 é definida pela Equação 4. Na prática, tal medida pode ser interpretada como o quanto um termo t presente num segmento s é significativo para associar um rótulo $y \in Y$.

$$\begin{aligned}
 X^2 = & z \left(tp, (tp + fp) \left(\frac{(tp + fn)}{(tp + fp + fn + tn)} \right) \right) + \\
 & z \left(fn, (fn + tn) \left(\frac{(tp + fn)}{(tp + fp + fn + tn)} \right) \right) + \\
 & z \left(fp, (tp + fp) \left(\frac{(fp + tn)}{(tp + fp + fn + tn)} \right) \right) + \\
 & z \left(tn, (fn + tn) \left(\frac{(fp + tn)}{(tp + fp + fn + tn)} \right) \right)
 \end{aligned} \tag{4}$$

$$\text{onde } z(a, b) = \frac{(a - b)^2}{b}$$

A medida X^2 permite criar um ranking de termos para cada categoria. Assim, são selecionados os top-q termos para o uso do conhecimento extraído e então é finalizado a construção dos parâmetros θ . No entanto, é importante validar a qualidade processo de rotulação e seleção de termos, que é o objetivo da etapa avaliação por significância estatística.

A avaliação por significância estatística tem como finalidade verificar o quão relevante são os termos selecionados para os parâmetros θ . Assim, na metodologia proposta é utilizado um processo conhecido como Simulação de Monte Carlo (SMC) (HALKIDI; BATISTAKIS; VAZIRGIANNIS, 2002). Nesta simulação, são gerados milhares de conjuntos de parâmetros θ com base em seleção aleatória de termos, ou seja, $R = \{\theta r1, \theta r2, \dots, \theta ru\}$. A função $F(\theta r)$ é aplicada para cada possível $\theta r \in R$, obtendo-se um histograma que aproxima uma distribuição de referência para a função $F(\cdot)$. A ideia geral é que o valor $F(\theta)$ obtido com os parâmetros θ da solução real seja significativamente maior que os valores $F(\cdot)$ obtidos pela SMC. Para ilustrar, na Figura 6 é apresentado um exemplo de histograma. Note que os parâmetros θ são considerados significativos de $F(\theta)$ é maior que 99.9% das simulações obtidas com $F(\theta r)$, com $\theta r \in R$ (HALKIDI; BATISTAKIS; VAZIRGIANNIS, 2002).

Figura 6 - Distribuição normal

Fonte: adaptado do item 6.2-Distribuição normal do Portal Action (2019).

4 RESULTADOS

O principal resultado obtido nessa pesquisa é o framework - direcionador para que as empresas que procuram envolver o usuário por meio de protótipo obtenham mais benefícios e eficiência. No entanto, para atingi-lo foram necessários resultados intermediários, a saber:

- *Seleção e análise dos casos* – Descrição de como os casos da literatura utilizaram protótipos. Esses casos que fundamentaram a construção do *framework*
- *Identificação dos propósitos, benefícios e recursos* – Baseado nos casos da literatura, são os propósitos, benefícios e recursos dos protótipos para envolvimento do usuário, que irão compor o *framework*.
- *Ocorrência de códigos*: Códigos mais relevantes (propósitos, benefícios e recursos) e o relacionamento deles com os tipos de protótipos
- *Validação da codificação para o framework* – Análise se a organização dos códigos realizada pelo pesquisador foi aleatória ou respeitou as propriedades estatísticas, demonstrando a relevância do Framework.

4.1 Descrição dos casos selecionados

Foram selecionados e profundamente analisados 46 artigos que relatam o uso de protótipos em casos de projetos da área médica. Os casos abrangem o desenvolvimento de produto realizados por empresas bem como por grupos de pesquisas que criaram um ou mais protótipos e os utilizaram como meio de comunicação para a interação com seus usuários. A tabela 3 apresenta uma breve descrição dos produtos dos casos selecionados.

Tabela 3 - Descrição dos casos selecionados

#	Referencia	Produto	Foco
1	Atkinson et al. (2007)	Site de informações para câncer de mama em mulheres	Software
2	Atkinson et al. (2009)	Website para auxiliar mulheres com baixa renda e que vivem no campo a ter uma vida mais saudável, com alimentações corretas, dicas de práticas de exercícios e dicas para cozinhar.	Software
3	Biediger-Friedman et al. (2016)	App que auxilia a boa alimentação e atividade física de mães com baixa renda	Software
4	Brox, Konstantinidis e Evertsen. (2017)	Exergames (vídeo game) para idosos com objetivo de incentivá-los a exercitar	Hardware
5	Boehmer et al. (2016)	Sistema para gerar conhecimentos sobre os pacientes com múltiplas condições crônicas, para que os clínicos possam indicar um tratamento adequado e individualizado.	Software
6	Brennan, Downs e Casper (2010)	Sistema para registro de informações de pacientes	Software
7	Brisben, Lockerd e Lathan (2004)	Cosmo Bot (robô para terapia com crianças)	Hardware
(Continua)			

#	Referencia	Produto	Foco
8	Cai et al. (2017)	App para gerenciamento de artrite reumatoide em jovens	Software
9	Chiou et al. (2014)	App de gerenciamento e controle de tratamento com remédios	Software
10	Cutting et al. (2016)	Painel de sequenciação de múltiplos genes	Software
11	Devoge et al. (2009)	Software para administração de informações na passagem da responsabilidade de um paciente no momento da troca de médicos	Software
12	Dykes et al. (2014)	Sistema de informação da saúde	Software
13	Fonda et al. (2010)	Software para o gerenciamento de diabete	Software
14	Fraser, Armarego e Yogesan (2005)	Software para auxiliar na detecção de problemas na retina (glaucoma)	Software
15	Steele Gray et al. (2016)	App para ajudar a melhorar os cuidados de saúde primários para pacientes com doenças e incapacidades crônicas complexas (CCDDs).	Software
16	Guerlain, Hugine e Wang (2010)	Dispositivo de injeção	Hardware
17	Giguere et al. (2012)	Sistema de tomada de decisão compartilhada entre paciente e médico	Software
18	Han, Shin e Chow (2016)	Colete para pessoas com deficiência efetuar exercícios na água (hidroterapia)	Hardware
19	Harjumaa et al. (2014)	Sistema para administração de ingestão de remédio para idosos	Software
20	Harte et al. (2017)	App para auxiliar no gerenciamento dos riscos de quedas de idosos	Software
21	Holzinger (2004)	Sistema para pessoas com deficiências visuais e motoras preencher questionários de dados clínicos	Software
22	Huang e Chiu (2016)	Sistema de informação para pessoas com problemas na visão.	Software
23	Kallen, Yang e Haas (2012)	Sistema para cuidados paliativos para pacientes	Software
24	Kilsdonk et al. (2013)	Sistema de apoio à decisão clínica	Software
25	Martin et al. (2012)	Dispositivo de imagem para o setor médico	Hardware
26	Martin-Hammond, Abegaz e Gilbert (2015)	Sistema para auxiliar a tomada de remédios que não necessitam de receita médica	Software
27	Miao et al. (2016)	Produtos em geral (para testes de usabilidade com pessoas cegas)	Software e Hardware
28	Staggers e Kobus (2000)	Sistemas computacionais para enfermeiros	Software
29	Nelson et al. (2016)	Software especializado para suportar o intercâmbio de informações de saúde dentro do fluxo de trabalho normal dos Centros de Envenenamentos	Software
30	Neubeck et al. (2016)	Sistema de registro de saúde eletrônico para pessoas com problemas cardiovascular	Software
31	Nota et al. (2017)	Sistema para auxílios para decisão do paciente	Software
32	Nowlan (1994)	Programa que gerencia informações uteis para médicos, enfermeiros e outros profissionais da saúde cuidar de pacientes	Software
33	Peerdeman (2011)	Próteses de antebraço mioelétricas	Hardware
34	Peleg et al. (2009)	Sistema de suporte para assistência de diabéticos com problemas no pé	Software
35	Plaisance et al. (2016)	Programa para auxilio de decisão para a ressuscitação cardiopulmonar	Software
36	Robinson et al. (2009)	Tecnologia assistiva para promover a independência de pessoas com demência	Software

(Continua)

(Conclusão)

#	Referencia	Produto	Foco
37	Schleyer et al. (2007)	Sistema 3d para dentista	Software
38	Slagle et al. (2010)	Programa de registro pessoal de saúde para apoiar crianças com necessidades especiais de saúde na segurança e na qualidade do uso de medicamento	Software
39	Smaradottir et al. (2016)	Sistema de telemedicina para monitoramento remoto de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica após a alta hospitalar.	Software
40	Sutcliffe et al. (2010)	Ferramentas de visualização para apoiar a tomada de decisões sobre saúde pública sobre dados epidemiológicos.	Software
41	Teixeira, Ferreira e Santos (2012)	Sistema de informação baseado na web (WbIS) para gerenciar a informação clínica no cuidado da hemofilia,	Software
42	Teixeira et al. (2016)	Software para gerenciamento de ingestão de medicamento para pessoas idosas	Software
43	Thursky; Mahemoff (2007)	Sistema de apoio à decisão para antibióticos	Software
44	Torres et al. (2015)	Ferramenta de comunicação para melhorar a instrução entre indivíduos sub representados para as pesquisas de câncer	Software
45	Wilkie (2014)	Sistema para avisos de saúde pública sobre obesidade	Software
46	Xiao et al. (2013)	Simulador de cirurgia	Hardware

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A natureza dos protótipos/produtos construídos nos casos é apresentada na tabela 4. Como pode ser observado, 38 casos (83%) são de software, 7 casos (15%) de hardware e apenas 1 caso (2%) relata o desenvolvimento conjunto de ambas as naturezas, software e hardware. Isso levanta duas hipóteses: (1) que a utilização de protótipos como meio de interação com os usuários é muito maior em software e (2) que a utilização no desenvolvimento de produtos físicos ainda é pequena.

Tabela 4 - Natureza dos protótipos

Natureza do protótipo/ produto	Scopus	WoS	# casos	%
Software	20	18	38	83%
Hardware	5	2	7	15%
Software e Hardware	1	--	1	2%
Total	26	20	46	100%

Fonte: Produzido pelo Autor.

Os casos apresentam a aplicação dos diferentes tipos de protótipos. Como pode ser visualizado na tabela 5, os protótipos de baixa fidelidade são empregados em 61% dos casos, incluindo os casos que desenvolveram mais que 1 tipo de protótipo, e os protótipos de alta fidelidade foram desenvolvidos em 85% dos casos.

No entanto, de acordo Ahmed (2006) e Rudd, Stern e Isensee (1996) a prototipagem é um processo cíclico e evolutivo, no qual devem ser desenvolvidos mais que

um tipo de protótipo ao longo do processo de desenvolvimento de produtos. Nas fases iniciais do PDP são desenvolvidos protótipos de baixa fidelidade e nas fases finais protótipos de alta fidelidade.

Tabela 5 - Tipos de protótipo empregados nos casos selecionados

<i>Tipo do protótipo</i>	<i>Scopus</i>	<i>WoS</i>	<i># casos</i>	<i>%</i>
Baixa fidelidade	2	4	6	13%
Baixa e Alta fidelidade	13	9	22	48%
Alta fidelidade	11	6	17	37%
Indefinido	--	1	1	2%
<i>Total Geral</i>	<i>26</i>	<i>20</i>	<i>46</i>	<i>100%</i>

Fonte: Produzido pelo Autor.

Nos casos selecionados foi possível ver que 48% deles (Tabela 5) reportam o desenvolvimento de mais de um tipo de protótipo, indicando um processo evolutivo dos protótipos. Essa evolução é bem retratada nos casos apresentados por Fraser, Armarego e Yogesan (2005) e Schleyer et al. (2007). No início dos projetos foram empregados protótipos de baixa fidelidade como meio de gerar informações para o conceito do produto sem muito detalhe e na sequência o protótipo é refinado e evoluído para protótipos de alta fidelidade já com o intuito de avaliar as funcionalidades, experiência do usuário e usabilidade do produto. Isso garante a simplicidade e rapidez do desenvolvimento e o bom direcionamento do projeto.

Um exemplo do que foi considerado como protótipo de baixa fidelidade (protótipo inicial) é o apresentado no caso de Chiou et al. (2014), que foi desenvolvido um diagrama (figura 7) com o propósito de materializar uma ideia inicial do produto, isto é, criou-se um esboço para representar o produto. O envolvimento dos usuários e a interação por meio do protótipo possibilitou que surgissem novas ideias, produziu novos conhecimentos, criou entendimento comum entre os envolvidos e auxiliou no direcionamento do projeto, o que possivelmente, facilitou o desenvolvimento.

Figura 7 - Diagrama - protótipo baixa fidelidade (protótipo inicial) do caso de Chiou et al., (2014)

Fonte: Chiou et al. (2014).

Além do protótipo inicial para concretizar a ideia, os casos relatados por Devoge et al. (2009) e Teixeira et al. (2017) destacam a importância de construir um protótipo para avaliar e priorizar os requisitos de preferência do usuário no início do desenvolvimento. Essa atividade de análise e priorização de requisitos é essencial para o decorrer do processo de refinamento e evolução do protótipo, para gerar um produto mais eficiente. Esse protótipo é chamado de horizontal, ele ainda é um protótipo de baixa fidelidade, no entanto, mais evoluído que o protótipo inicial. Isso é visto no caso de Chiou et al. (2014) que construiu um diagrama (figura 7) como um protótipo inicial e depois evoluiu para um protótipo horizontal, ambos protótipos de baixa fidelidade (figura 8).

Figura 8 - Protótipo baixa fidelidade (protótipo horizontal) do caso de Chiou et al. (2014)

Fonte: Chiou et al. (2014).

No caso mencionado por Kallen, Yang e Haas (2012), o protótipo de baixa fidelidade supriu algumas necessidades do desenvolvimento como: o conhecimento do contexto que o produto irá atuar e o levantamento de requisitos. Após essa fase houve a

construção de protótipos mais evoluídos e mais interativos que ofereceram mais facilidades nas avaliações de funcionalidade e usabilidade. Como nesse caso 48% dos casos utilizaram protótipos de baixa e alta fidelidade.

No caso de Schleyer et al. (2007), os autores apresentam a construção de um sistema 3D para dentistas com a evolução do protótipo. Para isso, no decorrer da evolução os autores relatam a decisão de construir um protótipo que suportaria um número limitado de tarefas clínicas e excluiria quaisquer funções administrativas, porém essas funções limitadas contidas no protótipo possuíam interatividade. Nesse caso a funcionalidade representada é a da imagem em 3D (Figura 9). Segundo Rudd, Stern e Isensee (1996) esse tipo de protótipo com poucas ou apenas uma funcionalidade bem detalhada do produto é o protótipo vertical, que propicia o desenvolvimento de funcionalidades completas e de fácil uso.

Figura 9 - Protótipo de alta fidelidade (protótipo vertical) do caso de Schleyer et al. (2007)

Fonte: Schleyer et al. (2007).

Dentro da amostra de casos selecionados, o protótipo mais evoluído, de alta fidelidade (protótipo final), pode ser visto no caso de Brisben; Lockerd; Lathan (2004), onde foi desenvolvido o protótipo final (figura 10) para testar as funcionalidades do produto, identificar a viabilidade e direcionar o projeto. Apesar de construir apenas o protótipo final, o autor conseguiu identificar a viabilidade do projeto, mas encontrou vários pontos necessários de melhorias e algumas necessidades de mudanças. Possivelmente, se houvesse iniciado a prototipagem no início do projeto com protótipo de baixa fidelidade e refinado e evoluído o protótipo, provavelmente, obteria ao final do processo de desenvolvimento de produtos um protótipo de alta fidelidade mais adequado as necessidades do usuário e, conseqüentemente, evitaria retrabalhos e custos.

Figura 10 - Protótipo final (alta fidelidade) do caso de Brisben; Lockerd; Lathan (2004)

Fonte: Brisben; Lockerd; Lathan 2004).

Outra análise feita nos casos selecionados foi, a relação entre os tipos de protótipos e a natureza (software, hardware ou ambos) desses protótipos construídos. A tabela 6 demonstra que dos 7 (100%) casos de protótipos de hardware, 5 deles (71%) foram utilizados apenas o protótipo de alta fidelidade. A ocorrência do protótipo de baixa fidelidade e a utilização dos dois tipos (baixa e alta fidelidade), ambos aconteceram em apenas 1 caso cada, isso equivale a 14% para cada uma. Essa é uma evidência de que os protótipos para hardware são utilizados de forma pontual, na maioria das vezes no final do desenvolvimento, e dificilmente seguem um ciclo evolutivo com interações constantes com o usuário.

Já nos casos de protótipos para software, a realidade é distinta. Dos 38(100%) casos que relataram a construção de protótipos para software, 20(53%) deles utilizaram os protótipos de baixa e alta fidelidade, isto é, utilizaram a evolução do protótipo, 12 (32%) utilizaram apenas de alta fidelidade e 5 (13%) utilizaram apenas de baixa fidelidade. Apesar de existir ainda um número expressivo de casos com a construção de apenas protótipos de alta fidelidade, percebe-se que para softwares a evolução de protótipo de baixa fidelidade para protótipo de alta fidelidade já uma realidade, pois mais da metade dos casos já usufruem dessa evolução.

Tabela 6 - Natureza dos protótipos versus tipo do protótipo

<i>Natureza/Tipo do protótipo</i>	Baixa fidelidade	Baixa e Alta fidelidade	Alta fidelidade	Indefinido	<i>Total Geral</i>
<i>Hardware</i>	1 (14%)	1 (14%)	5 (71%)	--	7 (100%)
<i>Software</i>	5 (13%)	20 (53%)	12 (32%)	1 (3%)	38 (100%)
<i>Software e Hardware</i>	--	1 (100%)	--		1 (100%)
<i>Total</i>	6	22	17	1	46

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Por fim, foi possível perceber nos casos da literatura que os diferentes tipos de protótipos são produzidos e requisitados em momentos distintos do desenvolvimento, visto que, cada tipo de protótipo deve ter o seu propósito e suas características particulares. Isto posto, conclui-se que os diferentes tipos de protótipos, seus propósitos, benefícios e desafios são complementares, assim, quando inseridos dentro de um mesmo processo de prototipagem e desenvolvidos de forma conjunta, iterativa e complementar podem resultar em ganhos ainda maiores para o desenvolvimento do produto.

4.2 Identificação dos grupos: propósitos, benefícios e recursos (códigos)

Nos 46 artigos que continham casos de prototipagem, foi realizada a identificação dos propósitos, benefícios e recursos proporcionados pelos diferentes tipos de protótipos: os propósitos são os objetivos para a prototipagem definidos para um determinado momento do desenvolvimento; os benefícios são as consequências positivas que os protótipos com determinado objetivo podem proporcionar ao projeto a partir da interação do protótipo; e os recursos são os meios, modos que determinado protótipo oferece na sua interação para propiciar que o projeto usufrua de seus benefícios.

Para chegar nessa segmentação foram analisados os 46 artigos que envolviam casos de prototipagem e, então, ponderado os seguintes questionamentos:

- ✓ Qual o objetivo do protótipo? A resposta resultou nos propósitos.
- ✓ Porque prototipar? A resposta resultou nos benefícios.
- ✓ Como a prototipagem trará benefícios para o projeto? A resposta resultou nos recursos.

Como exemplo do estabelecimento destes questionamentos, o estudo realizado por Chiou et al. (2014), formulou um diagrama (ver figura 7) com a intenção de materializar e organizar um modelo inicial do produto. A formulação deste diagrama forneceu o entendimento e visão comum para toda a equipe e possibilitou a orientação da equipe e identificação dos problemas dos usuários. Outro exemplo é o estudado por Schleyer et al. (2007) que evoluiu o seu protótipo até chegar em um protótipo bem refinado para realizar o teste de usuário, pois isso permitiria identificar os pontos fracos e fortes do projeto.

Nesses exemplos e em outros casos de prototipagem percorridos na literatura, efetuou-se as 3 perguntas mencionadas acima e, então, obteve-se a classificação propósitos, benefícios e recursos. No primeiro exemplo Chiou et al. (2014) percebeu-se que a prototipagem (diagrama) tem o objetivo de concretizar ideia. Assim, a interação do devido protótipo proporcionou ao projeto benefícios como: gerar conhecimento, direcionar o projeto entre outros, para aquele determinado momento de exploração, isto é, proporcionou consequências positivas para atividade de exploração, através do recurso de geração de comunicação entre os envolvidos propiciado pelo protótipo.

Já no segundo exemplo Schleyer et al. (2007), o protótipo refinado e evoluído possui o objetivo de avaliar a experiência do usuário. A interação do protótipo proporcionou ao projeto benefícios como: gerar conhecimento, direcionar o projeto entre outros, para aquele determinado momento de aperfeiçoamento do produto. Isto é, proporcionou consequências positivas, através dos recursos de geração de comunicação entre os envolvidos e captação de sentimento do usuário propiciado pelo protótipo.

Conforme mencionado na seção de metodologia de pesquisa, após realizada as iterações de codificação dos casos, foi possível definir o seguinte padrão para a compreensão dos propósitos (Tabela 7):

Tabela 7 - Descrição dos tipos de propósitos

<i>Tipos de propósitos</i>	<i>Definição</i>
<i>Concretizar ideia</i>	Objetivo de transformar uma ideia abstrata em um artefato concreto. Isso facilita a visualização de características e conceitos do produto.
<i>Mediar prioridade de requisito</i>	Objetivo de esboçar a aplicação e sustentar a avaliação de possibilidades de projeto de desenvolvimento. De acordo com as necessidades identificadas, o protótipo permite a priorização dos requisitos, isto é, mudanças para organizar melhor os requisitos e adequar o projeto.
<i>Avaliar a funcionalidade</i>	Objetivo de efetuar a análise das funcionalidades do produto, se essas funcionalidades estão adequadas em relação as necessidades dos usuários ou se estão excessivamente complicadas.
<i>Experiência do usuário</i>	Objetivo de investigar a experiência que o usuário vivencia ao interagir com o produto. Durante a interação do usuário com o produto as características de design do produto e usabilidade desencadeiam um conjunto de efeitos emocionais, comportamentais para a avaliação do usuário.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A interação dos usuários quando é claramente definida e utiliza um tipo de protótipo de acordo com o propósito definido para tal interação, permite que o uso de protótipos promova três tipos benefícios para o projeto (Tabela 8).

Tabela 8 - Descrição dos tipos de benefícios

<i>Tipos de benefícios</i>	<i>Definição</i>
<i>Refinamento de projeto (resolução de problemas)</i>	A representação do produto auxilia na discussão, exploração, teste e revisão do projeto, proporcionando identificação e resolução dos problemas. Isso possibilita o refinamento e melhoria das interfaces dos usuários.
<i>Direcionamento do projeto - envolve sobretudo a tomada de decisão</i>	A visualização, exploração e testes que o protótipo proporciona para os desenvolvedores, servem de apoio para o processo de tomada de decisão que propiciam o benefício de direcionar o projeto
<i>Geração de conhecimento</i>	Durante o processo de prototipagem, novos conhecimentos e informações integram/completam o conjunto de conhecimento já existente

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Por fim, os recursos foram definidos como a forma que determinado protótipo age durante a interação e que produz os benefícios, assim, segue abaixo descrição dos dois recursos identificados (Tabela 9).

Tabela 9 - Descrição dos tipos de recursos

<i>Tipos de Recurso</i>	<i>Definição</i>
<i>Promover Comunicação</i>	A prototipagem habilita a comunicação, na medida em que fornece características concretas do produto. Isso produz a compreensão comum entre os times de desenvolvimento e o usuário, e o protótipo se torna uma referência comum para o desenvolvimento substituindo nomenclaturas e descrições específicas.
<i>Captar os sentimentos dos usuários</i>	O protótipo modela e fornece características concretas do produto e simula a interação entre produto e usuário. Isso possibilita a identificação de reações e sentimentos do usuário em relação aos aspectos e características do produto e medir a satisfação do usuário.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Com os códigos propósitos, benefícios e recursos identificados, o foco passou para a relevância desses códigos. Portanto, a ocorrência e a relação entre os códigos ofereceram esse conhecimento.

4.3 Ocorrência de códigos

A análise da quantidade de casos que cada código está presente, tem o objetivo de identificar os propósitos, benefícios e recursos que mais ocorreram e suas relevâncias. É

importante mencionar que apesar dos códigos poderem estar presente mais de uma vez em um caso, na análise de ocorrência de códigos foi contabilizado apenas uma ocorrência de código para cada caso que ele apareceu. Isto é, se o código apareceu uma ou dez vezes no mesmo caso foi contabilizado apenas uma ocorrência.

A Tabela 10 relata a ocorrência dos códigos rotulados para os tipos de protótipos:

Tabela 10 - Ocorrência dos códigos rotulados para os tipos de protótipos

Tipo de Protótipo	Baixa fidelidade	Inicial	Horizontal	Alta fidelidade	Vertical	Final
Número de casos	30	15	19	35	8	25

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Vale destacar que para agrupar e rotular os códigos relacionados aos tipos de protótipos foi utilizado a definição de tipos de protótipos de Rudd; Stern; Isensee (1996). Além disso, em alguns casos, por falta de características, não foi possível definir especificamente qual era o tipo de protótipo que estava sendo utilizado, portanto, apenas rotulou protótipo de alta fidelidade ou protótipo de baixa fidelidade.

Protótipos de baixa fidelidade e protótipos de alta fidelidade apresentam um equilíbrio na quantidade de casos em que estão presentes, respectivamente 30 e 35 casos. Isso, possivelmente, é uma evidência do uso complementar dos dois protótipos, ou seja, mesmo se eles foram aplicados separadamente, juntos somam 65 aplicações, sabendo que a pesquisa só possui 46 casos, isso quer dizer que em pelo menos 19 casos eles apareceram juntos.

No entanto, ao analisar os subcódigos (isto é, para o código protótipo de baixa fidelidade tem-se os subcódigos inicial e horizontal, e para o código protótipo de alta fidelidade tem-se os subcódigos vertical e final) percebe-se que os códigos sofrem uma variação considerável na quantidade de casos em que estão presentes. O protótipo final é o que mais ocorre, aparecendo em 25 casos, isso quer dizer que esse tipo de protótipo é o mais utilizado entre os 46 casos levantados na literatura. Logo após, o protótipo horizontal aparece em 19 casos e o inicial 15 casos, já o protótipo vertical é o que menos aparece, tendo uma ocorrência em apenas 8 casos.

Esses números indicam que apesar de algumas vezes os protótipos de baixa e alta fidelidade serem utilizados como complementares, não existe uma utilização de todos os tipos de protótipos se complementando, como se fossem evoluções de um mesmo protótipo. Os protótipos ainda são usados na maioria das vezes, no final do desenvolvimento com as funcionalidades e interação bem definida e as vezes no início do desenvolvimento. Não existe um processo bem definido para a utilização dos protótipos.

A ocorrência dos subcódigos de propósito, isto é, qual o objetivo os protótipos foram utilizados, são apresentadas na tabela 11.

Tabela 11 - Ocorrência dos subcódigos de propósito

Propósitos (códigos)	Concretizar ideia	Mediar prioridade de requisitos	Avaliar funcionalidade	Avaliar experiência do usuário
Quantidade de casos	18	27	22	27

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Mediar prioridade de requisito e avaliar experiência do usuário são os códigos que mais recorrem nos casos, ambos aparecem em 27 casos. Em seguida, está avaliar funcionalidade com 22 ocorrências e concretizar ideia com 18. Nesse contexto, observa-se que nos casos os propósitos para aplicação dos protótipos estão bastante ligados a medir e testar funcionalidades e características do produto, dando pouca atenção para exploração de novas ideias, características ou funcionalidades

A ocorrência dos benefícios de utilização dos protótipos é apresentada na Tabela 12. Nesse grupo, os subcódigos que despontaram foram: direcionar o projeto, gerar conhecimento e refinar o projeto. Percebe-se um equilíbrio entre esses códigos, tendo direcionar o projeto uma ocorrência em 20 casos, gerar conhecimento em 19 e refinar o projeto 16. Isso, possivelmente, indica que esses benefícios são gerados na aplicação de todos os tipos de protótipos. Em alguns tipos os benefícios podem ocorrer com mais frequência e em outros com menos, mas os benefícios são complementares e acontecem juntos.

Tabela 12 - Ocorrência dos subcódigos de benefícios

Benefícios (códigos)	Direcionar o projeto	Gerar conhecimento	Refinar o projeto
Quantidade de casos	20	19	16

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Por fim, os benefícios acontecem devido aos recursos que os protótipos proporcionam, isto é, o conjunto de elementos que os protótipos produzem para auxiliar e mediar a busca pelo propósito/objetivo.

Tabela 13 - Ocorrência dos subcódigos de recursos

Recursos (códigos)	Gerar comunicação	Captar sentimento
Quantidade de casos	14	6

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os subcódigos que ocorrem nesse grupo foram: gerar comunicação e captar sentimento (Tabela 13). Nesse grupo observa-se uma grande diferença entre os códigos, tendo o código gerar comunicação com 14 ocorrências e captar sentimento com apenas 6.

Esses números demonstram que mesmo a comunicação sendo o recurso principal da prototipagem para envolvimento do usuário, foi identificado por poucos casos. Apenas 30%. Além disso, captar sentimento é um recurso que pode revelar bastante sobre o produto, no entanto, foi um recurso pouquíssimo utilizado.

Isso demonstra que os protótipos como ferramentas para envolvimento dos usuários no desenvolvimento de produtos eletromédicos são utilizados de maneira superficial. Isto posto, cria a necessidade e oportunidade para a criação de ferramentas que auxiliem o time de desenvolvimento a explorar e utilizar a prototipagem com mais eficiência como meio de envolver o usuário.

Após a análise de ocorrência de códigos, fez-se uma análise de co-ocorrência dos códigos, ou seja, a ocorrência simultânea de códigos, como o objetivo de identificar quais os códigos e com que frequência se relacionavam com os tipos de protótipos. Dessa forma, os códigos que estavam no grupo tipos de protótipos estavam sempre presente nessa análise.

Como mencionado acima vale lembrar que em cada caso pode ter a ocorrência de mais de uma vez de um mesmo código, e na análise de co-ocorrência essas diversas ocorrências no mesmo caso foram contabilizadas. Portanto, os números da análise de co-ocorrência podem não bater com os números da análise de ocorrência.

A primeira análise ocorreu com os códigos do grupo propósitos se relacionando com os tipos de protótipos (tabela 14).

Tabela 14 - Co-ocorrência propósitos e tipos de protótipos

Tipos de protótipos	Tipos de Propósito			
	Concretizar ideia	Mediar prioridade de requisitos	Avaliar funcionalidade	Avaliar experiência do usuário
Protótipo de baixa fidelidade	13	17	2	1
Protótipo inicial	13	3	1	---
Protótipo horizontal	---	19	3	---
Protótipo de alta fidelidade	---	2	12	14
Protótipo final	---	---	7	14
Protótipo vertical	---	---	9	1

Fonte: Elaborado pelo Autor.

De acordo com a tabela 14, o propósito concretizar ideia apareceu sempre, 13 ocorrências, relacionado com protótipo de baixa fidelidade, mais especificamente no

protótipo inicial. O propósito mediar prioridade de requisito apareceu na grande maioria relacionado com o protótipo horizontal, tendo apenas poucas aplicações com outros tipos de protótipos. O propósito avaliar funcionalidade foi o que mais se dividiu entre os tipos de protótipos, no entanto, se concentrou nos protótipos de alta fidelidade e com uma ocorrência maior (9 ocorrências) no protótipo vertical. E por fim, o propósito de avaliar a experiência do usuário concentrou as ocorrências relacionadas com o protótipo final.

A segunda análise foi o relacionamento dos benefícios com os tipos de protótipos (tabela 15). Nessa relação percebe-se uma variação grande dos benefícios gerados pelos tipos de protótipos, tendo todos os benefícios sendo gerados por todos os tipos de protótipos.

Tabela 15 - Co-ocorrência benefícios e tipos de protótipos

Tipos de protótipos	Benefícios		
	Direcionar o projeto	Gerar conhecimento	Refinar o projeto
Protótipo de baixa fidelidade	9	11	5
Protótipo inicial	6	8	2
Protótipo horizontal	7	8	4
Protótipo de alta fidelidade	2	1	3
Protótipo final	2	1	4
Protótipo vertical	2	2	1

Fonte: Elaborado pelo Autor.

No entanto tem-se alguns destaques como: o benefício de direcionar o projeto está concentrado nos protótipos de baixa fidelidade com 7 ocorrências com o protótipo horizontal e 6 ocorrências com o protótipo inicial. O benefício de gerar conhecimento também está concentrado nos protótipos de baixa fidelidade com 8 ocorrências em ambos os tipos de protótipos, inicial e horizontal. Já o benefício de refinar o projeto está bem segmentado, tendo suas maiores ocorrências, 4 vezes, junto com o protótipo horizontal e final.

Essa análise demonstra que os benefícios ocorrem em todo o desenvolvimento com todos os tipos de protótipos, tendo apenas alguns pontos de destaque que são onde os benefícios são vistos proporcionando um retorno maior.

Por fim, a terceira e última análise foi o relacionamento de recursos com os tipos de protótipos (tabela 16). É importante ressaltar que o recurso mais importante dos protótipos para o envolvimento do usuário é a comunicação.

Com essa análise de recursos dos tipos de protótipos, nota-se que o recurso do protótipo gerar comunicação apesar de aparecer relacionado com os protótipos de alta fidelidade, está concentrado nos protótipos de baixa fidelidade. Isso, demonstra que no

início do desenvolvimento quando as ideias e informações ainda são bastante abstratas o protótipo é uma ferramenta que ajuda na comunicação dessas ideias e informações.

Já o recurso de captar sentimento está na totalidade relacionado com protótipo de alta fidelidade, e mais especificamente com os protótipos finais. Isso quer dizer que para causar e captar sentimentos nos usuários os protótipos precisam estar em um nível de definição elevado, isto é, contar com suas funcionalidade e características.

Tabela 16 - Co-ocorrência recursos e tipos de protótipos

Tipos de protótipos	Recursos	
	Gerar comunicação	Captar sentimento
Protótipo de baixa fidelidade	10	0
Protótipo inicial	5	0
Protótipo horizontal	3	0
Protótipo de alta fidelidade	2	3
Protótipo final	1	2
Protótipo vertical	1	0

Fonte: Elaborado pelo Autor.

As análises de ocorrência e co-ocorrência de códigos foram a base para a criação do framework proposto nessa pesquisa. Por meio dessas análises pode-se conhecer um pouco mais sobre a prototipagem como meio de envolvimento do usuário no desenvolvimento de produtos eletromédicos e gerar *insights* e associação de conteúdo que foram determinantes na criação do framework.

4.4 Validação da codificação para o framework

A validação foi realizada utilizando a metodologia baseada na mineração de textos, apresentada na seção 3.3. Essa validação teve o objetivo de verificar se a organização realizada por meio da codificação feita pelo especialista é coerente com as propriedades estatísticas da coleção de documentos. Tal validação serve para comprovar a não existência de subjetividade dos pesquisadores na elaboração do framework.

A Tabela 17 apresenta as top-100 palavras (radicais) mais relevantes para cada grupo. Tais palavras foram utilizadas como termos para a geração de uma estrutura de agrupamento baseada na organização do especialista. Vale destacar que o grupo ferramentas representa os “tipos de protótipos”.

Tabela 17 - Top 100 palavras mais relevantes

Propósitos	Ferramentas	Recursos	Benefícios
paper	suggest	brought	combin
literatur	improv	notat	suggest
natur	import	permiss	increment
handl	tool	meaning	shape
advic	standard	descript	atmospher
success	paper	checklist	pressur
attitud	method	awkward	perfect
twent	comment	talk	express
coach	figur	emot	tool
epipen	interfac	full	firstli
worker	process	disjointedli	choic
architectur	evid	big	end
black	run	geograph	iter
hcm	number	statist	improv
tion	graphic	anchor	wic
twinject	peopl	fingertip	outlet
summ	provid	mislead	customiz
debug	lower	quantifi	fly
rank	interact	reconsid	trust
biom	uptak	haphazardli	altogeth
arthriti	introduc	friendlier	shield
column	blind	financ	consensu
interven	multimedia	outnumb	groceri
solu	execut	abstract	conveni
class	upper	inclus	minut
nowlan	min	capac	homepag
ht	high	probe	mother
menu	fidel	easi	warn
telemedicin	real	assembl	snack
friend	question	motiv	breastfeed
ra	structur	veldhoven	log
sa	al	greatli	eat
nurs	gain	maxima	excel
gap	storyboard	ergo	recip
semi	adult	represent	compliment
event	concept	good	app
site	detail	act	forc
alarm	test	late	reduc
nota	contextu	netherland	told
studi	tpp	easiest	lai
refin	theme	nexu	essenti
older	consult	instrument	solicit
experi	draft	life	process
similar	literaci	ensu	opinion
neg	emploi	embed	specif
white	base	ongo	comment
percept	end	conclud	provid

(Continua)

Propósitos	Ferramentas	Recursos	Benefícios
home	conduct	lap	evolv
satisfact	easi	development	creation
popul	incongru	welcom	adapt
concept	volum	eindhoven	guid
step	approxim	therapi	divers
tabl	reengin	catharina	addit
element	flashcard	social	increas
method	block	import	number
aim	proceed	commun	interfac
adult	logic	elicit	modif
express	infect	opportun	otc
rate	minor	engin	wai
subject	respons	discuss	fgd
contextu	minimis	suggest	form
specif	identif	gain	ii
govern	press	strength	import
successfulli	playabl	dialogu	schedul
accuraci	realiti	felt	give
util	statu	altern	minim
discurs	tactil	convers	librari
rational	plenari	weak	stand
vocabulari	slider	concret	exercis
liais	overview	encourag	summar
skeleton	worksheet	function	due
finish	classifi	ultim	reason
diseas	card	emerg	evolutionari
pill	outcom	contextu	sva
capabl	subtask	session	assist
telecar	formal	benefici	target
women	crucial	direct	chang
ofthi	move	wai	mrn
framework	throwawai	shift	medicin
ophthalmolog	subsect	warrant	complementari
choos	count	domain	develop
panorama	month	role	refus
tier	explain	sl	dealt
convei	adob	longterm	scheme
piqu	moder	dj	elabor
respond	side	extern	embodi
echo	occur	vision	american
compon	verhoeven	opt	usefulli
vendor	fill	start	therapist
understood	coat	smaller	institut
undertook	dialog	degre	pha
mozilla	everydai	traine	phd
technician	overlook	computer	triag
equal	reach	spur	occup
risk	proof	barrier	circumst

(Continua)

(Conclusão)

<i>Propósitos</i>	<i>Ferramentas</i>	<i>Recursos</i>	<i>Benefícios</i>
<i>shadow</i>	<i>decreas</i>	<i>earlier</i>	<i>rq</i>
<i>envis</i>	<i>redevelop</i>	<i>highlight</i>	<i>heterogen</i>
<i>rudimentari</i>	<i>multidisciplinari</i>	<i>predict</i>	<i>mix</i>
<i>elab</i>	<i>recruit</i>	<i>horizont</i>	<i>prosthes</i>
<i>suit</i>	<i>cbp</i>	<i>due</i>	<i>verbatim</i>

Fonte: Elaborado pelo autor

A estrutura de agrupamento obtida com as palavras mais relevantes é apresentada no dendrograma da Figura 11. No dendrograma é apresentado como os segmentos de texto são agrupados. Para isso utiliza-se a seguinte nomenclatura que está localizada no eixo X do dendrograma.

Nomenclatura: *nome do grupo (código).letra que representa o subgrupo (subcódigo)_nº da linha documento em que o segmento está organizado.txt.*

Como exemplo podemos ter = propósitos.A_78.txt. Esse exemplo mostra que a nomenclatura está representando um código do grupo propósitos, no subcódigo avaliar experiência do usuário que está localizado na linha 78 do documento. Isto posto, segue abaixo a Tabela 18 com os subcódigos e suas respectivas letras.

Tabela 18 - Relação dos subcódigos com letras para a nomenclatura do dendrograma

<i>Letra</i>	<i>SUBCÓDIGO</i>
A	Avaliar experiência do usuário
B	Avaliar funcionalidade
C	Captar sentimento
D	Compreensão de necessidade
E	Concretizar ideia
F	Direcionar o projeto
G	Gerar comunicação
H	Gerar conhecimento
I	Mediar prioridade de requisito
J	Protótipo de alta fidelidade
K	Protótipo de baixa fidelidade
L	Protótipo final
M	Protótipo horizontal
N	Protótipo inicial
O	Protótipo vertical
P	Refinar o projeto

Fonte: Elaborada pelo autor

Segmentos (ou grupos de segmentos) que são agrupados em níveis mais baixos são mais similares entre si do que aqueles agrupados em níveis mais altos. Pode-se perceber na figura 11, que os documentos dos quatro grupos estão bem divididos, e o dendrograma demonstra que “benefícios” e “recursos” possuem um grau de similaridade

maior entre si. Em seguida se assemelham com “propósitos” e por último com o menor grau de similaridade com “ferramentas” (ferramentas representa “tipos de protótipos”).

Figura 11 - Dendrograma completo

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Isso se deve pelo que cada grupo representa, ou seja, os “benefícios” e “recursos” representam resultados da aplicação das “ferramentas” (protótipos), por isso possuem o maior grau de similaridade. Já os “propósitos” representam os objetivos da aplicação das ferramentas, isto é, um planejamento da aplicação e não um resultado, portanto o grupo representa outra finalidade, assim sua semelhança com os anteriores diminuiu. E por fim ferramentas que representam objetos, dessa forma não está relacionado com o protótipo, mas é o próprio, isto coloca esse grupo com um nível de similaridade menor com os demais.

Esses quatro grupos foram divididos pela organização prévia dos segmentos de texto e possuem subgrupos, os quais também possuem similaridade entre si. Como mostra a parte 1 em destaque (retângulo vermelho) da Figura 12, os segmentos *ferramentas.K_392.txt* e *ferramentas.M_393.txt* possuem um alto grau de similaridade.

Figura 12 - Dendrograma ampliado

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Pela nomenclatura define-se que *ferramentas.K_392.txt* é o subcódigo protótipo de baixa fidelidade e está representado na Figura 13. Já *ferramentas.M_393.txt* é o subcódigo protótipo horizontal e está representado na Figura 14.

Figura 13 - Representação da nomenclatura *ferramentas.K_392.txt*

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14 - Representação da nomenclatura *ferramentas.M_393.txt*

Fonte: Elaborado pelo autor

Os textos que representam as duas nomenclaturas são idênticos, isso porque o texto foi capaz de definir os dois códigos. Para definir protótipo de baixa fidelidade o autor menciona que “Como uma imagem vale mais que mil palavras, a prototipagem rápida foi realizada para avaliar a utilidade de vários recursos potenciais da PtDA.”. E para definir o protótipo horizontal mencionou “Para introduzir o conceito de um PtDA, nós demos uma descrição geral e um protótipo foi elaborado com o uso do software Evolus Pencil 1.2”. Dessa forma, percebe-se que o protótipo horizontal não é só similar a um protótipo de baixa fidelidade, mas também é um protótipo de baixa fidelidade.

A Figura 15 representa as similaridades apresentada na parte 2 do dendrograma, e usa dos textos para ficar claro a comparação. Os textos que estão dentro do quadro laranja possuem a maior similaridade entre si, na sequência os textos que estão no quadro azul (quadro laranja com um terceiro texto) se assemelham em um nível menor e por último todos os textos (quadro verde) possuem o menor nível de similaridade da figura.

Isto posto, pela comparação entre *ferramentas.J_169.txt* (protótipo de alta fidelidade) e *ferramentas.O_170.txt* (protótipo vertical), entende-se que o protótipo vertical é bastante similar e faz parte do protótipo de alta fidelidade. Prova disso é que o que define no protótipo vertical se repete no protótipo de alta fidelidade. Além disso, esses dois textos se assemelham em um nível menor com o *ferramentas.L_172.txt* (protótipo final), muito

provavelmente por todos se tratarem de protótipos refinados e que possuem interações, contudo o protótipo final é complementar ao protótipo vertical, isto é, são diferentes.

Figura 15 - Conjunto de similaridade parte 2

172	Protótipo final ferramentas.L_172.txt	Last, we planned to create a prototype that was refined enough for limited user testing and that would allow us to identify the strengths and weaknesses in our design.
170	Protótipo vertical ferramentas.O_170.txt	Third, we decided that the prototype would support a limited number of clinical tasks and exclude any administrative functions, such as billing and scheduling
169	Protótipo de alta fidelidade ferramentas.J_169.txt	Third, we decided that the prototype would support a limited number of clinical tasks and exclude any administrative functions, such as billing and scheduling. Last, we planned to create a prototype that was refined enough for limited user testing and that would allow us to identify the strengths and weaknesses in our design.
125	Protótipo de alta fidelidade ferramentas.J_125.txt	In order to test the prototype and get feedback from medical trainees, this Ergo-Lap simulator was brought to two hospitals, Maxima Medical Centre Veldhoven and Catharina Hospital Eindhoven, both in the Netherlands.
431	Protótipo vertical ferramentas.L_431.txt	the initial prototype of the scheduler was evaluated using Vanderbilt's online consumer testing system, eLab (elab.vanderbilt.edu), to assess its basic functionality. We enrolled 202 parents of children who had chronic medication needs. To assess the interpretability and intuitiveness of the medication scheduler concept, enrollees were presented with a screenshot of the scheduler prototype's UI with a sample medication schedule. These online users were then provided 4 scheduling statements for each of 4 different scheduling conditions, which were based on whether or not the statement was true or false AND if the statement referred to an item's presence or absence, for a total of 16 quiz items. All items were randomized across item types as well as on an individual basis so that the item distribution was thoroughly mixed by condition and presented in a unique order for each user. Online users were then presented with 4 different scheduling scenarios that required them to perform a variety of scheduling tasks such as: adding an enzyme to all meals; deleting the second scheduled administration of a med after it was automatically added to the schedule at a fixed interval; and re-scheduling a particular type of medication for safety purposes due to logistical complications (i.e., initially being scheduled too close to a meal).
442	Protótipo final ferramentas.L_442.txt	Based on the focus group and eLab feedback, we further refined working prototype of the scheduling PHA to expand it into a medication management personal health record for children (i.e., MyMediHealth), as shown in Fig. 2. This medication scheduler allows parents to create a schedule in a 24-h day planner format, which is similar to those found in a typical calendaring application, with drag-and-drop functionality. In addition to basic scheduling functions (e.g., addition, deletion, and re-scheduling capabilities), this prototype also had advanced features such as an auto-population function that allowed for simultaneous entry of the same type of item that is taken multiple times per day at fixed intervals (e.g., meds that are to be taken every 12 h, meds that are to be taken with every meal, etc.).

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Outra comparação que identifica textos bastantes similares é a dos textos *ferramentas.L_442.txt (protótipo final)* e *ferramentas.L_431.txt (protótipo vertical)*, vale ressaltar que essa similaridade é menor que a dos textos *ferramentas.J_169.txt (protótipo de alta fidelidade)* e *ferramentas.O_170.txt (protótipo vertical)*, isso porque são textos complementares e não idênticos. Assim, comprova-se que o protótipo vertical é um protótipo de alta fidelidade e é complementar ao protótipo final.

Os textos *ferramentas.L_442.txt (protótipo final)* e *ferramentas.L_431.txt (protótipo vertical)* se assemelham em um nível menor com o *ferramentas.J_125.txt (protótipo de alta fidelidade)*, pois são de um nível de granularidade menor. Logo, conclui-se que o protótipo vertical e o protótipo final são itens de mesma granularidade e complementares, e o protótipos de alta fidelidade possui uma granularidade superior que os anteriores, consequentemente, os protótipos vertical e final estão inserido no protótipo de alta fidelidade.

Para validar a qualidade do processo de rotulação e seleção de termos que resultou na estrutura de agrupamento apresentada na Figura 11, realizou-se uma avaliação por significância estatística. Conforme apresentado na metodologia adotada (seção 3.3), realizou-se a Simulação de Monte Carlo para determinar a significância estatística do dendrograma apresentado (Figura 11). Tal dendrograma passou no teste com 99% de confiança. Tem-se, portanto, que a estrutura não foi gerada ao acaso, indicando que o especialista não fez rotulação aleatória.

Por fim, de acordo com as top-100 palavras mais relevantes (tabela 17), contidas nos grupos levantados: propósitos, ferramentas, recursos e benefícios, o especialista criou definições para esses grupos, baseado nas palavras em destaque (cinza) na tabela 17.

Propósito:

Os propósitos são orientações, objetivo (*advice, aim*) para a utilização (*util, attitude*) dos protótipos para o envolvimento (*liais, interven*) do usuário durante o processo de desenvolvimento de produto. A utilização de protótipos com propósitos é um método (*method*) de refinamento do projeto que auxilia o time de desenvolvimento no entendimento (*undertook, understood, respond*) e visão (*shadow*) do contexto (*contextu, panorama*) do produto e do usuário. Além disso, é importante para a percepção da satisfação (*percept, satisfact*) do usuário, contribuindo assim para a redução do risco (*risk*) do desenvolvimento e sucesso (*sucess, successfulli*) da solução (*solu*). Os propósitos são elaborados, idealizados (*elab, envis*) por etapas (*steps, class*): a partir de protótipos rudimentares (*rudimentari*) até protótipos completos (*especif*). Assim, tem-se como propósitos de protótipos mais rudimentares (*paper, rudimentari*) a concretização (*skeleton, accuraci*) do contexto

(*contextu*) para que os envolvidos no projeto não trabalhem no subjetivo (*subject*) e tenham uma visão comum. Com o refinamento evolui-se para o propósito de priorizar os requisitos (*architectur*) e então gerar o conceito do produto (*concept*), em seguida para o propósito de definição das funcionalidades ou detalhamento (*specif*). Por fim, o propósito passa a ser avaliar (*experi, express*) a experiência do usuário.

Ferramentas:

As ferramentas (*tool*) são provas de conceito, evidências visíveis (*proof, concept, evid, figur, graphic, statu, formal, approxim, interfac*) do produto final (*real, realiti*) e de seu contexto (*contextu*). São utilizadas (*emploi, occur*) como meio (*structur, run, execut, method*) de interação e envolvimento (*interact, introduc, consult*) dos usuários (*peopl, adult*). Por meio delas o time de desenvolvimento compreende (*uptak*) e se comunica (*suggest, comment, identif, respons, literaci, question, explain, tactil, dialog, overview*) com os usuários e incorpora (*import, provid*) melhorias (*improv*) no projeto. As ferramentas são protótipos *figur, graphic, statu, proof, concept*). Existem diversos (*number*) tipos (*standard*) de protótipos os quais são aplicados (*proceed, conduct*) na forma de um processo (*process, classifi*). Dessa forma, são identificados protótipos de baixa (*lower*) e alta (*high*) fidelidade (*fidel*). Os protótipos de baixa fidelidade são protótipos menos desenvolvidos, detalhados (*min, base, minor, easi, minimis*), os quais são desenvolvidos no início do desenvolvimento e podem ser representados por protótipos de papéis (*paper*), roteiros (*storyboard, worksheet*), rascunho ou esboço (*draft, flashcard, card*). Dentro dos protótipos de baixa fidelidade pode-se perceber 2 subseções (*subtask, subsect*), a primeira com protótipos mais simples para formalizar, concretizar (*formal, theme*) e a segunda com protótipos mais evoluídos para gerar um conceito (*concept*), que é o objetivo (*outcom, reach*) dos protótipos de baixa fidelidade. Já os protótipos de alta fidelidade são protótipos mais evoluídos, ou seja, mais detalhados (*upper, detail*) e são construídos no final (*end*) do desenvolvimento para testes (*test*). Os protótipos de alta fidelidade também são divididos em 2 subseções, a primeira com protótipos com poucos revestimentos (*coat*) e o segundo com protótipos completos (*al, fill*). Vale ressaltar que para o projeto obter ganhos (*gain*) com o processo de evolução de protótipos é essencial (*crucial*) executá-lo de forma iterativa (*redevelop, reengin*) e com um time de desenvolvimento multidisciplinar (*multidisciplinari*).

Recursos:

Os recursos são essenciais (*good, highlight, predict*) para que os benefícios (*ergo*) aconteçam. A aplicação (*act*) das ferramentas proporcionam caminhos e meios (*instrument, embed, capac*) que resultam e caracterizam (*conclud, emerg, brought, reconsid, encourage, permiss, notat, descript, elicit, opportuni, emerg, probe, ensu, warrant, spurm, role, checklist*).

import, gain, quantific) os benefícios (*benefici*). Esses caminhos e meios são os recursos. Os recursos gerados pela ação dos protótipos são: gerar comunicação (*talk, commun, discuss, suggest, dialogu, convers, friendlier, greatli*) e captar sentimento (*emot, friendlier, motiv, greatli, felt, encourag, awkward*). Os protótipos concretizam e geram uma visão comum (*concret, abstract vision, represent*) de uma ideia, requisito, funcionalidade, entre outros (*contextu, function*). Isso promove a comunicação e a transmissão de sentimentos entre as partes, se tornando a âncora (*anchor, strength*) para a orientação do time de desenvolvimento e usuários durante o desenvolvimento. Como os protótipos são aplicados ao longo de todo (*longterm, ongo, life, full, maxima*) o desenvolvimento (*development*), os recursos também acontecem em todo o desenvolvimento, tendo a geração de comunicação como recurso tanto de protótipos de baixa (*easi, easiest, welcom, start, earlier*) quanto de alta fidelidade (*maxima, late, ultim*), ou seja, em todo o desenvolvimento (*full, development*). Já a captação de sentimento é resultado de protótipos mais evoluídos, isto é, acontece mais no final do desenvolvimento, pois necessita de uma interação maior do protótipo com os envolvidos.

Benefícios:

Os benefícios são aspectos positivos para o projeto resultantes dos recursos (*iter*) gerados pela aplicação das ferramentas (*tool*) com propósitos. Os recursos da aplicação das ferramentas possibilitam (*give, import, embodi*) gerar conhecimento do ambiente, do usuário e do produto (*atmosphér, recip, creation, suggest, combin, express, consensu, told, opinion, comment, divers, summar, reason*), direcionar o projeto como: escolher o caminho, guiar, indicar, adaptar (*choic, warn, reduc, adapt, guid, modif, target, chang*) e refinar o projeto como: incrementar, especificar, customizar, dar formato (*solicit, addit, increas, complementari, elabor, increment, shape, customiz, especif*). Com esses benefícios constituídos é possível melhorar e evoluir (*improv, prefect, conveni, excel, provid, evol, evolutionari, usefulli*) o projeto (*develop*)

4.5 Framework para envolver o usuário utilizando protótipos

O framework proposto tem por finalidade auxiliar a equipe de desenvolvimento de produtos a explorar com mais eficiência a utilização de protótipos como meio de envolvimento do usuário.

A prototipagem atua como uma ferramenta de comunicação entre a equipe de desenvolvimento de produtos e outros stakeholders, como por exemplo, os usuários. Os protótipos são representações parciais do resultado esperado do produto. Essas representações podem ser desde ideias iniciais do produto, conceitos, funcionalidade, ou até mesmo uma representação final do produto desenvolvido. O uso dessa representação,

frequentemente, possibilita envolver o usuário para detectar suas necessidades e satisfação.

O framework leva em consideração o processo tradicional de prototipagem que segue basicamente o ciclo projetar - construir - testar – analisar (BOGERS; HORST, 2014). Esse ciclo inicia-se com o desenvolvimento das especificações para a interface do usuário, segue para a construção ou concretização (protótipo) dessas especificações, após o protótipo construído, este passa por testes de usabilidade com os usuários finais e ao fim é analisado os resultados dos testes e identificação dos problemas de usabilidade retornando, se necessário, para o início do ciclo.

O processo de prototipagem pode ser acionado a qualquer momento durante o processo de desenvolvimento. Por exemplo, no início do projeto ele é frequentemente utilizado para representar uma ideia do produto para que toda a equipe possa estar alinhada com o que é pretendido desenvolver. Se for usado nas fases finais do processo de desenvolvimento pode ser utilizado para realizar avaliação de usabilidade ou da experiência dos usuários. Os tipos de protótipos podem e devem variar de acordo com as fases de desenvolvimento e os objetivos da prototipagem. No entanto é comum que nas fases iniciais sejam construídos protótipos de baixa fidelidade e nas fases finais, de alta fidelidade. A Figura 16 ilustra o Framework desenvolvido.

Figura 16 - Framework de utilização de protótipos para o envolvimento do usuário

Fonte: Elaborado pelo Autor.

O framework é constituído por fases, as quais são baseadas no processo de desenvolvimento de produto, portanto, percorre a seguinte ordem: 1ª fase - explorar, 2ª fase - decidir, 3ª fase - otimizar e 4ª fase - aperfeiçoar. A seguir serão abordados os propósitos e os benefícios do uso de protótipos em cada uma dessas fases.

A primeira fase (*exploração*) é caracterizada pela busca da equipe de desenvolvimento em compreender os problemas e as necessidades dos usuários. Podem ser realizadas observações, estudos e análises do contexto de aplicação do produto final e dos usuários. O objetivo dessa fase é eliciar requisitos que propiciem que as necessidades dos usuários serão atendidas. O protótipo, nesta fase, é utilizado como meio de representação de uma ideia de produto, e serve, portanto, para intermediar a comunicação com os usuários.

A segunda fase (*decisão*) é caracterizada pela busca da equipe de desenvolvimento em priorizar os requisitos. Nessa fase o time de desenvolvimento já conhece os usuários, o contexto de aplicação do produto final e já possui os requisitos do produto. Os requisitos são analisados e são selecionados os que melhor atendem às necessidades dos usuários. O objetivo dessa fase é o desenvolvimento do conceito do

produto. O protótipo nesta fase é utilizado como mediador das decisões de prioridades de requisitos.

A terceira fase (*detalhamento*) é caracterizada pela busca da equipe de desenvolvimento em detalhar e avaliar as funcionalidades do produto. Nessa fase o time de desenvolvimento já conhece a definição do conceito do produto, então, as funcionalidades são detalhadas e testadas. O objetivo dessa fase é o desenvolvimento da solução técnica do produto. O protótipo nesta fase é utilizado como meio de avaliar as funcionalidades do produto.

A quarta fase (*aperfeiçoamento*) é caracterizada pela busca da equipe de desenvolvimento em aperfeiçoar o produto. Nessa fase o time de desenvolvimento já conhece o conceito e as funcionalidades do produto, e o protótipo possibilita avaliar a experiência do usuário com o produto e modificá-lo quando necessário. O objetivo dessa fase é o desenvolvimento do produto completo e acabado. O protótipo nesta fase é utilizado como meio de captar o sentimento e avaliar a experiência do usuário. A usabilidade é o objetivo principal do processo de prototipagem proposto nesse framework. Para aumentar a perspectiva de atingir um produto com boa usabilidade, o processo se dá com a execução do framework completo. Em todas as fases devem ser considerados fatores para a usabilidade do produto. Em cada fase do framework os modelos de representações (protótipos) propiciam respectivamente explorar, decidir, detalhar e aperfeiçoar em busca da usabilidade.

4.5.1.1 Fase explorar

O propósito de utilização de protótipos nessa fase é auxiliar a equipe a **concretizar a ideia** do produto. A equipe de desenvolvimento de produtos deve desenvolver, validar e aprovar uma ideia do produto que irá conduzir todo o desenvolvimento do projeto. Também pode ser utilizado para avaliar quão atrativo é a ideia para os potenciais usuários. Pode ser que a equipe possua mais que uma ideia, e nesse caso, o uso de protótipos pode contribuir para a seleção ou refinamento delas. Nessa fase o importante é transformar uma ideia abstrata em um artefato concreto, para facilitar a compreensão das características do produto. Os 3 benefícios que a equipe pode obter são:

Geração de conhecimento. Durante o processo de prototipagem, novos conhecimentos e informações integram/completam o conjunto de conhecimento já existente. A equipe de desenvolvimento utiliza os protótipos com o intuito de obter novas informações dos usuários ou de novos requisitos do produto que tragam uma maior robustez da ideia do projeto. Conhecimentos tácitos da própria equipe também são explicitados durante o processo, possibilitando o compartilhamento de conhecimentos entre a própria equipe.

Exemplo: projeto de gerenciador de diabetes pessoal. A equipe desenvolveu um protótipo simples para exploração e pediu para o usuário analisar a ideia. Com essa dinâmica os desenvolvedores descobriram novas informações sobre o usuário e suas necessidades, como as dificuldades que existem dos idosos em auto-controlar a doença.

Refinamento do projeto. Durante o processo de prototipagem, surgem novas discussões, testes e revisões do projeto. A equipe de desenvolvimento utiliza protótipos com o intuito de incentivar e resolver os problemas das novas explorações desses elementos (discussões, testes e revisões) de forma alinhada com as necessidades do usuário. Isso proporciona o refinamento das ideias de requisitos.

Exemplo: projeto de gerenciador de diabetes pessoal. O protótipo gerou discussões para resolver o problema e possibilitou a percepção de que as dificuldades dos idosos se davam por lidar com equipamentos pouco intuitivos e muito sofisticados para eles.

Direcionamento do projeto. Durante o processo de prototipagem, surgem novas discussões, testes e revisões do projeto. A equipe de desenvolvimento utiliza protótipos com o intuito de incentivar e tomar decisões de novas explorações desses elementos (discussões, testes e revisões) de forma alinhada com as necessidades do usuário para que proporcionem direcionamento das ideias de requisitos.

Exemplo: projeto de gerenciador de diabetes pessoal. O protótipo gerou discussões e possibilitou a tomada decisões entre explorar as funções já contidas na ideia de forma mais intuitiva ou propor funções novas para melhorar a facilidade para os idosos. A equipe compreendeu que a decisão era manter a mesma ideia de função, mas explorar requisitos que proporcionassem maior facilidades, como botões grandes com apenas um click.

4.5.1.2 Fase decidir

O propósito de utilização de protótipos nessa fase é auxiliar a equipe a **mediar prioridade de requisitos** do produto. A equipe de desenvolvimento de produtos deve analisar, validar e priorizar os requisitos que irão constar no produto de acordo com a necessidade do usuário. Também pode ser utilizado para avaliar quão atrativo é determinado requisito para os potenciais usuários. Nessa fase, geralmente, a equipe possui inúmeros requisitos para o produto, e nesse caso, o uso de protótipos pode contribuir para a seleção ou refinamento dos mais apropriados. Nessa fase o importante é alcançar e selecionar os requisitos mais propícios para desenvolver o conceito do produto final e atender as necessidades do usuário. Os 3 benefícios que a equipe pode obter são:

Geração de conhecimento. Durante o processo de prototipagem, novos conhecimentos e informações sobre os requisitos integram/completam o conjunto de conhecimento já existente. A equipe de desenvolvimento utiliza os protótipos com o intuito de obter novas informações sobre os requisitos e selecionar os requisitos do produto que

tragam uma maior robustez para a necessidade do usuário. Conhecimentos tácitos da própria equipe também são explicitados durante o processo, possibilitando o compartilhamento de conhecimentos entre a própria equipe.

Exemplo: projeto do configurador de um termostato de um radiador. A equipe de desenvolvimento desenvolveu um protótipo simples unindo todos os requisitos em uma tela e através de testes identificou informações e conhecimentos sobre eles (requisitos) e sua atuação, como exemplo: a dificuldade que cada um deles pode proporcionar ao usuário desenvolver sua atividade.

Refinamento do projeto. Durante o processo de prototipagem, surgem novas discussões, testes e revisões dos requisitos. A equipe de desenvolvimento utiliza protótipos com o intuito incentivar esses elementos (discussões, testes e revisões) para resolver os problemas dos requisitos de forma alinhada com as necessidades do usuário. Isso proporciona o refinamento dos requisitos.

Exemplo: projeto do configurador de um termostato de um radiador. A equipe desenvolveu uma dinâmica de avaliação do protótipo com o usuário na qual ela pedia para o usuário validar a ordem de informações apresentadas na tela. Através do protótipo o usuário percebeu que ele poderia “errar” e necessitava corrigir seu erro. A equipe conseguiu refinar o projeto nessa situação pois percebeu que a forma de correção do “erro” do usuário não estava apropriada, e conseguiu encontrar o problema em um dos requisitos da tela e resolver com uma melhor alternativa para o usuário corrigir seu erro.

Direcionamento do projeto. Durante o processo de prototipagem, surgem novas discussões, testes e revisões dos requisitos. A equipe de desenvolvimento utiliza protótipos com o intuito de incentivar esses elementos (discussões, testes e revisões) para tomar decisões e selecionar os requisitos que estarão alinhados com as necessidades do usuário e proporcionar o direcionamento dos requisitos adequados.

Exemplo: projeto do configurador de um termostato de um radiador. A equipe desenvolveu uma dinâmica de avaliação do protótipo com o usuário na qual ela pedia para o usuário validar a ordem de informações apresentadas na tela. Através do protótipo o usuário percebeu que ele poderia “errar” e necessitava corrigir seu erro. A equipe de desenvolvimento conseguiu tomar decisões nessa situação pois percebeu que a forma de correção do “erro” do usuário não estava apropriada, e conseguiu compreender que era viável manter um dos requisitos da tela e só bastava melhorá-lo para o usuário corrigir seu erro.

4.5.1.3 Fase otimizar

O propósito de utilização de protótipos nessa fase é auxiliar a equipe a **avaliar a funcionalidade** do produto. A equipe de desenvolvimento de produtos deve analisar, avaliar

e validar as funcionalidades que irão constar no conceito do produto de acordo com a necessidade do usuário. Também pode ser utilizado para avaliar quão atrativo é determinada funcionalidade para os potenciais usuários. Nessa fase, a equipe possui o conceito para o produto e o uso de protótipos pode contribuir para o desenvolvimento de funcionalidades apropriadas. O importante dessa fase é alcançar soluções técnicas apropriadas para as necessidades do usuário. Os 3 benefícios que a equipe pode obter são:

Geração de conhecimento. Durante o processo de prototipagem, novos conhecimentos e informações sobre as funcionalidades integram/completam o conjunto de conhecimento já existente. A equipe de desenvolvimento utiliza os protótipos com o intuito de obter novas informações sobre as funcionalidades mais apropriadas para o produto que tragam uma maior robustez para a necessidade do usuário. Conhecimentos tácitos da própria equipe também são explicitados durante o processo, possibilitando o compartilhamento de conhecimentos entre a própria equipe.

Exemplo: app para gerenciamento e informações de medicamentos. A equipe desenvolveu um protótipo funcional e através de testes e discussões identificou informações e conhecimentos sobre as funcionalidades e sua atuação, como exemplo: a facilidade da comunicação entre o app e o usuário é fundamental para o sucesso do projeto e depende de quão bem a tecnologia é projetada e de quão bem ela atende às necessidades dos usuários para ser efetiva.

Refinamento do projeto. Durante o processo de prototipagem, surgem novas discussões, testes e revisões das funcionalidades. A equipe utiliza protótipos com o intuito de incentivar esses elementos (discussões, testes e revisões) para resolver os problemas das funcionalidades de forma alinhada com as necessidades do usuário. Isso proporciona o refinamento das funcionalidades.

Exemplo: app para gerenciamento e informações de medicamentos. O protótipo funcional quando foi utilizado pela equipe para testes e revisões, gerou discussões e possibilitou a resolução do problema da comunicação. Um problema era que as caixas de seleção eram muito pequenas e dificultavam a visualização e seleção e o segundo era a dificuldade da linguagem e a terminologia usado para descrever as informações. O protótipo possibilitou aumentar as caixas de seleções e adequar as terminologias de acordo com as necessidades de comunicação do usuário.

Direcionamento do projeto. Durante o processo de prototipagem, surgem novas discussões, testes e revisões das funcionalidades. A equipe de desenvolvimento utiliza protótipos com o intuito de incentivar esses elementos (discussões, testes e revisões) para tomar decisões sobre as funcionalidades do produto e determinar que estarão alinhadas com as necessidades do usuário, induzindo o direcionamento das funcionalidades.

Exemplo: app para gerenciamento e informações de medicamentos. O protótipo funcional quando foi utilizado pela equipe para testes e revisões, gerou discussões e possibilitou a tomada de decisões sobre a comunicação. As caixas de seleções eram grandes devido ao app ser touch screen, dessa forma os desenvolvedores ponderaram a viabilidade de retirarem a funcionalidade touch screen. No entanto, optaram por mantê-la pela facilidade de uso e apenas readequar o tamanho das caixas.

4.5.1.4 Fase aperfeiçoar

O propósito de utilização de protótipos nessa fase é auxiliar a equipe a **avaliar a experiência do usuário** do projeto. A equipe de desenvolvimento de produtos deve identificar, analisar e avaliar as experiências que o usuário terá nas atividades com o produto. Também pode ser utilizado para avaliar quão atrativo é o produto acabado (completo) para os potenciais usuários. Nessa fase, a equipe possui o conceito para o produto e as soluções funcionais, o uso de protótipos pode contribuir para compreender as reações e sentimentos do usuário sobre o produto. O importante dessa fase é aperfeiçoar o produto e alcançar um produto final apropriado para as necessidades do usuário. Os 3 benefícios que a equipe pode obter são:

Geração de conhecimento. Novos conhecimentos e informações sobre as reações e sentimentos do usuário em relação ao produto integram/ completam o conjunto de conhecimento já existente. A equipe utiliza os protótipos com o intuito de obter novas informações dessas reações e sentimentos e a partir delas aperfeiçoar o produto para a necessidade do usuário. Conhecimentos tácitos da própria equipe também são explicitados durante o processo, possibilitando o compartilhamento de conhecimentos entre a própria equipe.

Exemplo: sistema de gerenciamento de ingestão de remédio para idosos. A equipe desenvolveu um protótipo altamente interativo e através de testes e discussões identificou informações e conhecimentos sobre como os usuários se comportavam e reagiam nas atividades com os protótipos, como exemplo: a dificuldade de lidar com tecnologias complexas, a necessidade de avatares para o entendimento de funcionalidades, cores atraentes para incentivar o uso e a satisfação do usuário em utilizar dispositivos auxiliares para gerenciamento de ingestão de remédio em casa.

Refinamento do projeto. Surgem novas discussões, testes e revisões das reações e sentimentos do usuário em relação ao produto. A equipe utiliza protótipos com o intuito de incentivar esses elementos (discussões, testes e revisões) e resolver os problemas sobre os fatores do produto que interferem de forma negativa na experiência do usuário. O refinamento do projeto gera a satisfação do usuário.

Exemplo: sistema de gerenciamento de ingestão de remédio para idosos. O protótipo altamente interativo quando utilizado pela equipe para testes e revisões, gerou discussões para resolver o problema de confiabilidade do sistema. O problema se dava pelo tipo de informação gerada pelo sistema e de onde vinham as informações. O protótipo possibilitou entender as informações relevantes para o usuário e informar quem gerou a informações, o que ajudou o usuário se sentir mais confortável em utilizar o sistema.

Direcionamento do projeto. Surgem novas discussões, testes e revisões das reações e sentimentos do usuário em relação ao produto. A equipe de desenvolvimento utiliza protótipos com o intuito de incentivar esses elementos (discussões, testes e revisões) e tomar decisões sobre fatores do produto que interferem de forma negativa na experiência do usuário, de modo que estarão atingindo a satisfação do usuário. Isso induz o direcionamento adequado do produto.

Exemplo: sistema de gerenciamento de ingestão de remédio para idosos. O protótipo altamente interativo quando utilizado pela equipe para testes e revisões, gerou discussões para tomar decisões sobre a confiabilidade do sistema. O protótipo possibilitou entender a viabilidade de profissionais renomados na área médica alimentar o sistema com informações relevantes para o usuário, isso facilitou para que os desenvolvedores tomassem a decisão de que essa seria a direção do projeto.

4.5.1.5 Recursos

Os recursos são meios que determinado protótipo fornece na sua interação e que produz os benefícios, ou seja, é o conjunto de elementos que os protótipos produzem para auxiliar e mediar a busca pelo propósito/objetivo. Segue abaixo descrição desses recursos proporcionados pelos protótipos.

Gerar comunicação: A prototipagem habilita a comunicação, na medida em que fornece características concretas do produto. Isso produz a compreensão comum entre os times de desenvolvimento e o usuário, e o protótipo se torna uma referência comum para o desenvolvimento substituindo nomenclaturas e descrições específicas.

Captar sentimentos: O protótipo modela e fornece características concretas do produto e simula a interação entre produto e usuário. Isso possibilita a identificação de reações e sentimentos do usuário em relação aos aspectos e características do produto e medir a satisfação do usuário.

O recurso gerar comunicação se repete para todos os protótipos independentemente do tipo e da fase de aplicação, no entanto, o conteúdo da comunicação é diferente dependendo do propósito do protótipo. Por exemplo na segunda fase o protótipo foca na comunicação de requisitos e na terceira fase o protótipo destaca a comunicação de funcionalidades.

Já o recurso captar sentimento será proporcionado de forma mais efetiva por protótipos com mais funcionalidades e interação, pois depende de uma conexão (relação) mais profunda entre protótipo e usuário. Por isso, a sugestão é que esse recurso aconteça nos protótipos de alta fidelidade com uma efetividade maior na quarta fase

4.6 Justificativa para utilizar o Framework

Estudou-se 46 casos descritos na literatura com o objetivo de identificar as principais barreiras que a prototipagem auxilia o time de desenvolvimento superar no envolvimento do usuário em processos de desenvolvimento de produtos do setor médico.

Para Nelson et al. (2016) o processo de pensamento deliberado é um sistema lento e baseado em regras para o raciocínio ativo. Os especialistas tendem a funcionar com o pensamento deliberado para desenvolver um produto, o que é muito difícil de articular e verbalizar. Além disso, a maioria das pessoas deixam de falar quando pensam ou processam informações complexas, o que torna difícil verbalizar seus objetivos e tarefas. Para isto, o protótipo se torna uma ferramenta para auxiliar o pensamento, conclusão e exposição dessas ideias.

No caso de Nota et al. (2017), a prototipagem provou ser de valor adicional para as entrevistas de avaliação de necessidades. Os usuários muitas vezes têm dificuldade em conceituar uma ideia, um conceito, uma funcionalidade de um produto e como o produto deve parecer e funcionar, o que pode limitá-lo a expressar suas necessidades. Com o uso de prototipagem, foi mais fácil para os usuários expressarem seus desejos e necessidades e fornecerem informações críticas. Por esse motivo, o autor recomendou o uso de prototipagem no processo de desenvolvimento de futuros produtos (NOTA et al., 2017).

Teixeira, Ferreira e Santos (2012) confirmaram em seu trabalho que o uso de ferramentas abstratas para o envolvimento do usuário no processo de desenvolvimento de produto pode confundir e intimidar os usuários, o que resulta em pouco feedback, já que os usuários não reagem, e às vezes apenas concordam quando não entendem a mensagem passada.

Isto posto e com a análise dos casos, pontuou-se mais algumas barreiras de envolvimento de usuários no processo de desenvolvimento de produtos do setor médico, decorrentes da **falta de comunicação** e que os protótipos são escolhidos para superá-las. São elas:

1) Intimidação dos usuários: O uso de terminologias abstratas no processo de validação pode confundir e intimidar os usuários, e pouco feedback é obtido, já que os usuários não reagem, e às vezes apenas concordam quando não entendem a linguagem (TEIXEIRA; FERREIRA; SANTOS 2012). O protótipo é um modelo concreto, segundo Teixeira, Ferreira e Santos (2012) isso melhora muito a comunicação entre o time de

desenvolvimento e usuários e essa interação proporciona resultados mais concretos para o usuário incentivando a sua participação.

Além disso, Sutcliffe et al. (2010) relata que protótipos iniciais, feitos de papéis, proporcionam orientações de cenários o que possibilita encorajar os usuários a explorar e a participar do projeto, bem como, Nelson et al. (2016) descreve que o desenvolvimento iterativo através de protótipos incentivou os usuários a se envolverem no projeto durante o desenvolvimento do estágio inicial e promoveu a disposição para auxiliar nos futuros testes

2) Dificuldade de integração de conhecimentos: Um dos problemas sérios com o envolvimento ativo dos usuários é como tratar a multiplicidade de solicitações e ideias que surgem. Os grupos de usuários são notórios por gerar listas intermináveis de solicitações, ou "listas de desejos", que os desenvolvedores não pensavam encontrar (NOWLAN, 1994). Assim, os desenvolvedores precisam considerar e articular como está a organização de seu produto para levar em conta tais descobertas no processo de desenvolvimento do produto. Claramente, é ingênuo esperar que todas as descobertas possam ser utilizadas no produto (MARTIN et al., 2012)

Dessa forma, uma ferramenta concreta pode auxiliar na organização e entendimento do projeto e das necessidades do usuário e fornecer pistas para priorização e identificação dos melhores caminhos.

3) Dificuldade de compreensão clara de dados e informações: A forma como o usuário precisa dos dados para um envolvimento ativo e a forma como as empresas organizam esses dados podem não corresponder para obter um processo eficiente de comunicação e tomada de decisão. Os usuários têm capacidades limitadas para visualizar os dados e conseqüentemente a novidade. Portanto, se os dados não estiverem bem organizados e com facilidade para o entendimento, o envolvimento provavelmente será dificultado ou tendencioso em relação aos produtos imitativos (MARTIN et al., 2012).

Isso sugere que seria valioso para aqueles que fazem pesquisas centradas nos usuários serem claros sobre o potencial alcance e escopo dos dados, por exemplo, se bem organizados os dados e com uma compreensão clara, levam a descobertas de que talvez a necessidade clínica é diferente do previsto e que os recursos imprevistos do dispositivo são importantes etc. (MARTIN et al., 2012).

À vista disso, o protótipo pode ser uma ferramenta de convencimento de mudança do projeto, pois clareia mais a mente dos desenvolvedores e dos usuários em comparação com os questionários, além de concretizar alguns eventuais problemas (MARTIN et al., 2012).

Com protótipos as necessidades e requisitos ficam mais claros para os desenvolvedores e as tarefas que serão realizadas com o produto ficam mais claras para os usuários. Isso possibilita e potencializa a comunicação e, conseqüentemente, oferecem uma

oportunidade para os indivíduos se engajarem em um diálogo aberto e refletir sobre suas diversas experiências pessoais e profissionais, o que nos permite capturar efetivamente a amplitude de experiências de múltiplos usuários. Diferente dos questionários que podem se tornar um pouco confuso e não explorar na totalidade as tarefas do produto e as necessidades dos usuários, o que pode tornar o desenvolvimento defasado perante as expectativas do usuário (GRAY et al., 2016).

A redução de conflitos entre desenvolvedores e entre desenvolvedores e usuários também pode se dar com o auxílio dos protótipos. Isso devido a notações fáceis, as quais os envolvidos podem entender e, então, facilita a avaliação dos dados, a aceitação do projeto e comentários por parte dos envolvidos (CHIOU et al., 2014).

Um protótipo interativo ajuda a comunicar o design final e a funcionalidade, de uma forma mais rápida, fácil e eficaz do que o suporte de descrições de texto. Mesmo os programadores experientes tendem a confiar mais nas imagens em diretrizes de design do que no texto de suporte ao tomar decisões sobre detalhes de codificação. Uma comunicação clara pode ajudar a economizar tempo e dinheiro ao não ter que retrabalhar ou corrigir mal-entendidos no produto mais tarde em testes de desenvolvimento ou de usabilidade. Se ter uma imagem vale mais que mil palavras, então, ter uma imagem interativa vale mais (NELSON et al., 2016). O protótipo que Nelson et al. (2016) desenvolveu no seu caso, facilitou a comunicação rápida de ideias e estabeleceu um entendimento comum de design e funcionalidade pretendida.

Normalmente os usuários acham mais fácil responder a uma abordagem sugerida demonstrada por um protótipo do que definir seus requisitos com o sistema representado por um modelo abstrato (TEIXEIRA; FERREIRA; SANTOS 2012). De fato, os princípios de representação de design enfatizam a importância de usar representações que sejam fáceis de entender para todas as partes interessadas. O uso de terminologias abstratas no processo de validação pode confundir e intimidar os usuários, e pouco feedback é obtido, já que os usuários não reagem, e às vezes apenas concordam quando não entendem a linguagem (TEIXEIRA; FERREIRA; SANTOS 2012).

Assim o protótipo provou ser a ferramenta mais adequada para a participação dos usuários em um processo de engenharia de requisitos, melhorando bastante a comunicação entre o engenheiro de requisitos e os usuários (TEIXEIRA; FERREIRA; SANTOS 2012). A forma concreta dos dados contribui para a identificação mais assertiva das necessidades do usuário e criação de novas funcionalidades e interfaces para o usuário (TEIXEIRA; FERREIRA; SANTOS 2012).

4) Grande índice de erros e incerteza: A interação entre desenvolvedores e usuários é de extrema importância para reduzir os erros e incertezas do projeto, ou seja, para conseguir com que o projeto atenda às necessidades de seu usuário (TEIXEIRA;

FERREIRA; SANTOS 2012). A utilização de protótipos potencializa a eficiência dessa interação, pois refina a comunicação entre as partes e por muitas vezes originam resultados mais concretos e consequentemente reduzem a confusão e intimidação das partes envolvidas gerando a redução dos erros e incertezas (TEIXEIRA; FERREIRA; SANTOS 2012).

No trabalho de Thursky e Mahemoff (2007) ao invés de progredir diretamente para um protótipo funcional, optou-se por usar a prototipagem de papel para testar a validade de algumas suposições e aumentar a confiança de que o projeto realmente atingiria suas metas. Na prototipagem de papel, foi mostrado para o usuário um esboço do sistema para resolver problemas realistas ou estudos de caso. Esse processo permitiu que os desenvolvedores examinassem como os usuários interagiam e se comportavam com a ferramenta de suporte à decisão (protótipo) através de uma experiência simulada de uso do sistema proposto. Claramente, informações sobre o usuário e o contexto de trabalho ajudaram a formar ideias para o desenvolvimento do produto, e algumas ideias iniciais (antes do experimento) sobre o produto foram abandonadas, pois não se confirmaram com a necessidade do usuário ou deixaram dúvidas sobre o ambiente do usuário (THURSKY; MAHEMOFF, 2007).

Os protótipos são usados para orientar o projeto através da tomada de decisão, ou seja, auxilia na identificação da informações e dados, no conhecimento sobre as opções, no reconhecimento da tomada de decisão, na seleção das preferencias adequadas, na comunicação e validação da decisão tomada (NOTA et al., 2017). Essa dinâmica especialmente começando no início do projeto auxiliará a levantar pistas iniciais que ajudarão a antecipar e traçar a origem dos problemas na fase inicial do projeto, com o objetivo de evitar futuros equívocos e confusões (HOLZINGER, 2004).

Analisando as barreiras descritas acima identificadas nos casos da literatura percebe-se que a aplicação de protótipo é uma ocorrência comum para tentar ameniza-las. No entanto, a prototipagem acontece sem um processo comum e bem estabelecido para chegar no objetivo desejado. Os autores que definem protótipos descrevem as funcionalidades para cada tipo de protótipo, mas em cada caso observado na literatura, houve a aplicação do protótipo de uma forma diferente e de acordo com o entendimento do direcionador do projeto.

5 CONCLUSÃO

Esse trabalho teve como foco discutir a seguinte pergunta de pesquisa: Como utilizar de forma eficiente a prototipagem como meio de envolver o usuário no processo de desenvolvimento de produto do setor da saúde? Acredita-se que o framework organizado, com propósitos, objetivos e etapas bem definidas para aplicação eficiente de protótipo como meio de envolver o usuário, traz luz a esse gap da literatura.

Primeiramente, a análise dos casos de desenvolvimento de produtos da área da saúde revelou que o mero envolvimento do usuário não é suficiente, uma vez que a maioria dos projetos afirmam ter envolvido os usuários, mas os problemas recorrentes de design persistem. Geralmente com a mesma equipe participando do processo de envolvimento de usuários os resultados são mais eficazes, mas ainda necessitam melhorar a sua efetividade (NOWLAN, 1994). Isso demonstra que não existem marcos e propósitos para o envolvimento do usuário através de protótipos ao longo do processo de desenvolvimento de produto, o que muitas vezes geram excessos de atribuição para um determinado tipo de protótipo e provavelmente pode causar confusão e dificuldades na comunicação.

Como exemplo, alguns estudos como o de Gray et al. (2016) que desenvolveu apenas protótipos de alta fidelidade, propõe como pesquisas futuras ou até mesmo define limitações de sua pesquisa como sendo o desenvolvimento de protótipos de baixa fidelidade mais no início do PDP e com múltiplas interações e ciclos.

Essa limitação da pesquisa do Gray et al. (2016), possivelmente, foi dada exatamente por não usarem protótipos em todo o processo de desenvolvimento, do início ao fim de forma evolutiva e como método de envolvimento do usuário. Isso provavelmente não foi o suficiente para uma comunicação eficiente entre os envolvidos e o entendimento claro entre as partes, pois o autor relata que a elucidação da especificação qualitativa em métodos de prototipagem tradicionais é intensiva e o projeto só conseguiu passar por uma única rodada com um protótipo de alta fidelidade (GRAY et al., 2016).

A análise de como e quando os protótipos são utilizados também deve ser considerada como uma importante contribuição desse trabalho. Ficou evidenciado que construir o protótipo desde o início do desenvolvimento é uma prática essencial para o produto atender as expectativas do usuário com eficiência. No entanto, não basta construir e aplicar, o propósito do protótipo precisa estar muito bem estabelecido, senão o projeto não é direcionado adequadamente e o custo de desenvolvimento passa a ser ainda maior.

Dessa forma, a falta de um processo de referência de envolvimento de usuários por meio de protótipos, muitas vezes pode causar problemas na orientação, aprendizado e melhoria do envolvimento do usuário por meio de protótipos. Como exemplo, Nowlan (1994) reconhece que o uso de protótipos dá origem a várias dificuldades intrínsecas como: os

usuários acham difícil distinguir as características ou funcionalidades que a equipe de desenvolvimento espera validar em um protótipo atual e para versões posteriores. Assim, como resultado disso pode ser que os usuários gastem muito tempo em um mesmo lugar discutindo coisas sem relevância para o design do produto.

Pode-se perceber no caso de Nota et al. (2017) que em apenas um tipo de protótipo existe dois propósitos: identificar as necessidades e fechar um conceito de produto. Isso pode causar confusão na aplicação do protótipo e gerenciamento das informações ou até mesmo esconder e maquiagem algumas informações importantes, devido ao grande número de informações para lidar. Além disso, outra complexidade é a utilização de protótipos com propósitos difíceis de alcançar, por exemplo usar um protótipo de papel para analisar a funcionalidade do produto, pode causar ineficiência na atividade e por fim gerar prejuízo para o produto.

Isto posto evidencia a importância de cada protótipo possuir um propósito bem definido e a necessidade da criação de recomendações e marcos referenciais para a prática do envolvimento do usuário por meio de protótipos que possibilite amenizar as barreiras e melhorar constantemente o envolvimento do usuário.

A adoção de processos formais, então, se torna uma solução que poderá auxiliar na superação das barreiras anteriormente citadas. Processos formais fornecerão marcos bem definidos, recomendações e propósitos para um processo de referência de envolvimento do usuário por meio de protótipos. Isso possibilitará uma melhora na comunicação entre os envolvidos no projeto e criará recomendações que guiarão os desenvolvedores em busca de um envolvimento do usuário mais eficiente.

Como terceira contribuição tem-se a identificação de barreiras e desafios que a prototipagem auxilia o time de desenvolvimento superar no envolvimento do usuário em processos de desenvolvimento de produtos do setor médico. Levando em conta o trabalho de Bano e Zowghi (2015) onde os autores caracterizam alguns fatores para atingir o sucesso do sistema produto por meio do envolvimento do usuário e as barreiras levantadas na seção 4.6, é importante evidenciar como o framework de utilização de protótipos pode auxiliar o time de desenvolvimento nesse caminho.

Segue abaixo alguns problemas e desafios com o envolvimento dos usuários (seção 4.6), que podem atrapalhar a busca pelo sucesso do produto:

- 1 Dificuldade na comunicação e mal-entendidos entre os usuários e as equipes de desenvolvimento.
- 2 Intimidação dos usuários.
- 3 Dificuldade de integração de conhecimentos.
- 4 Dificuldade de compreensão clara de dados e informações.
- 5 Grande índice de erros e incerteza

Dessa forma, o quadro 3 demonstra como o framework descrito nesse trabalho possibilita o auxílio da resolução desses problemas:

Quadro 3 - Importância do framework de envolvimento de usuários por meio de protótipos

Problemas e desafios com o envolvimento do usuário	Característica do Framework que proporciona a solução	Solução dos problemas e desafios dada pelo Framework
Dificuldade na comunicação e mal-entendidos entre os usuários e as equipes de desenvolvimento	Interação entre os envolvidos por meio de uma referência concreta e comum (protótipo)	Comunicação por meio de uma referência concreta e comum, proporcionando clareza na comunicação
Intimidação dos usuários	Protótipos bem definidos com propósitos estabelecidos de acordo com o resultado esperado	Aperfeiçoamento da comunicação, resolução de conflitos e incentivo a participação do usuário com protótipos
Dificuldade de integração de conhecimentos	Fases bem definidas com propósitos, entregas bem definidas e comunicação clara	Organização e entendimento do projeto e das necessidades do usuário, isso proporciona pistas para priorização e identificação dos melhores caminhos.
Dificuldade de compreensão clara de dados e informações	Fases bem definidas com propósitos, entregas bem definidas e comunicação clara	Organização e clareza no processo de envolvimento do usuário
Grande índice de erros e incerteza	Resultados Concretos	Redução da confusão e melhor entendimento das necessidades dos usuários.

Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, como última contribuição, essa pesquisa contribui para a área teórica de envolvimento do usuário e para o setor de produtos médicos, por meio da criação de uma ferramenta para auxiliar desenvolvedores de produto na eficiência da aplicação de protótipos como forma de envolver o usuário em projetos de desenvolvimento de produtos da área médica.

Para isso foram coletados artigos na literatura que continham casos de aplicação de protótipos em projetos de produtos da área médica centrados nos usuários. Rastreou-se

a utilização de protótipos nos casos com o objetivo de investigar quais eram os principais propósitos, os benefícios e os recursos da aplicação dos diversos tipos de protótipos.

Observou que os diferentes tipos de protótipos são utilizados em diferentes fases do desenvolvimento de produto, no entanto, de maneiras pontuais, sem uma combinação em um processo evolutivo e iterativo. Além disso, notou-se que a comunicação entre desenvolvedores e usuários é um fator chave para o produto caminhar para o sucesso e que a prototipagem pode ser uma linguagem concreta e simples.

Essas análises resultaram em recomendações para prototipagem organizadas em um framework, que apresenta uma proposta de um processo de prototipagem evolutivo, iterativo e claro. O processo é composto por fases, tendo cada uma delas um objetivo e um propósito para o protótipo, o que possibilita o desenvolvedor compreender com mais clareza o que fazer e quando fazer.

Ressalta-se nessa pesquisa, que os protótipos são eficazes meios de comunicação e interação concretos e claros com os usuários. Portanto as recomendações do framework de prototipagem são para utilizar o protótipo como meio de envolvimento do usuário no projeto. Isso possibilita que as empresas envolvam os seus usuários desde as fases iniciais até o final do desenvolvimento, proporcionando o lançamento de um produto que atenda às necessidades, satisfaça e proporcione segurança para o usuário.

Com a interação constante entre desenvolvedores e usuários, a tendência é que as necessidades, costumes, comportamentos e gostos do usuário passe a ser conhecido pelos desenvolvedores. Dessa forma, os desenvolvedores conhecem o que os usuários esperam do produto e os usuários o que os desenvolvedores estão desenvolvendo, mitigando os riscos e as incertezas do desenvolvimento.

No geral, o framework proposto trará contribuições para as empresas que buscam desenvolver produtos médicos que atendam as expectativas do usuário. As fases bem definidas e o que fazer em cada uma delas facilitará para as empresas se comunicar com o usuário e evoluir o seu produto de acordo com as necessidades dele, favorecendo que os custos e o tempo de desenvolvimento diminuam. O resultado disso será o desenvolvimento de produto mais eficiente, participação ativa do usuário e produtos que atendam as normas exigidas pelo setor, isto é, com boa usabilidade.

Vale destacar que de acordo com a classificação do envolvimento do usuário definido por Zhang e Dong (2016), o framework desenvolvido nesse trabalho é mais eficiente para utilização em processos de desenvolvimento que buscam um envolvimento com participação ativa do usuário. Lembrando que projetos ou fases de projetos que utilizam

as demais classificações também podem utilizar, no entanto, podem desperdiçar recursos em determinados momentos e não ter a mesma eficiência.

Por fim, essa pesquisa contém algumas limitações. Uma delas é a avaliação prática do framework, visto limitações de tempo, não foi possível aplicar as recomendações do framework em uma empresa. Além disso, muitas empresas não possuem um processo de desenvolvimento de produtos centrado no usuário maduro, o que poderia ser uma dificuldade em aplicar a teoria proposta nessa pesquisa.

Além disso, o framework não define o tipo de usuário que deve se envolver, nem mesmo qual o melhor perfil de usuário para cada etapa. Sabendo que os diferentes tipos de usuários (médicos, enfermeiros, e os diversos tipos de pacientes) influenciam no objetivo em que se busca atingir no projeto, é importante estudar cada um deles e recrutar os mais adequados de acordo com o objetivo. Mas isso foge do escopo da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABRAS, C.; MALONEY-KRICHMAR, D.; PREECE, J. **User-centered design**. 2004. (Nota técnica).
- AHMED, S. M. Z. A User-centred design and evaluation of IR interfaces. **Journal of Librarianship and Information Science**, v. 38, n. 3, p. 157–172, 2006.
- AITCHISON, G. A. et al. A Review of the design process for implantable orthopedic medical devices. **The Open Biomedical Engineering Journal**, v. 3, p. 21–27, 2009.
- ALEXANDER, K.; CLARKSON, P. J. A Validation model for the medical devices industry. **Journal of Engineering Design**, v. 13, n. 3, p. 197–204, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ARTIGOS E EQUIPAMENTOS MÉDICOS, ODONTOLÓGICOS, HOSPITALARES E DE LABORATÓRIOS. Brazilian health devices. **ABIMO em Revista**, v. 2, n. 4, p. 22-32, 2014.
- ATKINSON, N. L. et al. Rural eHealth nutrition education for limited-income families : an iterative and user-centered design approach. **Journal of Medical Internet Research**, v. 11, n. 2, Apr./June 2009. DOI: <http://www.jmir.org/2009/2/e12>.
- _____. User-centered research on breast cancer patient needs and preferences of an internet-based clinical trial matching system. **Journal of Medical Internet Research**, v. 9, n.2, 2007. DOI: <http://www.jmir.org/2007/2/e13>.
- BANO, M.; ZOWGHI, D. A Systematic review on the relationship between user involvement and system success. **Information and Software Technology**, v. 58, p. 148–169, 2015.
- BIEDIGER-FRIEDMAN, L. et al. A Focus group investigation. **American Journal Health Behavior**, v. 40, n. 4, p. 461–471, 2016.
- BOEHMER, K. R. et al. Meaningful conversations in living with and treating chronic conditions: development of the ICAN discussion aid. **BMC Health Services Research**, v. 16, n. 1, p. 1–9, 2016.
- BOGERS, M.; HORST, W. Collaborative prototyping: cross-fertilization of knowledge in prototype-driven problem solving. **Journal of Product Innovation Management**, v. 31, n. 4, p. 744–764, 2014.
- BRENNAN, P. F.; DOWNS, S.; CASPER, G. Project healthdesign: rethinking the power and potential of personal health records. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 43, n. 5, p. S3–S5, 2010.
- BRISBEN, A. J.; LOCKERD, A. D.; LATHAN, C. Design evolution of an interactive robot for therapy. **Telemedicine and e-Health**, v. 10, n. 2, p. 252–259, 2004.
- BROX, E.; KONSTANTINIDIS, S. T.; EVERTSEN, G. User-centered design of serious games for older adults following 3 years of experience with exergames for seniors: a study design. **JMIR Serious Games**, v. 5, n. 1, Jan./Mar. 2017. DOI: <http://games.jmir.org/2007/1/e2>.

CAI, R. A. et al. Developing and evaluating JIApp: acceptability and usability of a smartphone app system to improve self-management in young people with juvenile idiopathic arthritis. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 5, n. 8, Aug. 2017. DOI: <http://mhealth.jmir.org/2017/8/e121>.

CAMPESE, C. et al. Estudo dos métodos de Ucd. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 10., 2015, Itajubá. **Anais...** Itajubá: UNIFEI, 2015. p. 1–12.

CHIOU, E. et al. Contextual design of a motivated medication management device. **Ergonomics in Design**, v. 22, n. 1, p. 8–15, 2014.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 8., 2011, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: [s.n.], 2011. p. 1–12.

COOPER, R. G. **Winning at new products**. New York: Basic Books, 2011.

CUTTING, E. et al. User-centered design of multi-gene sequencing panel reports for clinicians. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 63, p. 1–10, Oct. 2016.

DE LA HIDALGA, A. N.; HARDISTY, A.; JONES, A. SCRAM-CK: applying a collaborative requirements engineering process for designing a web based e-science toolkit. **Requirements Engineering**, v. 21, n. 1, p. 107–129, 2016.

DEVOGE, J. M. et al. Collaborating with physicians to redesign a sign-out tool. **Ergonomics in Design**, v. 17, n. 1, p. 20–28, 2009.

DYKES, P. C. et al. Participatory design and development of a patient-centered toolkit to engage hospitalized patients and care partners in their plan of care. In: AMIA 2014 ANNUAL SYMPOSIUM, 2014, Washington. **Proceedings...** Bethesda: AMIA, 2014. p. 486–495.

FERRISE, F.; GRAZIOSI, S.; BORDEGONI, M. Prototyping strategies for multisensory product experience engineering. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 28, n. 7, p. 1695–1707, Oct. 2017.

FONDA, S. J. et al. Evolution of a web-based, prototype personal health application for diabetes self-management. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 43, n. 5, p. S17–S22, Oct. 2010. Supplement.

FRASER, R. G.; ARMAREGO, J.; YOGESAN, K. The Reengineering of a software system for glaucoma analysis. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 79, n. 2, p. 97–109, 2005.

GARDAN, J. Definition of users' requirements in the customized product design through a user-centered translation method. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, v. 11, n. 4, p. 813–821, 2015.

GENGNAGEL, C.; NAGY, E.; STARK, R. (Ed.). **Rethink! prototyping: transdisciplinary concepts of prototyping**. New York: Springer, 2015.

GIGUERE, A. et al. Decision boxes for clinicians to support evidence-based practice and shared decision making: the user experience. **Implementation Science**, v. 7, 2012. DOI: <http://www.implementationscience.com/7/1/72>.

GRAY, C. S. et al. Improving patient experience and primary care quality for patients with complex chronic disease using the electronic patient-reported outcomes tool: adopting qualitative methods into a user-centered design approach. **JMIR Research Protocols**, v. 5, n. 1, p. e28, 2016. DOI: <http://www.researchprotocols.org/2016/1/e28>.

GUERLAIN, S.; HUGINE, A.; WANG, L. A Comparison of 4 epinephrine autoinjector delivery systems: usability and patient preference. **Annals of Allergy, Asthma and Immunology**, v. 104, n. 2, p. 172–177, 2010.

GULLIKSEN, J. et al. Key principles for user-centred systems design. **Behaviour & Information Technology**, v. 22, n. 6, p. 397–409, 2003.

HALKIDI, M.; BATISTAKIS, Y.; VAZIRGIANNIS, M. Cluster validity methods: part I. **ACM SIGMOD Record**, v. 31, n. 2, p. 40-45, June 2002.

HALL, R. R. Prototyping for usability of new technology. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 55, n. 4, p. 485–501, 2001.

HAN, F.; SHIN, K.; CHOW, D. User-centred design approach for hydrotherapy wetsuit. **International Journal of Fashion Design, Technology and Education**, v. 9, n. 1, p. 16–22, 2016.

HARJUMAA, M. et al. Expectations and user experience of a multimodal medicine management system for older users. **Journal of Assistive Technologies**, v. 8, n. 2, p. 51–63, 2014.

HARTE, R. et al. Human-centered design study: enhancing the usability of a mobile phone app in an integrated falls risk detection system for use by older adult users. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 5, n. 5, May 2017. DOI: <http://mhealth.jmir.org/2017/5/e71>.

HOLZINGER, A. Rapid prototyping for a virtual medical campus interface. **IEEE Software**, v. 21, n. 1, p. 92-99, 2004.

HUANG, P.-H.; CHIU, M.-C. Integrating user centered design, universal design and goal, operation, method and selection rules to improve the usability of DAISY player for persons with visual impairments. **Applied Ergonomics**, v. 52, p. 29–42, Jan. 2016.

IJZERMAN, M. J.; STEUTEN, L. M. Early assessment of medical technologies to inform product development and market access: a review of methods and applications. **Applied Health Economics and Health Policy**, v. 9, n. 5, p. 331–347, 2011.

KALLEN, M. A.; YANG, D. S.; HAAS, N. A Technical solution to improving palliative and hospice care. **Supportive Care in Cancer**, v. 20, n. 1, p. 167–174, 2012.

KANAI, S.; HIGUCHI, T.; KIKUTA, Y. 3D digital prototyping and usability enhancement of information appliances based on UsiXML. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, v. 3, n. 3, p. 201–222, 2009.

KILSDONK, E. et al. From an expert-driven paper guideline to a user-centred decision support system: a usability comparison study. **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 59, n. 1, p. 5–13, 2013.

KUJALA, S. Effective user involvement in product development by improving the analysis of user needs. **Behaviour & Information Technology**, v. 27, n. 6, p. 457–473, 2008.

MADRE Teresa de Calcutá. Disponível em: <<https://www.pensador.com/frase/MTIxOQ/>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

MARCACINI, R. M.; REZENDE, S. O. Incremental construction of topic hierarchies using hierarchical term clustering. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND KNOWLEDGE ENGINEERING, 22., 2010. **Proceedings...** [S.l.:s.n.]. p. 553–558.

MARKIEWICZ, K.; VAN TIL, J. A.; IJZERMAN, M. J. Medical devices early assessment methods: systematic literature review. **International Journal of Technology Assessment in Health Care**, v. 30, n. 2, p. 137–146, 2014.

MARTIN, J. L. Design for patient safety: User testing in the development of medical devices. London: National Patient Safety Agency, 2010.

MARTIN, J. L. et al. A User-centred approach to requirements elicitation in medical device development: a case study from an industry perspective. **Applied Ergonomics**, v. 43, n. 1, p. 184–190, 2012.

MARTIN-HAMMOND, A. M.; ABEGAZ, T.; GILBERT, J. E. Designing an over-the-counter consumer decision-making tool for older adults. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 57, p. 113–123, 2015.

MIAO, M. et al. Contrasting usability evaluation methods with blind users. **Universal Access in the Information Society**, v. 15, n. 1, p. 63–76, 2016.

MICHELINI, G. **Mapeamento das tarefas e características dos usuários para seu envolvimento no processo de desenvolvimento de produtos para a saúde**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

MORELI, E. C. et al. **Cenários internacional e nacional do setor de equipamentos médicos , hospitalares e odontológicos**. Ribeirão Preto, 2010 (Relatório técnico da fase de diagnóstico, componente do projeto Programa de Desenvolvimento do Arranjo Produtivo Local Médico, Hospitalar e Odontológico do Município de Ribeirão Preto e Região).

NELSON, S. D. et al. Software prototyping: a case report of refining user requirements for a health information exchange dashboard. **Applied Clinical Informatics**, v. 7, n. 1, p. 22–32, 2016.

NEUBECK, L. et al. Development of an integrated e-health tool for people with, or at high risk of, cardiovascular disease: the vonsumer navigation of electronic cardiovascular tools (CONNECT) web application. **International Journal of Medical Informatics**, v. 96, p. 24–37, 2016.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. Boston: AP Professional, 1994.

NOTA, I. et al. Development of a web-based patient decision aid for initiating disease modifying anti-rheumatic drugs using user-centred design methods. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, v. 17, n. 1, p. 1–14, 2017.

NOWLAN, W. A. Clinical workstations: identifying clinical-requirements and understanding clinical information. **International Journal of Bio-Medical Computing**, v. 34, n. 1–4,

p. 85–94, 1994.

PANESCU, D. Medical device development. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY, 2009, Minneapolis. **Proceedings...** Minneapolis: IEEE EMBS, 2009. p. 5591–5594.

PEERDEMAN, B. et al. Myoelectric forearm prostheses: state of the art from a user-centered perspective. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 48, n. 6, p. 719–738, 2011.

PELEG, M. et al. Using multi-perspective methodologies to study users' interactions with the prototype front end of a guideline-based decision support system for diabetic foot care. **International Journal of Medical Informatics**, v. 78, n. 7, p. 482–493, 2009.

PIETZSCH, J. B. et al. Stage-gate process for the development of medical devices. **Journal of Medical Devices**, v. 3, n. 2, p. 021004, 2009. DOI: 10.1115/1.3148836.

PLAISANCE, A. et al. Development of a decision aid for cardiopulmonary resuscitation involving intensive care unit patients' and health professionals' participation using user-centered design and a wiki platform for rapid prototyping: a research protocol. **JMIR Research Protocols**, v. 5, n. 1, p. e24, Jan./Mar. 2016. DOI: <http://www.researchprotocols.org/2016/1/e24>.

PORTAL ACTION: 6.2 - distribuição normal. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/probabilidades/62-distribuicao-normal>>. Acesso em: 9 jan. 2019.

REZENDE, L. S. A.; BERNARDES, M.; MELLO, C. H. P. Engenharia da usabilidade aplicada ao desenvolvimento de equipamentos médicos: uma revisão sistemática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 10., 2015, Itajubá. **Anais...** Itajubá: UNIFEI, 2015. p. 1–10.

REZENDE, S. O. **Sistemas inteligentes: fundamentos e aplicações**. Barueri: Manole, 2003.

RINKUS, S. et al. Human-centered design of a distributed knowledge management system. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 38, n. 1, p. 4–17, 2005.

ROBINSON, L. et al. Keeping in touch everyday (KITE) project: developing assistive technologies with people with dementia and their carers to promote independence. **International Psychogeriatrics**, v. 21, n. 3, p. 494–502, 2009.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

RUDD, J.; ISENSEE, S. Twenty-two tips for a happier, healthier prototype. In: PROCEEDINGS OF THE HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY ANNUAL MEETING, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1177/154193129103500519>.

RUDD, J.; STERN, K.; ISENSEE, S. Low vs. high-fidelity prototyping debate. **Interactions**, v. 3, n. 1, p. 76–85, 1996.

SAUER, J.; FRANKE, H.; RUETTINGER, B. Designing interactive consumer products: utility

of paper prototypes and effectiveness of enhanced control labelling. **Applied Ergonomics**, v. 39, n. 1, p. 71–85, 2008.

SCHLEYER, T. K. L. et al. The Feasibility of a three-dimensional charting interface for general dentistry. **Journal of the American Dental Association**, v. 138, n. 8, p. 1072–1080, 2007.

SHAH, S. G. S.; ROBINSON, I.; ALSHAWI, S. Developing medical device technologies from users' perspectives: a theoretical framework for involving users in the development process. **International Journal of Technology Assessment in Health Care**, v. 25, n. 4, p. 514–521, 2009.

SLAGLE, J. M. et al. MyMediHealth: designing a next generation system for child-centered medication management. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 43, n. 5, p. S27–S31, 2010.

SLEGERS, K.; DONOSO, V. The Impact of paper prototyping on card sorting: a case study. **Interacting with Computers**, v. 24, n. 5, p. 351–357, 2012.

SMARADOTTIR, B. et al. The EU-project United4Health: user-centred design of an information system for a Norwegian telemedicine service. **Journal of Telemedicine and Telecare**, v. 22, n. 7, p. 422–429, 2016.

STAGGERS, N.; KOBUS, D. Comparing response time, errors, and satisfaction between text-based and graphical user interfaces during nursing order tasks. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 7, p. 164–176, 2000.

STOL, K.; RALPH, P.; FITZGERALD, B. Grounded theory in software engineering research : a critical review and guidelines. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING, 38., 2016, Austin. **Proceedings...** Austin: ICSE, 2016. p. 120–131.

SUTCLIFFE, A. et al. User engagement by user-centred design in e-Health. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: mathematical, physical and engineering sciences**, v. 368, n. 1926, p. 4209–4224, 2010.

A SYSTEM of health accounts. Paris: OECD, 2000.

TEIXEIRA, A. et al. Design and development of medication assistant: older adults centred design to go beyond simple medication reminders. **Journal Universal Access in the Information Society**, v. 16, n. 3, p. 545-560, 2017.

TEIXEIRA, L.; FERREIRA, C.; SANTOS, B. S. User-centered requirements engineering in health information systems: A study in the hemophilia field. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 106, n. 3, p. 160–174, 2012.

THURSKY, K. A.; MAHEMOFF, M. User-centered design techniques for a computerised antibiotic decision support system in an intensive care unit. **International Journal of Medical Informatics**, v. 76, n. 10, p. 760–768, 2007.

TORRES, S. et al. The Development of a communication tool to facilitate the cancer trial recruitment process and increase research literacy among underrepresented populations. **Journal of Cancer Education**, v. 30, n. 4, p. 792–798, 2015.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal**

of Management, v. 14, p. 207–222, 2003.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product design and development**. New York: McGraw-Hill, 2008.

URDIALES, C. et al. On The construction of a skill-based wheelchair navigation profile. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 21, n. 6, p. 917–927, 2013.

VALLEJO-TORRES, L. et al. Integrating health economics modeling in the product development cycle of medical devices: a Bayesian approach. **International Journal of Technology Assessment in Health Care**, v. 24, n. 4, p. 459–464, 2008.

VIRZI, R.; SOKOLOV, J. L.; KARIS, D. Usability problem identification using both low-and high-fidelity prototypes. In: PROCEEDINGS OF THE SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1996, Vancouver. **Proceedings...** New York: ACM, 1996. p. 236-243.

VREDENBURG, K. et al. A Survey of user-centered design practice. In: PROCEEDINGS OF THE SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2002, Minneapolis. **Proceedings...** New York: ACM, 2002. p. 471-478.

WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. Accelerating the design-build- test cycle for effective product development. **Business**, v. 11, n. 1, p. 32–46, 1994.

WILKIE, A. Prototyping as event: designing the future of obesity. **Journal of Cultural Economy**, v. 7, n. 4, p. 476–492, 2014.

XIAO, D. et al. A Newly designed portable ergonomic laparoscopic skills Ergo-Lap simulator. **Minimally Invasive Therapy and Allied Technologies**, v. 22, n. 6, p. 337–345, 2013.

ZHANG, B.; DONG, H. Human aspects of it for the aged population. **Design for Aging**, v. 9754, p. 141–152, 2016.

APÊNDICE 1 – ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

A análise bibliométrica foi realizada para o pesquisador conhecer a maturidade do conhecimento sobre o tema: aplicação de protótipos em projetos de UCD na área da saúde. Para isso o objetivo foi mapear os principais autores, instituições, grupos de pesquisas e temas relacionados.

Análise do número de Publicações

A RBS efetuada, demonstra que a partir do ano de 2003 a ocorrência de trabalhos científicos com casos de aplicação de protótipos para desenvolvimento de produto na área médica começou a crescer (ver figura 1). Passando por um período de oscilação de publicações entre 1 a 5 artigos, nos anos de 2004 a 2015, até chegar no ápice de 11 trabalhos publicados no ano de 2016. Antes disso, a ocorrência era de apenas 2 artigos, 1 no ano de 1994 e outro no ano de 2000. Essa evolução comprova o crescimento da atenção e da relevância sobre o tema.

Figura 1 - Ocorrência de trabalhos científicos com casos de aplicação de protótipos para desenvolvimento de produto na área médica

Fonte: Elaborado pelo autor

Análise do Países e instituições dos pesquisadores

Publicações de trabalhos científicos com casos de aplicação de protótipos para desenvolvimento de produto na área medica são destaque nos Estados Unidos. O quadro 1

mostra que dos 46 trabalhos levantados na RBS, 22 deles tiveram participação dos Estados Unidos, seguido do Reino Unido com 8 e Austrália, Canada e Holanda com 3 participações. Isso demonstra a grande concentração do tema em países desenvolvidos.

Quadro 1 - Quantidade de participação dos Países nos trabalhos levantados na RBS

Quantidade	País
22	Estados Unidos
8	Reino Unido
3	Austrália
3	Canada
3	Holanda
2	Noruega
2	Portugal
2	Espanha

Fonte: Elaborado pelo autor

Vale destacar ainda, como mostra o quadro 2 que as publicações são bastante segmentadas entre as instituições, não tendo uma instituição de destaque. Isso mostra que não existe uma instituição que se sobressaia sobre as outras ou desponte no assunto, entretanto, revela que diversas instituições possuem interesse no tema.

Quadro 2 - Quantidade de publicações por instituição

Quantidade de publicação	Instituição de publicação
3	<i>University Maryland</i>
3	<i>University of Utah, Salt Lake City, UT, United States</i>
2	<i>University of Virginia, 151 United States</i>
2	<i>University Manchester</i>
2	<i>University Nottingham</i>
2	<i>Vanderbilt University</i>

Fonte: Elaborada pelo autor

Apesar das publicações serem bastante diversificadas entre as instituições, ainda que no início, já conseguimos identificar algumas relações de publicações entre as instituições (ver figura 2). A *University Maryland* e a *University of Utah* participaram de uma

mesma publicação junto com outras duas instituições, formando o maior conjunto de relacionamento de instituições. Além disso, a *University of Utah* participou de outra publicação junto com a *Vanderbilt University* e outra instituição. Isso reconhece a tendência de um pequeno destaque da *University of Utah*, e assim, identifica uma instituição importante e a possibilidade do surgimento de uma referência para o tema abordado.

Figura 2 - Relações de publicações entre as instituições

Fonte: Elaborada pelo autor

Análise de Autoria

Como dito acima o assunto ainda é bastante disperso na literatura. Outra evidencia dessa dispersão, é a diversidade de autores encontrados nos trabalhos selecionados. Nos 46 trabalhos tiveram 237 autores diferentes, dentre os quais, apenas 3 deles tiveram recorrência nos diferentes trabalhos, ou seja, apenas 3 autores estiveram em 2 trabalhos diferentes (quadro 3). Isso posto, pode-se concluir que não existe grupos de pesquisas claros e definidos sobre o tema, tendo apenas Atkinson, Nancy L; Del Fioul, Guilherme e Lee, J. como autores participantes em 2 diferentes trabalhos (figura 3).

Quadro 3 - Número de publicações por autor

Nº de publicações por autor	Autor
2	Atkinson, Nancy L
2	Del Fioul, Guilherme
2	Lee, J
1	Allen, Summer V
1	Argote, J.A

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 1 - Frequência de palavras-chaves

<i>Frequência</i>	<i>Palavra chave</i>	<i>Frequência</i>	<i>Palavra chave</i>
12	<i>User centered design</i>	2	<i>Health information systems</i>
6	<i>User-centred design</i>	2	<i>Human-computer interaction</i>
4	<i>Participatory design</i>	2	<i>Obesity</i>
4	<i>Usability</i>	2	<i>Prototype</i>
3	<i>Communication</i>	2	<i>Shared decision making</i>
3	<i>Medication management</i>	2	<i>Smartphone</i>
3	<i>Qualitative research</i>	2	<i>Software design</i>
2	<i>Assistive technologies</i>	2	<i>Usability testing</i>
2	<i>Clinical decision support system</i>	2	<i>User-computer interface</i>
2	<i>Consumer health</i>	155	<i>Outras</i>
2	<i>EHealth</i>		

Elaborado pelo autor

Assim, como no caso do *User centered design*, nessa análise pode-se destacar principalmente nos termos definidos como “outros” a possível existência de termos que podem ser semelhantes, ou seja, com sentido aproximado. E de acordo com o tipo de interpretação podem se tornar parte de um mesmo grupo. Como exemplo segue a tabela 2.

Tabela 2 - Similaridade com Usability e Prototype

Similaridade com <i>Usability</i>		Similaridade com <i>Prototype</i>	
<i>Frequência</i>	<i>Palavra chave</i>	<i>Frequência</i>	<i>Palavra chave</i>
4	<i>Usability</i>	2	<i>Prototype</i>
2	Usability testing	1	Computer-based prototyping
1	Human-computer interaction & Usability engineering	1	Tactile paper prototyping
1	Usability analysis		
1	Usability heuristics		

Fonte: Elaborado pelo autor

Os termos *Usability* e *Prototype* possuem algumas variações, as quais dependendo da forma de análise podem ser consideradas palavras com os mesmos objetivos. Assim, podem ser alocadas em um único grupo, o que passaria o termo *Usability* de uma frequência de 4 para 9 vezes e o termo *Prototype* de uma frequência de 2 para 4 vezes. Esse indício, realça mais uma vez a dispersão do tema e a falta de padrão para os termos que representam o assunto.

Além disso, na figura 4 revela uma análise sobre a relação entre as palavras chaves. As palavras *User centered design* e *User-centred design* são o centro das combinações da palavras-chaves. No entanto, as combinações acontecem em uma frequência muito pequena, tendo a quantidade de vezes que aparecem juntas sendo apenas 1 vez em todas a ligações de palavras. Isso é outro indicio de que o tema ainda está no início e suas definições e parâmetros ainda estão sendo criados e padronizados.

Figura 4 - Relação entre as palavras-chaves

Fonte: Elaborada pelo autor

Análise das Referências

Essa análise possibilita entender quais são os autores mais citados nos casos utilizados nessa pesquisa. Nielsen, J é o autor que aparece com mais frequência nas citações, seguido de Sharp, H e Lee, A C H, no entanto, dos 46 casos esses autores aparecem respectivamente em apenas 7, 5 e 4 deles. Dessa forma, pode-se perceber que não existe um autor ou grupo de autores que é unanimidade na área e sim, apenas um destaque pequeno para alguns autores conforme o quadro 4:

Quadro 4 - Frequência de citação de autores

Frequência	Autor
7	Nielsen, J
5	Sharp, H
4	Lee, A C H
4	Patel, V L
3	Bates, D W

Fonte – Elaborada pelo autor

Nessa análise, vale destacar também os autores que são referenciados nos mesmos trabalhos e a frequência em que eles são referenciados juntos, isto é a relação entre esses autores nas citações dos casos. Pode-se perceber na figura 5 que dos 5 autores mais citados nos casos, 3 deles (Nielsen, J; Sharp, H; Patel, V L) aparecem juntos em 3 trabalhos. Essa frequência é pequena, mas quando comparado com a frequência total individual de cada autor revela que em média 50% das vezes que são citados esses autores

aparecem juntos, além disso, intermediam uma pequena rede de autores. Com isso, pode-se presumir que existe uma tendência da formação de um grupo de autores referência para a área.

Figura 5 - Relação entre autores nas citações dos casos

Fonte: Elaborado pelo autor