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

Thales Martins Ponciano

Aplicação do método Teste de Conceito em um projeto de User-
Centered Design

SÃO CARLOS
2020

THALES MARTINS PONCIANO

APLICAÇÃO DO MÉTODO TESTE DE CONCEITO EM UM PROJETO DE
USER-CENTERED DESIGN

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos 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. Dra. Janaina Mascarenhas Hornos da Costa.

Versão Corrigida

SÃO CARLOS

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE 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).

P792a Ponciano, Thales Martins
Aplicação do método Teste de Conceito em um
projeto de User-Centered Design / Thales Martins
Ponciano; orientadora Janaina Mascarenhas Hornos Costa.
São Carlos, 2020.

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, 2020.

1. Envolvimento do usuário. 2. Prototipagem. 3.
UCD. 4. Conceito de produto. 5. Engenheiros novatos. I.
Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **THALES MARTINS PONCIANO**.

Título da dissertação: "Aplicação do método Teste de Conceito em um projeto de User-Centered Design".

Data da defesa: 10/12/2020

Comissão Julgadora

Resultado

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

Aprovado

(Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP)

Profa. Dra. Creusa Sayuri Tahara Amaral
(Universidade de Araraquara/UNIARA)

Aprovado

Profa. Dra. Isabela Carvalho de Moraes
(Universidade Federal de Ouro Preto/UFOP)

Aprovado

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

Profa. Dra. **Janaina Mascarenhas Hornos da Costa**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai Jorge Ponciano, à minha mãe Marymar Martins e aos meus queridos irmãos Matheus e Júlia, pelo amor, incentivo e compreensão ao longo da minha jornada, vocês são meus exemplos de vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas bênçãos constantes em minha vida.

Aos meus pais, Jorge Ponciano de Carvalho e Marymar Martins Ponciano, pelo amor, educação, exemplo e cuidado durante todos os momentos da minha vida. Aos meus irmãos Matheus Martins Ponciano e Júlia Aparecida Martins Ponciano, pelo companheirismo e amizade. Vocês são responsáveis pelas minhas motivações diárias.

Aos meus avós, Raimundo, Célia e Ephigênia, que são a base sólida da minha família, pelos ensinamentos de vida, amor e educação. Aos meus demais familiares, por todo carinho e amor.

À orientadora Prof. Dra. Janaina Mascarenhas Hornos da Costa, pela dedicação em compartilhar conhecimentos, orientação competente e pela formação humana. Tenho a certeza de que seus ensinamentos me tornaram uma pessoa melhor e mais preparada para a vida.

Aos professores Daniel Capaldo Amaral, Zilda de Castro Silveira, Isabela Moraes e Sayuri Tahara por compartilharem seus conhecimentos e contribuições para o trabalho durante a etapa de qualificação e na defesa.

Ao corpo docente do Departamento de Engenharia de Produção da EESC-USP, os quais tive oportunidade de aprender durante as disciplinas que contribuíram para a minha formação e aos demais funcionários que sempre estiveram disponíveis para ajudar.

Aos meus amigos do Grupo de Engenharia Integrada (EI2) – Isabela, Rapha, Adriana, Carina, João, Igor, Maiara, Sânia, Michael, Sávio, Nathalya, Chapa, Thiago, Cris, Érica, Carol e demais – que tornaram os momentos de dificuldades mais prazerosos com incentivos, ajudas, conversas, cookies e descontração.

Aos irmãos que a vida me deu do Unilera – Matheus, Lobão, Pedrin, Daniel, Taís e Marcela – e Letícia por estarem sempre ao meu lado, apoiando, encorajando e prontos para uma conversa que alegra o meu dia.

À Universidade de São Paulo pela acolhida e estrutura disponível para realizar esse trabalho.

À CAPES pelo apoio financeiro.

E à todos que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

“ A dúvida é o preço da pureza, e é inútil ter certeza”

Humberto Gessinger

RESUMO

Ponciano, T. M. **Aplicação do método Teste de Conceito em um projeto de User-Centered Design**. 2020. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

Incluir informações sobre a necessidade dos usuários em produtos com fins lucrativos é fundamental para o User-Centred Design (UCD). No entanto, existe na literatura atual uma carência de métodos para ajudar os desenvolvedores a envolver usuários e coletar tais informações na fase inicial do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), quando o conceito do produto ainda precisa ser elaborado. Essa falta é mais crítica quando os desenvolvedores e engenheiros têm pouca ou nenhuma experiência no envolvimento de usuários no PDP. Este trabalho apresenta uma nova versão do método Teste de Conceito para avaliar o conceito de produto através do envolvimento de usuários com protótipos de baixa fidelidade. A nova versão do método foi utilizada em um *case research* com estudantes de engenharia em um ambiente de aprendizagem de uma universidade pública brasileira. A análise qualitativa do *case research* ocorreu por meio dos áudios dos observadores, dos resultados do quadro do método e de relatórios dos estudantes de engenharia. Esses dados revelaram a eficácia do método de Teste de Conceito para auxiliar grupos de desenvolvedores sem experiência com o uso de protótipos e a abordagem UCD. O uso de funções de protótipo para envolver os usuários trouxe informações relevantes para o projeto e é extremamente benéfico para envolver usuários sem um nível de especialização. Acredita-se que o teste de conceito seja eficaz para que a equipe de desenvolvedores envolva os usuários em seus projetos por meio de protótipos, mas deve funcionar como um complemento aos métodos de gerenciamento de requisitos nas demais etapas de desenvolvimento.

Palavras- chave: Envolvimento do usuário. Prototipagem. UCD. Conceito de produto. Engenheiros novatos.

ABSTRACT

Ponciano, T. M. **Application of the Concept Test method in a User-Centered Design project.** 2020. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

Including information about users' needs in for-profit products is fundamental for User-Centered Design (UCD). However, in the current literature there is a lack of methods to help developers to involve users and collect such information in the initial phase of the Product Development Process (PDP), when the product concept still needs improvement. This lack is most critical when developers and engineers have little or no experience in engaging users in the PDP. This work presents a new version of the Concept Test method to evaluate the product concept through the involvement of users with low-fidelity prototypes. The new version of the method was used in a case research with engineering students in a learning environment at a Brazilian public university. The qualitative analysis of the case research took place through the observers' audios, the results of the method table and reports from the engineering students. These data revealed the effectiveness of the Concept Test method to assist groups of developers with no experience using prototypes and the UCD approach. The use of prototype functions to involve users has brought relevant information to the project and is extremely beneficial for involving users without a level of expertise. The concept test is believed to be effective for the developer team to involve users in their projects through prototypes, but it should work as a complement to the requirements management methods in the other stages of development.

Keywords: User involvement. Prototyping. UCD. Product concept. Novice engineers.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação de métodos de UCD.....	37
Quadro 2 - Tipos e características do MVP.....	41
Quadro 3 - Protocolo do case research	54
Quadro 4 - Definição dos códigos dos benefícios atingidos	59
Quadro 5 - Definição dos códigos da eficácia do método	60
Quadro 6 - Funções dos protótipos definidas pelos grupos	65
Quadro 7 - Relação das especificações das necessidades e funções do protótipo.....	66
Quadro 8 - Quantidade de áudios na primeira etapa	67
Quadro 9 - Quantidade de usuários envolvidos por grupo	69
Quadro 10 - Quantidade de áudios na segunda etapa.....	69
Quadro 11 - Ocorrência dos benefícios da prototipagem	71
Quadro 12 - Grupos em que ocorreu o refinamento do projeto na primeira etapa.....	76
Quadro 13 - Grupos e funções em que ocorreu a geração de conhecimento	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Definições de UCD ao longo dos anos	22
Figura 2 - Modelos de PDP.....	27
Figura 3 - Framework de usabilidade proposto por Campese (2019).....	30
Figura 4 - Níveis hierárquicos das necessidades de um produto	32
Figura 5 - Versão inicial do Teste de Conceito.....	34
Figura 6 - Template/quadro da versão inicial do Teste de Conceito.....	35
Figura 7 - Relação entre funcionalidade e características dos protótipos.Fonte: Rudd et al. (1996)	39
Figura 8 - Framework de utilização de protótipos para o envolvimento do usuário	45
Figura 9 - Fases e atividades metodológicasFonte: o autor	52
Figura 10 - Codificação do primeiro ciclo	56
Figura 11 - Codificação do segundo ciclo	57
Figura 12 – Inserção dos códigos e ciclos	57
Figura 13 - Resultado dos quadros do método	58
Figura 14 - Alteração do quadro do método.....	61
Figura 15 - Indicação das modificações no guia do teste	62
Figura 16 - Cronograma das entregas da disciplina	63
Figura 17 - Apresentação do gate.....	63
Figura 18 - Atividade de planejamento do teste	67
Figura 19 - Teste de protótipos com usuários	68
Figura 20 – Ocorrência dos dados sobre contribuições do método.....	70
Figura 21 – Ocorrência dos dados sobre avaliação do método.....	86
Figura 22 – Ocorrência dos dados sobre sugestões de melhor do método.....	88
Figura 23 - Alteração do sequenciamento do quadro.....	89
Figura 24 - Alteração do espaçamento do método.....	89
Figura 25 – Relação dos trabalhos de Campese (2019) e Santos (2019)	95

SUMÁRIO

1	Introdução	18
1.1	Contexto e justificativa	18
1.2	Objetivos	20
2	Revisão da literatura.....	21
2.1	User-centered design	21
2.2	Prototipagem	38
2.3	User-centered design e prototipagem	47
2.4	Estudantes de engenharia e a disciplina de Ergonomia do Trabalho	49
3	Metodologia.....	51
3.1	Fase I: Fundamentação teórica	52
3.2	Fase II: Aplicação do método Teste de Conceito	53
3.3	Fase III: Análise dos dados	56
4	Resultados	61
4.1	Teste de Conceito modificado aplicado aos estudantes de engenharia	61
4.2	Preparação para aplicação do método Teste de Conceito	63
4.3	Elementos do método Teste de Conceito modificado	64
4.4	Aplicação do método Teste de Conceito modificado	66
5	Discussão.....	70
5.1	Contribuições do uso do Teste de Conceito para envolver usuários com protótipos	70
5.2	Contribuição do método para o processo de aprendizagem dos estudantes de engenharia	85
5.3	Avaliação do método Teste de Conceito	86
5.4	Sugestões de melhoria para o método Teste de Conceito	88
5.5	O método Teste de Conceito após sugestões dos estudantes de engenharia	90

6	Considerações finais.....	94
7	Referências	97
	<i>Apêndice 1 – Método Teste de Conceito aplicado no Case Research</i>	<i>106</i>
	<i>Apêndice 2 – Entregas dos grupos durante a disciplina.....</i>	<i>108</i>
	<i>Apêndice 3 – Necessidades Dos Usuários, Nomes Das Funções E Fotos Dos Protótipos</i>	<i>109</i>
	<i>Apêndice 4 – Protocolo para observação do Case Research.....</i>	<i>110</i>
	<i>Apêndice 5 – Protocolo para codificação da análise dos casos</i>	<i>111</i>
	<i>Apêndice 6 – Modelo do relatório EP05 de solução para os grupos.....</i>	<i>112</i>

1 INTRODUÇÃO

Essa seção define qual é o contexto do trabalho, os problemas de pesquisa e a justificativa. Para essa definição, esta primeira seção está dividida em: contexto e justificativa no primeiro subitem e objetivos no item seguinte.

1.1 Contexto e justificativa

O envolvimento do usuário é crucial para o desenvolvimento de produtos de sucesso. Sabe-se que esse envolvimento deve ser feito previamente (Viitaniemi et al., 2010), desde o entendimento da necessidade até a avaliação final dos produtos. O envolvimento dos usuários no início do desenvolvimento é frequentemente abordado na teoria de User-Centred Design (UCD). A teoria é explorada por autores como Göransson (2001), Gulliksen et al. (2003), Abras et al. (2004) e Viitaniemi et al. (2010) e, basicamente, usam o engajamento para construir empatia para os desenvolvedores. Isso pode ser visto em alguns dos principais métodos de UCD abordados nos estágios iniciais, como persona, mapa de empatia e *user stories* (Campese, 2019).

Mesmo adotando uma abordagem UCD, os desenvolvedores têm desafios para garantir que suas decisões de projeto levem os usuários em consideração. Esse fato é ainda mais impactante em ambientes em que os desenvolvedores não possuem experiência em utilizar a abordagem UCD, principalmente no envolvimento ativo do usuário testando um protótipo. A inserção de protótipos, desde MVPs até protótipos rústicos, tem se mostrado uma excelente forma de reduzir as incertezas em relação aos usuários e, consequentemente, garantir que sua perspectiva seja levada em consideração (Ries, 2011; Wilkie, 2014).

De acordo com Rudd, Stern e Isensee (1996) e Ahmed (2006), entretanto, a prototipagem é um processo evolutivo, no qual mais de um tipo de protótipo deve ser desenvolvido ao longo do Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP). Esse fator torna a prototipagem uma atividade complexa para desenvolvedores não especialistas. Nos estágios iniciais do PDP, é comum adotar protótipos de baixa fidelidade (Santos, 2019), que são produtos menos desenvolvidos representados por protótipos de papel, *storyboard*, rascunho ou esboço (Rudd, Stern & Isensee, 1996). Apesar do uso de protótipos nos estágios iniciais, a maioria das pequenas empresas não usa um método específico durante essa interação.

Uma das principais atividades nos estágios iniciais de desenvolvimento é a avaliação do conceito no início do projeto (Ulrich e Eppinger, 2015). Esse conceito em indústrias maduras como a automotiva é feito por meio de *mockups* em escala real (Murer et al., 2013). Porém, em empresas que não possuem recursos financeiros ou maturidade com prototipagem, a avaliação dos conceitos fica restrita à equipe de desenvolvimento do produto.

Como essa etapa é decisiva para ter um produto centrado no usuário, empresas que não têm maturidade carecem de métodos para envolver usuários com protótipos na avaliação de conceitos de produtos.

Na pesquisa realizada por Campese et al. (2018) verificou-se que a maioria dos métodos de envolvimento do usuário não aborda esta etapa de avaliação do conceito. Então, quais informações sobre o produto ou protótipo podem ser avaliadas em uma interação com os usuários? E quais aspectos do conceito do produto são fundamentais para que a opinião dos usuários seja ouvida?

As informações sobre o produto interferem diretamente na maneira como os usuários interagem com o produto como determinando as ações de uso, capacidade e prevenindo erros, por exemplo. Portanto, é desejável verificar se as necessidades dos usuários estão presentes no projeto desde as fases iniciais (Chang et al., 2017).

Para realizar essa verificação, a literatura apresenta alguns métodos como a *Avaliação assistida*, o qual o usuário é convidado a utilizar o produto ou protótipo de maneira autônoma e, durante a utilização manifesta-se o que está sentindo, pensando e percebendo (Macedo, 2014). Outro método da literatura é o *Percurso Cognitivo*. Esse método consiste na definição de atividades ou tarefas aos usuários e, ao realizar a tarefa, o grupo de desenvolvedores avalia a maneira com a qual os usuários interagiram com o produto (Rieman et al., 1995).

Diante do mesmo objetivo de avaliar a consideração das informações dos usuários nos projetos, Campese (2019) apresentou o método Teste de Conceito em uma das etapas do *framework* para aplicação de UCD para pequenas empresas desenvolvedoras de produtos eletromédicos. O método sugerido pela autora foi baseado em outros métodos da literatura (*Avaliação assistida e Percurso Cognitivo*) incluindo técnica de prototipagem.

No estudo realizado por Campese (2019) com empresas desenvolvedoras de produtos eletromédicos, a autora constatou que as empresas tem dificuldade em envolver os usuários ao longo das fases do desenvolvimento. Ao envolver o usuário, as empresas que o fazem não possuem um modelo estruturado para realizar essas tarefas e nem todas as atividades desenvolvidas são documentadas (Campese, 2019), mesmo se tratando de empresas regulamentadas que realizam frequentemente tarefas de pesquisa e desenvolvimento de produtos.

O método Teste de Conceito visa, entre outros objetivos, facilitar o envolvimento de usuários até mesmo para empresas que não possuem experiência nessa atividade. Utilizar esse método com estudantes de engenharia que precisam de atividades práticas e não possuem expertise voltadas a abordagem UCD e prototipagem pode, portanto, contribuir para analisar a eficácia do método.

1.2 Objetivos

A literatura sobre o envolvimento de usuários para o desenvolvimento de produtos com o auxílio de protótipos é algo que precisa ser aprofundado. O envolvimento de usuários no desenvolvimento pode auxiliar desenvolvedores e empresas a evitar erros com o aumento da usabilidade. Esse envolvimento é muito valorizado na literatura (Gulliksen et al., 2003, Kujala, 2008), entretanto como proceder para envolver usuários não é muito abordado. Esse fato também acontece com a utilização de protótipos de baixa fidelidade para o desenvolvimento inicial de produtos.

Por esses fatos apresentados nessa seção e na anterior, este trabalho tem como objetivo principal aprimorar o método de Teste de Conceito desenvolvido por Campese (2019) por meio do envolvimento de usuários com protótipos de baixa fidelidade. Para aprimorar o método proposto, foi escolhido um grupo de estudantes de engenharia que representam usuários inexperientes em relação ao desenvolvimento de produto.

Essa escolha foi deliberada, pois se sabe que indústrias com alto grau de maturidade em UCD possuem equipes experientes, e como o método proposto visa possibilitar o envolvimento do usuário mesmo com equipes que não possuem experiência em UCD, foi necessário escolher tal amostra. O objetivo principal pode ser dividido nos seguintes objetivos específicos:

- Alterar o método Teste de Conceito proposto inicialmente por Campese (2019);
- Aplicar o método em grupos de estudantes de engenharia;
- Verificar quais benefícios, baseados no trabalho de Santos (2019), a prototipagem pode fornecer para o grupo de desenvolvedores por meio do método;
- Analisar as contribuições do método para projetos de UCD e para a prototipagem.

Este trabalho tem duas contribuições: do ponto de vista teórico, apresenta a discussão sobre as informações que o usuário pode favorecer o desenvolvimento de produtos; e do ponto de vista empírico, trazer um método simples e eficaz de avaliação de protótipos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Essa pesquisa tem como propósito apresentar um método com a abordagem UCD para envolver usuários por meio de protótipos. Em vista disso, nessa seção é apresentado o tema UCD com destaque para a definição de conceito de produtos. O teste de conceito de produtos é uma das atividades propostas na abordagem UCD, portanto o mesmo foi abordado nessa seção. O teste de conceito utiliza a prototipagem como técnica essencial para essa atividade. Dessa forma, essa seção também aborda aspectos da prototipagem com destaque para as fases iniciais do *Framework* de prototipagem desenvolvido por Santos (2019).

2.1 *User-centered design*

Um dos primeiros autores a utilizar o termo User Centered Design (UCD) na literatura foi Donald Norman, um cientista americano da Universidade da Califórnia San Diego (Abras et al., 2004b). Na década de 1980, a contribuição desse cientista foi destacar que as necessidades e os desejos dos usuários devem ser completamente investigados durante o desenvolvimento do produto.

Donald Norman na década de 80 não define especificamente o UCD e, até hoje, na literatura, não existe um consenso para definir UCD (Figura 1). Os autores que utilizam esse termo o categorizam como uma filosofia (Abras et al., 2004b; Barrington, 2007; Nguyen-Duc et al., 2017; Rippon, 2006), uma abordagem (Ji-Ye Mao et al., 2005; Preece et al., 2015; Siebenhandl et al., 2013; Viitaniemi et al., 2010), um princípio (Gulliksen et al., 2003; Siebenhandl et al., 2013) ou um processo (Göransson, 2001; Gulliksen et al., 2003; Rippon, 2006). Apesar das diferentes definições, o UCD tem como fundamento a melhoria do desenvolvimento de produtos, serviços ou sistemas que possuem o usuário como foco desse processo.

Figura 1 - Definições de UCD ao longo dos anos

Fonte: Campese (2019)

É possível encontrar na literatura diferentes termos com definições parecidas ao UCD, como: *human centered design* ou HCD (ISO 9241, 2019), *inclusive design* (Tenneti et al., 2012), *participatory design* (Rubin & Chisnell, 1996), entre outros. Apesar disso, Göransson (2001) define que HCD e UCD não possuem diferenças significativas. O autor ressalta que UCD é o termo “user” utilizado inicialmente por Donald Norman na década de 80 e foi alterado por “human” por alguns autores sem alterar o significado de inicial de UCD. O mesmo acontece com os termos *inclusive design* e *participatory design*. Ao longo dessa pesquisa, utilizaremos o termo UCD.

As palavras “user”, “centered” e “design”, assim como a definição UCD, possuem diferentes interpretações pelos autores que as utilizam na literatura. *User* (ou usuário), por exemplo, é considerado por Göransson (2001) como o usuário final de um sistema (também chamado *end user*). Segundo o autor, esse tipo de usuário tem necessidades diferentes de quem realiza a compra ou realiza o pedido do sistema, apenas. A norma atual sobre UCD, entretanto, considera o termo “usuário” de uma maneira mais geral. De acordo com a ISO 9241 (2019), usuário é qualquer pessoa que interage com o sistema, independente do objetivo da interação. Um indivíduo que realiza a compra ou realiza apenas a manutenção do produto

interfere no poder de compra do mesmo e, dessa forma, o produto deve atingir os requisitos identificados também por esses indivíduos.

A definição de “centered” (ou centrado) remete a colocar o usuário no centro e isso não significa envolvê-los diretamente nas atividades do projeto. Os projetos podem ser centrados nos usuários de forma passiva ou ativa (Zhang e Dong, 2016). Na forma passiva, a equipe de desenvolvedores pode atuar como os usuários, de maneira que eles se colocam no lugar do usuário e são os únicos a participarem do projeto (Zhang e Dong, 2016). A forma ativa de colocar o usuário no centro do projeto é através da utilização de usuários reais nas atividades de desenvolvimento em que suas experiências e opiniões são compartilhadas e servem de bases para equipe de desenvolvedores (Zhang e Dong, 2016).

“Design” para alguns autores (Abrás et al., 2004; Maguire, 2001; Preece et al., 1994, p.351) refere-se tanto ao processo de desenvolvimento de um sistema como todo, quanto as várias representações (protótipos e modelos) do produto que são partes do processo. Goransson (2001) entende o contexto de *design* como um conceito que permeia todo o ciclo de vida do produto, não apenas ao processo de desenvolvimento.

Apesar da falta de consenso na definição de UCD entre os autores, a ISO 9241 (2019) define o termo como uma abordagem da qual atua no desenvolvimento de sistemas interativos com o objetivo de tornar os sistemas utilizáveis e úteis, concentrando-se nos usuários a fim de compreender seus requisitos e experiências. A norma destaca a importância de compreender e aplicar os fatores humanos, conhecimentos e técnicas de usabilidade para o desenvolvimento de sistemas que melhorem o bem-estar humano, a satisfação do usuário, a acessibilidade e a sustentabilidade.

Abranger as necessidades e garantir boa usabilidade são fatores imprescindíveis para o sucesso do produto. A usabilidade é definida pela ISO 9241 (2019) como “a ergonomia da interação do sistema humano [...] à medida que um produto pode ser utilizado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficiência, eficácia e satisfação em um contexto de uso especificado”. A usabilidade, portanto, tem como objetivo identificar e minimizar os erros do produto, ressaltando o uso intuitivo pelo usuário e reduzindo riscos de falhas.

Os benefícios da utilização do UCD ao longo do PDP extrapolam os objetivos da usabilidade. Um produto que atenda as diferentes necessidades dos clientes pode beneficiar não só o usuário final, mas também outros *stakeholders*, já que torna o produto mais competitivo e aceito; e pode exigir um número menor de manutenções (Barrington, 2007). Assim, fica claro que com o aumento da competitividade do mercado, um produto com maior usabilidade pode ser um grande diferencial para quem possui o poder de compra. De acordo com a literatura, negligenciar a usabilidade pode gerar consequências que impactam o custo

do projeto, tais como: perda de tempo, retrabalho, desperdícios e ineficiências (Barrington, 2007).

Mao et al. (2001) conduziu uma pesquisa com o objetivo de compreender como o UCD era aplicado nas empresas e a percepção dos profissionais a respeito da abordagem. Os autores descobriram que, embora mais de 50% dos profissionais concordem com o impacto positivo da utilização da abordagem UCD para a criação de produtos com boa usabilidade, um terço deles não tem certeza se tal abordagem colabora ou não para redução dos custos de desenvolvimento.

Além dessa amostragem da pesquisa de Mao et al. (2001), Abras et al. (2010) acreditam que os custos impactam negativamente o uso do UCD. A abordagem multidisciplinar requer um número diversificado de profissionais que colaboram com o desenvolvimento. A maneira de coletar os dados dos usuários também reflete um custo adicional. Recrutar usuários ao longo do processo de desenvolvimento, proporcionar um ambiente que favoreça o fornecimento de dados e analisar esses dados podem representar um aumento significativo no tempo de desenvolvimento e, conseqüentemente, no custo do projeto.

2.1.1 Benefícios e desafios do UCD

Kujala (2008) destaca a importância da captação do feedback de usuários para o PDP. À medida que os requisitos dos usuários são identificados e incorporados ao produto ou protótipo, o processo de desenvolvimento se torna melhor, pois é um resultado real dos requisitos funcionais para os usuários (Kujala, 2008).

Envolver usuários no PDP proporciona impactos positivos no sucesso do processo (Bano & Zowghi, 2015). Benefícios como maior usabilidade do produto, aumento da qualidade do produto, maior aceitação por parte do mercado e obter um produto mais eficaz, podem ser obtidos quando há participação dos usuários no processo (Damodaran, 1996).

Uma forma de melhorar a eficiência do PDP é o envolvimento dos usuários no desde o início do PDP (Kujala, 2008). É nessa fase que está sendo decidido como o produto será e de que forma atenderá as necessidades dos usuários (Kujala, 2008). A qualidade do desenvolvimento é aprimorada quando o usuário é incluído no processo e suas experiências com o produto são compreendidas em diversos contextos de uso (Kujala, 2008).

O contexto de uso é definido por Kujala (2008) como os usuários, tarefas, equipamentos e os ambientes nos quais um produto é usado. Entender o contexto de uso é importante porque, através dele, são identificados outros conhecimentos, como tarefas dos usuários, equipamentos que envolvem o uso e ambiente em que o produto será usado (Wilkinson & De Angeli, 2014). Compreender as necessidades do usuário à medida que

impactam o contexto de uso é um dos principais objetivos do envolvimento do usuário (Gulliksen et al., 2003).

Há ainda outros benefícios a serem considerados, como envolver o usuário pode levar à geração de novas ideias ou produtos; à uma melhoria no projeto e na segurança do produto; e a um maior acesso aos requisitos dos usuários, atendendo então suas expectativas de maneira mais satisfatória.

Kujala (2008) também afirma que o envolvimento do usuário não é simples. Desenvolvedores e usuários possuem maneiras de se expressar, valores e interesses distintos, resultando em uma comunicação e interação trabalhosas. Ghulam et al. (2007) afirmam que as principais barreiras no envolvimento do usuário são as demandas causadas por recursos extras, especialmente em relação a tempo, dinheiro, levantamento das características do usuário, colaboração da equipe de desenvolvedores, preparação do ambiente para envolver, motivação e interpretação dos resultados do envolvimento.

Em muitos casos, a percepção de valor de um produto é diferente para os usuários e engenheiros ou *designers* (Kujala, 2010). Isso acontece porque a motivação dos usuários normalmente surge de um problema específico que precisa ser solucionado. A motivação do time de desenvolvedores, por outro lado, acontece devido a uma demanda de mercado ou ideia de oportunidade. A identificação das necessidades dos usuários, portanto, é essencial no desenvolvimento de produtos.

Baker (1979) apresenta uma definição a qual diz que necessidade dos usuários “são as preferências do usuário por características do serviço ou de dimensões de desempenho de um produto”. Kujala (2008) define necessidades como problemas que impedem os usuários de alcançarem seus objetivos dentro de um contexto específico de uso. Os autores destacam a importância em compreender de que maneira o futuro produto é capaz de auxiliar os usuários no alcance de seus objetivos.

Essa compreensão passa-se pelo envolvimento do usuário ao longo do PDP. Por meio do envolvimento, o projeto é alterado de uma abordagem somente de equipe de desenvolvedores para uma baseada nas necessidades dos clientes, ao longo do processo (Kujala, 2008). A entrada do cliente ocorrendo durante o processo, o PDP se torna um processo iterativo que atenda às necessidades do cliente. Desenvolvedores, portanto, devem se adaptar e aprender a se comunicar com clientes comuns, para entender melhor seus requisitos (Beer et al., 2009; Kujala, 2008).

Desenvolvedores que compreendem melhor os feedbacks dos clientes criam soluções com maior qualidade comparado aos que não compreendem (Schütze et al., 2003). O uso de protótipos favorece o envolvimento do usuário (Beer et al., 2009). Um dos motivos

é pelo fato dos protótipos auxiliarem desenvolvedores a receberem *feedbacks* das interações do produto com os usuários.

2.1.2 Conceito de produto e o PDP

O processo de desenvolvimento de novos produtos é essencial para o crescimento e competitividade das empresas (Cooper, 2011 p. 15). Produto significa tanto bens físicos, serviços ou a combinação deles, disponível para venda, uso ou consumo (Cooper, 2011 p. 21) e que atenda aos interesses estratégicos da empresa (Rozenfeld et. al., 2006). Processo representa um conjunto de atividades padronizadas (Rozenfeld et. al., 2006). Desenvolvimento de produtos é, portanto, um processo de negócio em que as empresas criam novos produtos a partir da identificação das necessidades do mercado (Rozenfeld et. al., 2006).

O conceito no PDP possui significados diferentes ao longo do processo e, dependendo da área em que o produto está inserido, também são atribuídos diferentes significados a ele. Em marketing de produto, por exemplo, o conceito é associado como a gestão do planejamento, o qual representa um documento que detalha ações necessárias para atingir objetivos de marketing (Keinonen & Takala, 2006, p. 16). Em áreas como o *design* mecânico ou industrial, o conceito de produto está associado a especificações técnicas (Keinonen & Takala, 2010, p. 17), como as usadas para testes mecânicos.

Nessa pesquisa, o conceito de produto está relacionado com o início do PDP, onde acontece o levantamento e entendimento das necessidades dos usuários e a tradução dessas necessidades em soluções de projeto. Além das iniciais, o PDP possui um conjunto de atividades que começam com a percepção da oportunidade de mercado (Ulrich e Eppinger, 2015), passam pela fase de desenvolvimento e vão até a retirada do produto do mercado (Rozenfeld et. Al., 2006). Processos de desenvolvimento de produtos padronizados permitem uma melhor coordenação da equipe de desenvolvedores (Ulrich e Eppinger, 2015), pois oferecem um planejamento com fases e entregas, proporcionando uma gestão mais clara (Rozenfeld et. Al., 2006).

Os modelos de desenvolvimento de produtos foram desenvolvidos ao longo dos anos e passaram por mudanças para atender as necessidades da equipe de desenvolvedores e também às constantes alterações dos ambientes das organizações (Ulrich e Eppinger, 2015). Alguns exemplos desses modelos são os de Cooper (2011), Rozenfeld et al. (2006) e Ulrich e Eppinger (2015). Todos esses modelos são organizados em fases, que se assemelham pelas características lineares do desenvolvimento, com início, meio e fim, conforme Figura 2.

Figura 2 - Modelos de PDP

A Figura 2 contém os três modelos de PDP desenvolvidos por Ulrich e Eppinger (2015), Cooper (2011) e Rozenfeld et al. (2006), respectivamente. Na figura, as fases iniciais do desenvolvimento do produto estão sombreadas. Essas fases terminam com a definição do conceito do produto e se inicia a próxima fase, chamada de “Desenvolvimento” por Cooper (2011). Os demais modelos [Ulrich e Eppinger (2015) e Rozenfeld et al. (2006)] apresentam características semelhantes ao modelo de Cooper (2011) nessa fase.

Esse trabalho, portanto, aborda a fase inicial desses modelos de PDP. Cooper (2011) e Rozenfeld et al. (2006) definem essa fase como o Pré Desenvolvimento de Produtos, já Ulrich e Eppinger (2015), definem como Planejamento e Desenvolvimento do Conceito. Apesar das diferentes nomenclaturas, os autores tratam essa fase como uma série de atividades desde a geração da ideia de produto advinda da oportunidade do mercado até o desenvolvimento do conceito do produto (Ulrich e Eppinger, 2015; Rozenfeld et al., 2006). A partir do conceito do produto, a equipe de desenvolvedores irá optar pelo prosseguimento ou não do processo de desenvolvimento.

Por se associar as soluções de projeto, o conceito de produto é frequentemente atribuído a utilização de prototipagem na literatura. Segundo Camburn et al. (2015), a prototipagem representa, no contexto de desenvolvimento de produto, a elaboração e o teste sistemático para desenvolvimento de conceito do produto. Esse conceito é importante para estabelecer viabilidade do produto e aprimorar o projeto detalhado dos modelos de antes da fase de produção (Camburn et al., 2015).

O termo ‘conceito de produto’ também é associado à prototipagem por Crawford e Benedetto (2015, p. 109). Esses autores definem conceito de produto como uma expressão verbal ou por meio de protótipo que a forma que o consumidor ganha ou perde. Os autores ainda relacionam o conceito de produto com três informações principais: benefício, tecnologia e forma. A importância de cada informação para o conceito do produto depende da indústria

que se relaciona (Crawford e Benedetto, 2015). Na indústria automotiva, por exemplo, os autores relatam que os fornecedores de componentes para carros são comunicados pelas montadoras qual benefício determinado item deve possuir e então, devem trabalhar a tecnologia e a forma para inovar. Diferentemente da indústria alimentícia, que a tecnologia e a forma são conhecidas, porém, o gosto dos consumidores, nesse caso o benefício, se torna a variável principal (Crawford e Benedetto, 2015).

Conceito do produto é tratado como sinônimo de escopo do produto por Rozenfeld et. al. (2006, p. 522). Para os autores, esses termos tratam a descrição escrita e visual (prototipagem) das características principais e os benefícios do produto para os consumidores. Essas características incluem informações como “o que é o produto” e “para que ele serve”. Rozenfeld et. al.(2006) relatam que essas informações são obtidas por meio de análises dos produtos concorrentes, tendências de mercado e o comportamento do consumidor.

Cooper (2011) define conceito como “o que o produto faz e como deve ser” de acordo com as necessidades dos usuários. Para o autor, essas informações devem refletir os desejos do mercado que se pretende atingir. O conceito deve abranger especificações do produto como: benefícios, proposição de valor, característica de desempenho e requisitos de concepção (Cooper, 2011). O autor ainda discute que essas informações podem ser obtidas por meio do estudo “Voz do consumidor” (que inclui entrevistas e estudos etnográficos com usuários) e refinadas no “Teste de conceito com usuários” (realizado por meio de prototipagem). Ambos os estudos se concentram na fase de front end ou pré desenvolvimento, nomeada pelo próprio autor no *Stage-gate*.

Assim como os demais autores (Cooper, 2011; Crawford e Benedetto, 2015; Rozenfeld et. al., 2006), Ulrich e Eppinger (2015) também destacam a importância de desenvolver os conceitos do produto nas fases iniciais do PDP. Para os autores, o início do processo contém atividades inter-relacionadas que se iniciam com a identificação das necessidades dos consumidores e finalizam com a prova de conceito por meio da prototipagem (Ulrich e Eppinger, 2015). Ainda segundo os autores, conceito de produto é uma descrição da forma, função e características acompanhadas de análise competitiva do mercado e justificativa econômica do projeto.

2.1.3 O método Teste de Conceito

Estudos recentes revelam que um grande problema para as empresas hoje é reduzir as falhas de novos produtos (Biyalogorsky et al., 2006; Ogawa & Piller, 2006). Embora muitos fatores contribuam para a alta taxa de falhas, um fator importante é a habilidade de prever a resposta do consumidor a novos produtos e serviços (Moreau et al., 2001). Uma maneira de

diminuir as falhas de novos produtos é por meio de realizar testes sistemáticos ao longo do PDP, como o Teste de Conceito.

A necessidade de testar conceitos de produtos ainda nas fases iniciais do desenvolvimento motivou Campese (2019) a elaborar o método Teste de Conceito. Segundo a autora, a literatura atual possui métodos apenas para validação de conceito já robusto no PDP. Robustez, nesse sentido, representa um conceito de produto estável que passou por um processo de análise de viabilidade e de mercado (Florén & Frishammar, 2012). Campese (2019), portanto, desenvolveu a primeira versão do Teste de Conceito como uma etapa de um *framework* para aplicação de métodos de UCD no PDP.

2.1.3.1 O framework para aplicação de UCD proposto por Campese (2019)

Os modelos de PDP e os métodos que compõem esse processo podem auxiliar as empresas na tomada de decisão. O mesmo acontece como a teoria de *User-Centred Design* (UCD). Essas teorias colaboram para o envolvimento do usuário no desenvolvimento de produtos e consequentemente a sua usabilidade. Na prática, o que se observa é que as empresas de pequeno porte não seguem a teoria, algumas não conhecem essas abordagens ou possuem dificuldades para aplicá-las (Campese et al., 2015).

O desenvolvimento do framework por Campese (2019), portanto, objetivou a aplicação de métodos de UCD no PDP de empresas específicas de produtos eletromédicos. As fases do framework têm como foco o desenvolvimento de conceito, contendo a integração de métodos de UCD e de gestão de requisitos com a teoria dos modelos de PDP, segundo a norma que rege os produtos eletromédicos (Campese, 2019).

O framework (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) é composto por três elementos: passos a serem seguidos, métodos e entregas. Os passos adotados no framework representam as etapas do processo de engenharia de usabilidade. Os métodos de UCD foram retirados da literatura ou, como o caso do Teste de Conceito, foram propostos pela autora. As entregas são compostas de entregas de PDP e entregas para elaboração do arquivo de engenharia de usabilidade.

Figura 3 - Framework de usabilidade proposto por Campese (2019)

Fonte: Campese (2019)

O método Teste de Conceito é aplicado no *Passo 5: Verificação dos conceitos*. Segundo a autora, é essencial que os conceitos sejam testados antes deles seguirem adiante no processo de desenvolvimento. Os conceitos testados garantem que as necessidades identificadas nas outras fases foram atendidas. Caso não tenham sido atendidas, a equipe de desenvolvedores precisa identificar as falhas e criar um plano para atendê-las. Assim, é importante a validação dos conceitos com o usuário por meio do teste com os usuários. Além do Teste de Conceito, no Passo 5 a autora sugere outros dois métodos: análise da tarefa e a avaliação heurística.

O framework desenvolvido por Campese (2019) ajuda as equipes de desenvolvedores na busca por produtos com maior usabilidade por meio do envolvimento do usuário no desenvolvimento de produtos. O framework possui contribuições teóricas e empíricas.

Uma das contribuições teóricas é que o framework traz quais etapas do desenvolvimento de produtos o usuário deve ser envolvido. O framework, além disso, ajuda a identificar quais métodos podem ser aplicados em que fase do desenvolvimento de produtos. O framework, ainda, conta com um material de apoio dos métodos, o que facilita a aplicação.

Em relação as contribuições empíricas, o framework proporciona à equipe de desenvolvedores o envolvimento do usuário no desenvolvimento de produtos de uma forma simples e intuitiva. Ao utilizar o framework, Campese (2019) entende que a empresa esteja

apta a organizar as informações sobre os usuários. A autora também acredita que o framework facilita o envolvimento do usuário pelo fato de mostrar de forma objetiva como e onde ele deve ser envolvido. Essas contribuições do framework colaboram para um aumento da usabilidade do produto.

2.1.3.2 As atividades e elementos do método Teste de Conceito

O método possibilita que a equipe de desenvolvedores organize as ideias de soluções em funções de produtos. As ideias de solução são determinadas antes da aplicação do método, são caracterizadas por protótipos físicos ou virtuais e derivam das necessidades dos usuários identificadas pela equipe de desenvolvedores. O método utiliza três tipos de testes para analisar as funções de produtos com os usuários: livre, guiado e entrevista (Campese, 2019).

2.1.3.3 Teste livre, guiado e entrevista do método Teste de Conceito

Teste é o tipo de interação que os grupos utilizaram para coletar dados dos usuários com os protótipos. Cada teste possui diferentes características de aplicação e, para decidir qual teste utilizar, os grupos precisaram definir e qual função do protótipo eles pretendiam verificar.

O método proporciona três tipos de testes para o time de desenvolvedores: livre, guiado e entrevista. No teste livre o usuário é convidado a utilizar o produto ou protótipo de maneira autônoma e, durante a utilização manifesta-se o que está sentindo, pensando e percebendo (Peleg et al., 2009). O time de desenvolvedores analisa os dados sobre as reações dos usuários para a tomada de decisão sobre as soluções escolhidas.

O teste guiado consiste na definição de atividades ou tarefas aos usuários e, ao realizar a tarefa, o grupo de desenvolvedores avalia a maneira com a qual os usuários interagiram com o produto (Rieman et al., 1995).

Por fim, as entrevistas representam perguntas sobre opiniões e reações dos usuários que guiaram a avaliação dos desenvolvedores. O time de desenvolvedores é instruído a formalizar perguntas aos usuários antes do envolvimento, as quais estão relacionadas com o objetivo do teste escolhido (livre ou guiado).

2.1.3.4 Atividade ou tarefa do método Teste de Conceito

Ao optar por um tipo de teste, o grupo precisará sugerir uma atividade/tarefa para o usuário. A maneira em que o usuário realiza essa atividade fornece dados para os desenvolvedores analisarem se a função escolhida está de acordo com as necessidades dos usuários, precisa de modificações ou deve ser eliminada do projeto. *Atividade*, ou *tarefa*, é definida como a ação a qual o usuário deve realizar para interagir com o protótipo.

2.1.3.5 Funções do método Teste de Conceito

As funções são itens fundamentais que compõem o método Teste de Conceito. É por meio dessas funções que ocorre o teste das necessidades dos usuários utilizando protótipos (físicos ou virtuais). Baker (1979, p.270) define a função como sendo um nível hierárquico das necessidades dos usuários. Para o autor, as necessidades dos usuários, quando pensadas em um produto, possuem quatro níveis hierárquicos: classe, dimensão de desempenho, função e especificação (Figura 4). Nesse trabalho trataremos a função do protótipo com o mesmo significado para função do produto definido por Baker (1979).

Figura 4 - Níveis hierárquicos das necessidades de um produto

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em BAKER (1979)

O primeiro nível diz respeito à classe de produtos: necessidades amplas dos usuários são associadas a classes específicas – como, por exemplo, a necessidade de transporte rodoviário rápido associada a classe de carros (Figura 4). Baker (1979) relata que uma necessidade ampla pode possuir mais de uma classe. O autor também cita caminhões como um exemplo de classe para a necessidade de transporte viário rápido.

Um produto possui diferentes formas de medir o desempenho. O segundo nível, dimensão de desempenho, define diferentes categorias do produto que podem ser afetadas pela necessidade ampla dos usuários.

O terceiro nível diz respeito às funções. Baker (1979) trata esse nível como a determinação de informações abstratas de desempenho e de como as mesmas afetam o uso do produto. Ainda no exemplo do carro, a 'velocidade', como uma dimensão de desempenho, impacta a quantidade de cavalos de potência que o carro possui. A função 'cavalos de potência', portanto, é uma função a qual qualifica a dimensão de desempenho.

E finalmente, Baker (1979) relata que o último nível envolve a exposição das necessidades em termos de especificações precisas do produto. Implica na relação das informações abstratas (funções) em atributos bem definidos. Segundo o autor, no nível de especificações ocorrem definições quantitativas de elementos do produto - como valores de torque, dimensões das peças e tipo de material, por exemplo.

2.1.3.6 Materiais de apoio do método Teste de Conceito

As Figuras 5 e 6 representam o material de apoio para a aplicação das duas atividades do método: o planejamento e o teste com usuários. O planejamento consiste na inserção de funções de produtos e no preenchimento do quadro. A primeira atividade envolve apenas a equipe de desenvolvedores e são realizadas por meio de *brainstorming*. É na primeira etapa que a equipe de desenvolvedores define o que observar e como interagir com os usuários (Campese, 2019).

Figura 5 - Versão inicial do Teste de Conceito

Métodos

MS. TESTE DE CONCEITO

Tempo: a partir de 1 hora.

Material: questionário, caneta, protótipo.

Participantes: pelo menos 2 membros da equipe de projetos + usuários.

Local de aplicação: organização do método: empresa; entrevistas: preferencialmente no local de uso do produto.

O que

Consiste em apresentar o conceito do produto ao usuário e obter suas reações, comentários e sugestões. Os conceitos podem ser apresentados simbolicamente ou fisicamente. Pode ser aplicado com programas de realidade virtual, sketches, desenhos em 3D ou mesmo protótipos simplificados.

Como

- Escreva cada ideia de funções / elementos do conceito a ser testado em uma linha, tomando o cuidado de organiza-las de acordo com o tipo de protótipo que você possui: você vai conseguir testar a sua funcionalidade? Sim ou não?
- Se o seu protótipo não é funcional para determinada função ou elemento, e você não tem nada extra para testar sobre isso, teste somente o conceito dessa função / elemento com o usuário. Escreva suas perguntas no quadro "entrevista".

Dicas:

Você pode fazer perguntas mais amplas, como "o que você acha dessa ideia? Ou mesmo perguntar o que o usuário mudaria nela.

- Se o seu protótipo não é funcional para determinada função ou elemento, mas você quer testar algo específico sobre isso, você deve então explicar o seu funcionamento ao usuário, dizendo também quais suas vantagens em comparação com outros produtos do mercado, e só então fazer suas perguntas.

- Se o seu protótipo é funcional para determinada função ou elemento, você pode guiar o seu teste de duas formas: fazendo um teste livre ou um teste guiado.

Teste livre: forneça o protótipo ao usuário e deixe com que ele realize as atividades que desejar. Escreva o que será perguntado ou observado no quadro "teste livre" (por exemplo: sequência de atividades que ele faz, dificuldades, facilidades, limitações, etc.).

Teste guiado: liste uma sequência de atividades que você vai pedir para que o usuário faça, e as escreva no quadro "teste guiado". Escreva também o que será observado ou perguntado.

Dicas de perguntas / observações:

- O uso é intuitivo?
- É de fácil manipulação?
- Você acha que esse produto resolve seu problema ou preenche a sua necessidade?
- O conceito traz alguma complicação que não foi pensada? (tanto para o usuário quanto para o projeto)
- Os benefícios estão claros para o usuário e ele acredita neles? (se os resultados forem ruins, o conceito deve ser aprimorado ou revisado).
- Há outros produtos que atualmente atendem a essa necessidade e a satisfazem?
- O usuário compraria esse produto?
- Existe algum uso inesperado do produto? Qual impacto disso para o usuário?

- Anote no quadro "resultados dos testes / insights" o que os usuários disseram.

Figura 6 - Template/quadro da versão inicial do Teste de Conceito

Template

As informações sobre o que observar e como interagir com os usuários são inseridas no quadro (*template* da Figura 6) do método por meio de notas autoadesivas, ou popularmente chamados *post it*. Ao identificar a necessidade de desenvolver uma característica de um produto ou protótipo, o grupo de desenvolvedores escolhe como essa característica será testada com os usuários, utilizando um dos três testes sugeridos por Campese (2019).

Caso o protótipo não seja funcional, ou seja, caso não seja possível ocorrer a interação com o usuário fisicamente, Campese (2019) sugere a utilização da entrevista e as informações nas notas autoadesivas são inseridas por meio de perguntas. Caso o protótipo seja funcional, a autora sugere o teste livre ou guiado. Nesses testes, as informações sobre quais reações esperar do envolvimento do usuário (para o teste livre) e quais comandos os usuários devem realizar para interagir com o protótipo (para o teste guiado).

A segunda atividade necessita do envolvimento de usuários externos. Conforme definido na primeira etapa, os usuários interagem com as funções de produtos e, durante o envolvimento, as reações, comentários e sugestões dos usuários são inseridas no campo “*insights*” da Figura 6 e analisadas pela equipe de desenvolvedores. O resultado dessa etapa permite que a equipe de desenvolvedores consiga tomar decisões quanto ao projeto de acordo com as necessidades dos usuários (Campese, 2019).

Para aplicar o método, os desenvolvedores devem possuir o material de apoio das Figuras 5 e 6, das quais representam o passo a passo (Figura 5) e o *template* (Figura 6). O passo a passo auxilia no preenchimento das informações transcritas nas notas autoadesivas que serão inseridas no *template*. Essas informações são dados sobre as funções de protótipos que os grupos desejam testar com os usuários. Além desses dados, o *template* também deve conter as informações sobre como serão realizados os testes, as perguntas direcionadas aos usuários (campo “entrevista” da Figura 6), os comandos para interação com o protótipo (campo “teste guiado” da Figura 6), quais reações devem ser percebidas com as interações (campo “teste livre” da Figura 6) e os resultados iniciais (campo “*insights*” da Figura 6) dos testes.

O Teste de Conceito foi utilizado por Campese (2019) em um workshop para desenvolvimento de produtos eletro médicos. Os participantes utilizaram protótipos físicos de baixa fidelidade e conseguiram, satisfatoriamente, atingir o objetivo do método. Apesar disso, Campese (2019) sugere modificações para minimizar as dúvidas levantadas durante o workshop.

As modificações sugeridas por Campese (2019) compreendem a organização do *template*, a definição de funções de produtos e o material de apoio para aplicação dos testes com usuários. Os participantes do workshop também tiveram dificuldades em elaborar perguntas para realizar a entrevista com os usuários que não influenciasse as respostas dos

usuários. Apesar das dificuldades, todos os participantes constataram a importância em testar conceitos com usuários nas fases iniciais do PDP.

2.1.4 Outros métodos para UCD

É possível encontrar na literatura diversos métodos para o UCD. Cada método possui objetivo próprio e deve ser aplicado em um contexto específico para obter informações adequadas para o projeto (Araújo, 2014). Nesse sentido, Campese et al. (2015) relaciona os métodos de UCD mais utilizados na literatura de acordo com o objetivo que esse método é utilizado.

O trabalho de Campese et al. (2015) divide os métodos nos seguintes objetivos: identificação do usuário, identificação das necessidades dos usuários e validação do conceito, conforme Quadro 1. O primeiro objetivo, identificação do usuário, relaciona métodos que visam identificar os agentes que compõem o projeto (Campese et al., 2015). O segundo objetivo busca fornecer informações sobre quais características o produto deve apresentar para abranger os requisitos dos usuários (Campese et al., 2015). E, por fim, os métodos sobre validação do conceito buscam avaliar se as características do produto ou protótipo estão de acordo com as necessidades dos usuários.

Quadro 1 - Relação de métodos de UCD

Objetivo	Métodos	
Identificação do usuário	Persona Mapa de stakeholder	Análise da tarefa Mapa de empatia
Identificação das necessidades do usuário	Card sorting Cenários Coaching Concept map Contextual inquire	Shadowing Storyboard User stories Persona Mapa de empatia
Validação do conceito	Cognitive walkthrough Avaliação assistida Teste de usabilidade	Avaliação heurística Prototipagem Role playing

Fonte: adaptado de Campese et al. (2015)

O método Teste de Conceito tem objetivos semelhantes aos métodos de validação do conceito. Não é constatado nos estudos de Campese (2019), entretanto existem semelhanças na abordagem do Teste de Conceito com alguns métodos de validação do conceito da relação do Quadro 1 de Campese et al. (2015).

O teste livre do Teste de Conceito é semelhante ao método *Avaliação assistida*, o qual o usuário é convidado a utilizar o produto ou protótipo de maneira autônoma e, durante a utilização manifesta-se o que está sentindo, pensando e percebendo (Macedo, 2014). O time

de desenvolvedores analisa os dados sobre as reações dos usuários para a tomada de decisão sobre as soluções escolhidas.

O teste guiado é baseado no método Percurso Cognitivo ou *Cognitive Walkthrough*, em inglês. Muito usado em avaliação de interface de softwares (Mahatody et al., 2010), o método consiste na definição de atividades ou tarefas aos usuários e, ao realizar a tarefa, o grupo de desenvolvedores avalia a maneira com a qual os usuários interagiram com o produto (Rieman et al., 1995).

O método Teste de Conceito sugere a utilização da *Prototipagem* para o envolvimento do usuário. Isso demonstra que o método é baseado nos demais métodos de UCD da literatura, consagrados e utilizados principalmente para o desenvolvimento de *softwares* (Campese et al., 2015).

2.2 Prototipagem

A prototipagem é um método fundamental para a aplicação do Teste de Conceito, pois o protótipo é o instrumento que os usuários fazem a avaliação das características essenciais para o projeto. O protótipo, portanto, refere-se a representação física de uma solução, com o objetivo de realizar testes de algo que será produzido (Baxter, 2011).

Os protótipos são usados tanto para testes mecânicos (por exemplo: resistência a impacto, abrasão ou temperatura) realizados em ambientes controlados, quanto para testes ergonômicos (por exemplo: biomecânico e antropométrico) realizados com potenciais usuários e desenvolvedores. O foco da pesquisa será no uso dos protótipos para desenvolver produtos mais ergonômicos. Nesse sentido, o protótipo é visto como um produto, ou parte do produto, e pode servir como um modelo para gerar um produto acabado (Chrissis, Konrad, e Shrum, 2013). Independente do protótipo ser usado para representar parte de um produto ou um produto acabado, ele é fundamental para o PDP.

A utilização de protótipo no PDP possibilita usuários e desenvolvedores discutirem sobre um produto, antes que este esteja com as configurações finalizadas. Por meio de protótipos, é possível compreender, avaliar e comunicar os atributos do produto para fins de aperfeiçoamento (Alcoforado et al., 2007). Portanto, a prototipagem pode auxiliar sistemas com desenvolvimento de produtos que consideram opiniões e experiências dos usuários que farão o uso desse produto.

Além de testar os atributos do produto, o protótipo também pode atuar como um agente que influencia situações sociais durante o processo de desenvolvimento (Lauff et al., 2018). Lauff et. al. (2018) afirmam que, no intuito de influenciar situações, o protótipo pode ser usado para causar discursões sobre o uso do produto e, assim, direcionar a equipe de desenvolvedores sobre o contexto em que o produto está inserido.

2.2.1 Tipos de protótipos

[Tipos de protótipos] Protótipos podem ser construídos através de desenhos em uma tela, papel, imagens digitais, vídeos demonstrativos, peças de papel ou metal (Preece et al., 1994) com o intuito de aproximar o produto ou parte dele de forma mais intuitiva e que atinja o objetivo desejado (Kai et al., 2003). Apesar das formas de representação dos protótipos não sofrerem muitas alterações na literatura, existem diferenças em relação à classificação dos protótipos.

Rudd et al. (1996) relatam a existência de três tipos de protótipos: vertical, horizontal e cenário, conforme Figura 7. Segundo o autor, por meio dos protótipos verticais, os usuários são capazes de realizar tarefas reais de uma quantidade menor de características do produto final. Diferentemente dos protótipos horizontais que diminuem a quantidade de funções disponíveis, porém o protótipo possui a maioria das suas características físicas (Rudd et al., 1996). Por meio dos protótipos verticais, os usuários podem testar poucas funcionalidades próximas a realidade e desconhecem as demais funções do produto. Por outro lado, através dos protótipos horizontais, os usuários são capazes de identificar todas as funções do produto, porém não são capazes de testá-las fielmente. Já nos cenários, os protótipos têm quantidade de características e funcionalidades reduzidas para realizarem testes rápidos e específicos, assim não representam a realidade funcional e nem a totalidade de características que podem ser testadas (Rudd et al., 1996)

Figura 7 - Relação entre funcionalidade e características dos protótipos. Fonte: Rudd et al. (1996)

Fonte: Rudd et al. (1996)

Preece, Rogers e Sharp (2007), entretanto, sintetizam os tipos de protótipos em apenas duas categorias: os verticais que possuem muitos detalhes, porém poucas funções; e os horizontais que possuem várias funções, entretanto poucos detalhes. Existe ainda na literatura, a diferenciação entre protótipos de baixa e alta fidelidade (Chiou et al., 2014; Kanai et al., 2009; Rudd et al., 1996).

Os protótipos de baixa fidelidade são representações simples dos produtos, muitas vezes representados por papéis, desenhos ou produtos inacabados de baixo custo (Rudd et

al., 1996). Os protótipos de baixa fidelidade são usados com mais frequência nas fases iniciais do PDP, quando os desenvolvedores precisam trabalhar a geração de ideias de forma rápida, com pouco investimento e que demonstre requisitos gerais dos usuários (Chiou et al., 2014; Rudd et al., 1996). Um protótipo de baixa fidelidade pode ser usado como uma primeira etapa na proposta abordagens fundamentais do produto para a interface do usuário (Rudd et al., 1996). O protótipo pode ser demonstrado aos usuários para obter *feedback* sobre o quão bem o escopo inicial do produto atende às suas necessidades ou desenvolver diferentes tipos e identificar qual deles é mais agradável (Rudd et al. 1996). Isso ajuda a melhorar ainda mais o protótipo de baixa fidelidade ou pode servir de entrada de informações para a prototipagem subsequente de alta fidelidade (Stringer et al., 2005).

Os protótipos de alta fidelidade possuem maior nível de detalhes e utilizam materiais mais sofisticados (Rudd et al., 1996) que permitem uma melhor compreensão e também facilita a interação dos usuários. Ao optar pela alta fidelidade, os desenvolvedores desejam identificar requisitos mais específicos e exploram a maioria das características dos produtos. Eles também são geralmente mais caros e são utilizados nas fases finais do PDP, quando a maioria dos requisitos já é conhecida (Rudd et al., 1996). Nas fases iniciais, empresas inovadoras usam a prototipagem com ferramentas de fácil implementação, como papéis e quadros interativos (Paternoster et al., 2014). Isso acontece pelo fato dessas ferramentas serem de fácil utilização e porque elas lidam com informações que mudam constantemente. Ferramentas mais sofisticadas precisam de maior treinamento, preparação e possuem custos mais elevados (Paternoster et al., 2014).

Na literatura recente da prototipagem existe também o MVP (Minimum Viable Product). Segundo Ries (2011), o MVP é um protótipo evolutivo de um produto ou serviço construído com o mínimo de investimento possível para servir como teste com usuários e capturar seus *feedbacks*. O MVP é considerado um protótipo evolutivo porque, ao utilizar esse recurso, os desenvolvedores pretendem coletar *feedbacks* dos usuários e aprender sobre necessidades, contexto de uso e possíveis incrementos a serem realizados (Ries, 2011). Blank (2013) relata que o objetivo do MVP é “maximizar o aprendizado por meio de engenharia iterativa e incremental”. MVPs são criados a partir de uma hipótese já testada (muitas vezes utilizando protótipos de baixa fidelidade). Protótipos em geral podem ser apenas a representações de algum produto que não tem como objetivo testar um conceito.

O MVP tem o objetivo de testar a compreensão da oportunidade de mercado e verificar se a solução proposta atende as necessidades mais importantes dos usuários (Blank, 2013). O MVP pode ser desde uma animação curta que mostra as funcionalidades do produto e porque ele é atrativo até um protótipo funcional que será adaptado após as interações com o usuário (Ries, 2011) de modo que consiga induzir comentários dos usuários (Blank, 2013).

A partir das interações, o protótipo sofre modificações até o momento em que a solução seja aceitável para os usuários e desenvolvedores (Blank, 2013). O objetivo do MVP não é aumentar o número de recursos de um protótipo, mas ajudar desenvolvedores a focar nos recursos indispensáveis e descobrir se o problema que se pretende solucionar foi compreendido. Existem alguns tipos de MVPs que conseguem explorar recursos específicos. Ries (2011) classifica alguns desses, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Tipos e características do MVP

Tipo de MVP	Características
Vídeo explicativo	Constitui um vídeo com uma breve animação que explica o funcionamento do produto e por que os usuários devem comprá-lo.
Landing Page	É uma página da web em que usuários têm acesso por meio de um link divulgado via e-mail ou rede social. A página é usada apenas para comunicar rapidamente as propostas aos usuários e verificar a aderência deles à proposta.
Mágico de Oz	A interface se parece com o produto real em funcionamento, mas o processo de interação é feito manualmente. Tem objetivo de mostrar o trabalho completo do produto
Concierge MVP	É um manual que contém as etapas que os usuários devem realizar com o produto.
MVP Parcelado	Semelhante ao Mágico de Oz, mas, nesse caso, as tarefas são executadas usando ferramentas, e não manualmente.
Mockup	É um protótipo de papel, representa a interface para o usuário e não possui funcionalidade.
MVP de Recurso Único	É um protótipo que representa a função mais importante do produto.
Rip off	Desenvolvedores utilizam um produto de sucesso para obter feedback. Por meio do feedback, é elaborado outra proposta de produto aperfeiçoando o usado durante os testes.

Fonte: Ries (2011)

Os tipos de MVPs a serem usados dependem dos conceitos e o ambiente em que precisam ser testados, conforme descrição do Quadro 1. Maurya (2010, p. 62) ressalta que o MVP deve representar problemas que os usuários identificaram como importantes, a fim de que a solução para esses problemas seja viável e consiga demonstrar o sentimento do que se pretende testar para o usuário.

Apesar dos diferentes tipos de protótipos, cada um promove diferentes vantagens no PDP e, dessa forma, devem ser utilizados conforme objetivo de cada etapa do desenvolvimento, tempo e recursos disponíveis. Camburn et al. (2017) classificam os protótipos de acordo com a estratégia de uso. Estratégia de uso de protótipos é, neste contexto, o planejamento das atividades visando a obtenção de determinado objetivo (Camburn et. al., 2017). Para os autores, o objetivo do uso do protótipo é o fator, ou conjunto de fatores, a ser considerado ao desenvolver o protótipo. A classificação dos protótipos

visando a estratégia de uso é classificada, segundo Camburn et. al. (2017), como: interativo, paralelo, flexível, escalável e virtual ou físico.

O protótipo interativo procura trabalhar mais de um conceito de requisitos de projeto no mesmo protótipo (Christie et al., 2012). É um tipo de prototipagem sequencial e as alterações no projeto são realizadas durante a interação do protótipo. Os requisitos dos usuários são acrescentados de forma gradual e podem ser geridos por desenvolvedores e usuários ao longo do desenvolvimento do protótipo (Camburn et. al., 2017). Esse tipo de estratégia auxilia a identificação de requisitos não antes descobertos e erros de projeto (Moe et al., 2004). O objetivo é a transição gradual do protótipo para um produto viável conforme as interações acontecem.

A prototipagem paralela representa estudos controlados em que vários conceitos de projeto são dispostos e comparados (Camburn et. al., 2017). A equipe de projeto cria e testa vários protótipos relativos a um requisito específico e, após a interação, escolhe o mais adequado (Dahan & Mendelson, 2002). Esse tipo de prototipagem é viável quando o custo e o tempo para criação do protótipo são flexíveis (Moe et al., 2004). Isso acontece, pois, além do custo adicional com o uso de material, a busca por representar uma maior diversidade de conceitos aumenta o custo e o tempo gastos pela equipe de desenvolvedores.

Protótipos flexíveis possuem requisitos personalizáveis que podem ser alterados ao longo da interação (Camburn et. al., 2017). Camburn et. al. (2017) relatam que essa estratégia é adotada quando a lista de requisitos do produto é reduzida e a intenção é explorar requisitos adicionais. Essa estratégia de prototipagem é representada por práticas holísticas menos elaboradas como *storytelling*, *persona*, breves vídeos explicativos ou desenhos. Christie et al. (2012) sugerem que esses métodos sejam utilizados nas fases iniciais do desenvolvimento, quando os recursos financeiros são baixos.

Um protótipo em escala busca representar o projeto de conceitos pela similaridade (Camburn et. al., 2017) quando protótipos não podem ser construídos em escala real. A alteração no dimensionamento pode ser geométrica, quando o tamanho do protótipo é modificado, ou de complexidade, quando se deseja atender a um número reduzido de usuários, por exemplo. (Camburn et. al., 2017). Camburn et al., 2015 afirmam que os modelos em escala custam significativamente menos do que os protótipos completos e não provocam efeitos adversos no desempenho.

Por fim, no último tipo de classificação definida por Camburn et. al. (2017) verifica se o protótipo será desenvolvido em meio virtual ou físico. O protótipo virtual é desenvolvido e testado em uma plataforma computacional (Christie et. al., 2012), diferentemente do protótipo físico, que é produzido e testado por usuários reais e precisam apresentar forma real. Christie et. al. (2012) compara os dois tipos e, para os autores, protótipos virtuais permitem testes mais rápidos com custo reduzido em comparação com os protótipos físicos. Entretanto, para

a realização de teste e exploração de ideias, Römer et al. (2001) argumentam que protótipos físicos são mais utilizados.

2.2.2 Benefícios e desafios da prototipagem

Norman (1988) destaca a importância do protótipo para a comunicação entre as pessoas que participam das atividades do PDP. Para o autor, as representações físicas (protótipos) são importantes para apoiar a equipe de desenvolvedores e usuários na realização de atividades cognitivas. Atividades cognitivas no PDP são responsáveis por permitir que o cérebro entenda, armazene e avalie as informações captadas pelos sentidos (Norman, 1988). Essas atividades possibilitam que a equipe de desenvolvedores identifique informações dos usuários sobre o produto e uma boa prática é utilizar protótipos a fim de facilitar a comunicação (Norman, 1988). O uso de representações físicas pode fornecer mais informações para desenvolvedores do que especificações escritas e abstratas (Gladden, 1982). Usar protótipos no PDP, portanto, favorece a comunicação dos usuários com a equipe de desenvolvimento.

A comunicação entre usuários e desenvolvedores é importante para captar informações sobre os requisitos do produto. Por ser abstrata, a comunicação verbal pode parecer confusa e enviesar o envolvimento do usuário (Wheelwright & Clark, 1994). Entretanto, representações concretas, como protótipos, facilitam o entendimento dos agentes envolvidos no desenvolvimento (Nielsen, 1994). Wilkie (2014) relata que isso acontece, pois, o protótipo transforma informações abstratas em artefatos concretos e isso estreita o entendimento dos envolvidos.

Devido a algumas limitações físicas e cognitivas, os usuários podem não realizar as tarefas adequadamente caso o protótipo não esteja adequado. Robinson et al. (2009), na tentativa de desenvolver um dispositivo de tecnologia assistida para pessoas com demência, reformulou o protótipo, pois uma das amostras não conseguiu fornecer informações aos desenvolvedores devido à dificuldade de manusear o equipamento no momento do teste. Outros casos apresentam problemas parecidos (Harte et al., 2017; Holzinger et al., 2006; Martin-Hammond et al., 2015). Ao desenvolver um protótipo, a equipe deve estar atenta a qual interface utilizar para que o público consiga fornecer *feedback* de maneira eficaz.

Outro problema identificado em relação ao uso de protótipos com usuários foi a falta de planejamento das tarefas durante e após o envolvimento. O fornecimento de *feedback* pelos usuários é tão importante quanto a reformulação dos protótipos a fim de que atenda ao *feedback*. Os novos conhecimentos sobre os usuários ocorrendo ao longo do processo, sugerem que o processo sequencial tradicional deve se tornar um processo iterativo e altamente adaptável às necessidades do cliente (de Beer et al., 2009). A equipe de desenvolvedores também deve adaptar às novas descobertas. Eles devem aprender a se

comunicar com usuários comuns para interpretar os *feedbacks*, gerar ideias e propor melhorias (de Beer et al., 2009).

Zhang & Dong (2016) apresentam quatro maneiras de envolver o usuário no desenvolvimento de produtos: quando os próprios desenvolvedores representam os usuários, neste caso os desenvolvedores conhecem as necessidades dos usuários e atuam como tal; quando desenvolvedores consultam usuários, participando de forma passiva no fornecimento de informações; nas ocasiões em que o usuário participa ativamente do desenvolvimento e compartilha experiências e conhecimentos; e quando os usuários são os próprios desenvolvedores e fazem o produto para o uso próprio.

Envolver usuário nas fases iniciais do desenvolvimento de produto é visto como uma boa prática. Os desenvolvedores são capazes de identificar fatores que atrapalham ajustes nas demais fases e antecipam o ponto de vista dos usuários (Guerlain et al., 2010). O uso de protótipos nessa fase também permite aos desenvolvedores captarem aspectos menos tangíveis do uso do produto (Chiou, 2014). Além de características físicas, como melhoria de interface, facilidade de acesso e uso, os protótipos ajudam a identificar características emocionais e afetivas dos usuários (Chiou, 2014). Essas informações podem ajudar os desenvolvedores a entender o motivo que levaria os usuários a adquirirem o produto, por exemplo.

A falta de planejamento da prototipagem pode causar limitações no projeto (Deininger, 2017). Cada protótipo proporciona diferentes benefícios para o projeto e, assim, os diferentes tipos de protótipos e seus objetivos devem ser analisados e usados em determinada fase do projeto. (Santos, 2019; Rudd, Stern e Isensee, 1996). O processo de prototipagem deve, portanto, atuar como um processo de gerenciamento com fases e objetivos estabelecidos.

A prototipagem é importante já na fase inicial. No início do projeto, a prototipagem atua com a finalidade de dar forma a ideia do produto (Schrage, 2014; Rudd et al., 1996), quando as especificações do produto ainda não estão evidentes para a equipe de desenvolvedores. Pelo fato de que os protótipos podem ser criados de forma rápida e com baixo custo, alguns autores (de la Hidalga et al., 2016; Harte et al., 2017; Kelly, 2008; Neubeck et al., 2016) aconselham fortemente o uso nas primeiras fases do desenvolvimento.

É aconselhável que os protótipos nas primeiras fases do PDP não se iniciem com investimentos de esforço e recursos altos, uma vez que o protótipo poderá sofrer grandes modificações para se aproximar das necessidades dos usuários (Nielsen, 1994). Portanto, o desenvolvimento de protótipos deve evoluir de maneira gradativa, de forma que a cada interação o protótipo seja aperfeiçoado (Nguyen-Duc et al., 2017; Pantiuchina et al., 2017).

2.2.3 Framework elaborado por Santos (2019)

Ao formular uma referência para os desenvolvedores se apoiarem a utilizar técnicas de prototipagem no envolvimento de usuários, Santos (2019) propôs um *framework* de utilização de diferentes tipos de protótipos ao longo do processo de PDP. Através de um estudo de múltiplos casos oriundos da literatura, o autor analisou 46 casos de projetos da área médica que utilizaram protótipos para envolver usuários. Dessa análise, o autor identificou os propósitos e benefícios atingidos por meio da prototipagem, representado na Figura 8.

Figura 8 - Framework de utilização de protótipos para o envolvimento do usuário

Fonte: Santos (2019)

O *framework* possui as seguintes fases baseadas no PDP: explorar, decidir, otimizar e aperfeiçoar. A primeira fase, explorar, informa que os desenvolvedores devem se apoiar nos protótipos para compreender problemas e identificar necessidades dos usuários. Segundo Santos (2019), nessa primeira fase, o protótipo é utilizado para mediar a comunicação entre usuários e desenvolvedores. Na segunda fase, decidir, a aplicação de protótipos objetiva o desenvolvimento do conceito do produto e a equipe de desenvolvedores foca em priorizar requisitos para o desenvolvimento do produto (Santos, 2019). A terceira fase, otimizar, os desenvolvedores utilizam os protótipos para detalhar e avaliar as funcionalidades do produto (Santos, 2019). Santos (2019) afirma que o objetivo dessa fase é desenvolver soluções técnicas do produto e o protótipo atua na avaliação das funcionalidades. Por fim, na quarta

fase, aperfeiçoar, o protótipo possibilita avaliar a experiência do usuário com o produto, a fim de captar quais sentimentos o produto proporciona.

O framework leva em consideração o processo tradicional de prototipagem que constituído pelas etapas “projetar”, “construir”, “testar” e “analisar”. No início desse processo ocorre o desenvolvimento das especificações para projetar a interação com o usuário. A seguir, ocorre a construção do protótipo a partir dessas especificações. Diante do protótipo construído são realizados testes com os usuários finais e, por fim é analisado os resultados dos testes. Essa análise pode ocasionar identificação de problemas de usabilidade e a equipe de desenvolvedores julga a necessidade de iniciar novamente o processo de prototipagem (Santos, 2019).

Santos (2019) ainda afirma que 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.

Santos (2019) ainda ressalta que diferentes tipos de protótipos são utilizados de formas pontuais na literatura e, possuir um processo evolutivo e iterativo na prototipagem é um dos objetivos do uso do *framework*. O autor enfatiza que o protótipo, independente da fase, serve como um meio de comunicação e obtenção de informações a serem coletadas com o envolvimento do usuário no PDP.

O trabalho proposto por Santos (2019) informa o propósito e benefícios da utilização de práticas de prototipagem ao longo do PDP. Apesar do reconhecimento dos benefícios do protótipo, o *framework* não relaciona um método para que o uso de protótipos consiga gerar conhecimento, refinar e direcionar o projeto em cada fase do *framework* (explorar, decidir, otimizar e aperfeiçoar).

O método Teste de Conceito tem objetivo de testar conceitos de produtos nas fases iniciais do processo (Campese, 2019). O uso do método, portanto, está relacionado com a fase “explorar” do *framework* proposto por Santos (2019). O objetivo da prototipagem nessa fase é apoiar a equipe de desenvolvedores a concretizar a ideia do produto (Santos, 2019).

Durante a fase “explorar”, a equipe de desenvolvedores deve elaborar, validar e aprovar uma ideia do produto que irá conduzir todo o desenvolvimento do projeto (Santos, 2019); também pode ser utilizado para avaliar quão atrativo é a ideia para os potenciais usuários. Os benefícios do uso do protótipo nessa fase são definidos por Santos (2019, p. 85) como:

“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.

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.

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. ”

Santos (2019) relata que a utilização do framework contribui para teoria de envolvimento do usuário 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. Aliado a dificuldade em se obter um processo estruturado com métodos nas fases iniciais do PDP, o framework pode ser uma importante ferramenta assim como o método Teste de Conceito.

Da maneira que acontece com a literatura do Teste de Conceito formulado por Campese (2019), Santos (2019) coleta artigos na literatura que continham casos de aplicação de protótipos em projetos de produtos centrados nos usuários. O autor coletou casos dos quais a utilização de protótipos que possuem o objetivo de investigar quais eram os principais propósitos, os benefícios e os recursos da aplicação dos diversos tipos de protótipos.

No geral, Santos (2019) avalia que o framework de prototipagem proposto traz contribuições para as empresas que buscam desenvolver produtos pela utilização de protótipos que estejam aliadas às expectativas do usuário. A estruturação das fases bem definidas e o que fazer em cada uma delas facilita a comunicação dos desenvolvedores com o usuário e evoluir o seu produto de acordo com as necessidades dele. O resultado da utilização do framework de prototipagem é o desenvolvimento de produto com a participação de usuários.

2.3 User-centered design e prototipagem

A teoria de UCD revela que, para criar produtos com melhor usabilidade, é necessário envolver os usuários no processo de desenvolvimento de produtos. A teoria de prototipagem, por sua vez, relata que esse envolvimento é mais eficiente com a utilização de protótipos (Nielsen, 1994). Nielsen (1992) e Wheelwright e Clark (1994) assimilam isso a facilidade de comunicação obtida por meio do protótipo.

Outros autores da teoria de desenvolvimento de sistemas como Carroll (1995), Abras et al. (2004), Guerlain, Hugine e Wang (2010), relatam que trabalhar com protótipos permite

que os desenvolvedores identifiquem mais claramente as prioridades dos usuários. Isso ocorre porque, quando o teste começa com um produto funcional ao invés de um protótipo, os desenvolvedores tendem a se concentrar na identificação de seus próprios problemas de uso do produto, em vez de criar atentar às novas informações de requisitos proporcionadas pelo envolvimento do usuário.

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 e Wang, 2010). Autores da literatura de UCD (Kujala, 2008; Hall, 2001) recomendam a prototipagem de baixa fidelidade nessas fases devido à sua simplicidade (Jensen et al., 2017), tempo rápido de execução (Lauff et al. 2018) e facilidade de uso para a equipe e o usuário (Hall, 2001).

Quando a equipe de desenvolvedores começa o processo de desenvolvimento com um protótipo de baixa fidelidade que consiga ser representativo, a equipe pode facilmente alterar o projeto para refletir as necessidades e habilidades dos usuários, economizar dinheiro no processo e identificar questões essenciais do projeto no início o processo (Lauff et al., 2018; Hall, 2001). Lauff et al. (2018) relatam que essas características permitem inicializar o processo de desenvolvimento com a análise das necessidades e assim desenvolver o produto.

As mesmas características de análise das necessidades por meio de protótipos de baixa fidelidade são observadas no framework de prototipagem de Santos (2019). O autor destaca o uso de protótipos de baixa fidelidade para aprovar uma ideia do produto que irá conduzir todo o desenvolvimento do projeto. O autor ainda relata que nas fases iniciais, o protótipo também pode ser utilizado para avaliar quão atrativo é a ideia para os potenciais usuários.

Apesar de seus benefícios bem discutidos na literatura, as equipes de desenvolvedores de produto geralmente resistem a utilizar tais características em seus projetos. Esse fato foi observado no estudo de Campese (2019) que, em relação aos métodos para envolvimento de usuários nas fases iniciais, poucos são aplicados nas empresas da área médica, e o número de métodos aplicados que possuem relação com o usuário é muito baixo. Vale ressaltar que essa área é regida por diversas normas de controle para desenvolvimento de produtos com boa usabilidade.

Campese (2019) ainda identificou que existem empresas que utilizam métodos com prototipagem sem o contato com o usuário do produto, ou seja, os protótipos são testados de forma interna na empresa ou então por laboratórios contratados. Goodman et al. (2012) e Molich et al. (2004) relatam que os desenvolvedores também frequentemente não estão dispostos a envolver o usuário em um estágio inicial do projeto porque às vezes se preocupam que ter que alterar seu trabalho em resposta ao *feedback* do usuário limitará a criatividade.

Portanto, a maioria dos usuários está envolvida no projeto nas fases posteriores, o que pode ser tarde demais para influenciar o produto final.

Os estudos de Campese (2019) são importantes para reconhecer a necessidade em oferecer maneiras práticas e simples para o envolvimento dos usuários no início do projeto. O uso do método Teste de Conceito vêm a esse encontro. Da mesma importância, Santos (2019) destaca os benefícios em utilizar protótipos de baixa fidelidade nas fases iniciais do projeto. Portanto, identificar quais benefícios da prototipagem são possíveis obter com a utilização do método Teste de Conceito é uma oportunidade para a integração de duas grandes áreas: UCD e prototipagem.

2.4 Estudantes de engenharia e a disciplina de Ergonomia do Trabalho

O desenvolvimento de projetos é um componente importante da engenharia. Todos os engenheiros executam algum tipo de função de projeto, por exemplo: melhorar processos de produção, desenvolver produtos, planejar um projeto industrial ou criar um novo material (Crawley et al., 2007). Os engenheiros devem ter um conhecimento sólido de projetos já no início da formação (Mills & Treagust, 2003) e ser capazes de aplicá-lo em várias situações.

O engenheiro nos primeiros anos de formação tem comportamento diferente dos engenheiros com experiência em projetos, principalmente em relação ao volume de informações, tempo gasto nas atividades individuais e nas estratégias de projeto (Krishnan et al., 1997; Miller & Summers, 2013; Ozkan & Dogan, 2013; Yang, 2005). Ahmed et al. (2003) sugerem o desenvolvimento de métodos de suporte para engenheiros sem experiência que facilitem o desenvolvimento de estratégias de projetos, auxiliem a geração de conhecimento e a obtenção de informações.

Existem diferenças também em relação ao uso do protótipo nos projetos de engenharia. Em contraste com os engenheiros experientes, os novatos e os ainda em formação costumam considerar os protótipos como modelos criados apenas no final de um processo de desenvolvimento para testar e avaliar um projeto escolhido (Deiningner et al., 2017), em vez de representações que podem assumir várias formas para refinar e desenvolver projetos.

Devido ao conhecimento limitado sobre prototipagem e à falta de experiência em solução de problemas, os engenheiros ainda em formação ou recém-formados geralmente não sabem como as práticas de prototipagem podem ajudá-los (Deiningner et al., 2017). As vivências anteriores de projetos com protótipos podem levar o engenheiro experiente a analisar um problema, levantar informações e propor soluções mais facilmente quando comparado aos engenheiros ainda em formação (Lande & Leifer, 2009; Yang, 2005). Todos esses fatores contribuem para o desenvolvimento de projetos de engenharia eficientes.

Em seu estudo, Deininger (2017) constatou que engenheiros com pouca experiência tendem a utilizar protótipos apenas nas fases posteriores do projeto. O autor identificou que esse fato acontece pela baixa frequência de uso de protótipos, pouca experiência e falta de um método de apoio. A utilização de protótipos na fase posterior do desenvolvimento de produto limitou que os engenheiros do estudo de Deininger (2017) definissem as necessidades dos usuários e especificações do produto de maneira satisfatória.

Apesar do engenheiro em formação possuir menos vivência em projetos do que um engenheiro experiente, esse é mais acessível a outras fontes de conhecimento (Ahmed, Wallace & Blessing, 2003). Em um estudo sobre como engenheiros em formação e experientes realizam atividades de desenvolvimento de produtos, Ahmed, Wallace e Blessing (2003) identificaram que o engenheiro em formação realiza buscas por conhecimento em projetos anteriores em fontes externas (como relatórios e outros engenheiros) com maior frequência do que os engenheiros experientes. No estudo realizado pelos autores, os engenheiros experientes tenderam a se basear na própria experiência.

O conhecimento implícito, adquirido por meio da experiência, é necessário para profissões orientadas para a ação, como a engenharia (Schön, 1984, p. 52). Os estudantes de engenharia podem, entretanto, se apoiar na intensa busca por novos conhecimentos. O estudo de Ahmed, Wallace e Blessing (2003) demonstrou que os estudantes possuem maior facilidade em analisar dados numéricos obtidos de várias fontes em comparação aos engenheiros experientes. Os dados sobre projetos de engenharia estão cada vez mais presentes na internet e os estudantes de engenharia podem se apropriar disso para suprir a carência da falta de experiência.

A Aprendizagem Baseada em Problemas ou PBL (Problem-based Learning) é uma opção para inserir experiências em projetos de engenharia ainda nas fases iniciais da formação do engenheiro. A PBL é um método de aprendizagem colaborativa que faz uso de um problema prático (fictício ou real) para construir o conhecimento (Schmidt et al., 2011). Essa abordagem é conhecida por contribuir para o pensamento crítico e desenvolver habilidades de solução de problemas com o objetivo de aprender os conceitos da área estudada. Os alunos que participam da PBL geralmente são mais motivados pelo processo de aprendizagem e demonstram melhores habilidades de trabalho em equipe e comunicação (Mills e Treagust, 2003). Mills e Treagust (2003) destacam que os alunos são capazes aplicar melhor seus conhecimentos na prática e compreender outras questões envolvidas na prática profissional com a utilização de projetos durante a formação acadêmica.

3 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa é fundamental para conduzir o processo de contribuição científica (Karlsson, 2016). Karlsson (2016) define que os métodos de pesquisa devem ser selecionados de acordo com o tipo de pergunta de pesquisa que se pretende responder. O autor, ainda, propõe classificações de métodos de pesquisas relevantes para a área de Gestão de Operações, a qual é o tema da presente pesquisa. Nesse capítulo, serão classificados o método e a abordagem de pesquisa utilizados neste trabalho. O capítulo ainda retrata as atividades realizadas durante a pesquisa.

Conforme apresentado anteriormente, o objetivo desse trabalho é elaborar o método Teste de Conceito, o qual visa apoiar o envolvimento de usuários com protótipos, com a finalidade de identificar benefícios para a equipe de desenvolvedores. A elaboração do método e identificação desses benefícios respalda-se em estudos realizados com grupos de estudantes de engenharia. Por essa razão, o método de pesquisa utilizado é o *case research*. Segundo Karlsson (2016), *case research* compreende uma pesquisa empírica que emprega múltiplos casos como unidade de análise em uma situação real.

A abordagem da pesquisa fundamenta-se na análise qualitativa. Segundo Karlsson (2016), essa abordagem baseia-se na interpretação aprofundada da realidade por meio de análise das evidências de pesquisa. As evidências de pesquisas utilizadas nesse trabalho provêm de relatos dos observadores, relatórios escritos pelos estudantes de engenharia e resultado do quadro do método.

Essa pesquisa foi dividida em três fases, como pode ser observado na Figura 3. Cada fase possui método e atividades que contribuem para atingir os objetivos específicos da fase. A seguir, é realizado um detalhamento das atividades e métodos realizados em cada fase.

Figura 9 - Fases e atividades metodológicas Fonte: o autor

Fonte: elaborado pelo autor

3.1 Fase I: Fundamentação teórica

A primeira fase, *Fundamentação teórica*, proporciona entendimento inicial dos elementos que compõem a área de pesquisa e são essenciais para compor o método Teste de Conceito. Os elementos são função, teste e atividades realizadas com protótipos. O

objetivo da definição dos elementos do método (A1.1, A1.2 e A1.3) é elaborar o material de apoio para aplicar o método.

A primeira fase também engloba a lente teórica sobre os benefícios da prototipagem (A1.4 e A1.5). Definir tal lente teórica possibilita identificar quais benefícios são possíveis atingir com envolvimento de usuários com protótipos ao utilizar o método Teste de Conceito de acordo com o estudo realizado por Santos (2019). O entendimento inicial dos elementos do método e a lente teórica sobre prototipagem foi possível por meio da revisão sistemática não exaustiva.

A1.1 – Selecionar a definição de funções de protótipo. Visto que a utilização do método se fundamenta no teste de funções de protótipos, a atividade contempla a definição do elemento *função*. Para isto, a revisão sistemática não exaustiva abrangeu três principais temas: Processo de Desenvolvimento de Produto, Inovação em Produto e Prototipagem. A revisão destes temas e foi realizada nas bases de dados Scopus, Web of Science e Google Acadêmico (palavras-chave: “product features”, “product specifications” e “product requirements”).

A1.2 – Selecionar a definição de teste e atividades com protótipo. A atividade discute as maneiras das quais os grupos da pesquisa irão interagir seus protótipos com os usuários. A revisão sistemática não exaustiva abrangeu três principais temas: Processo de Desenvolvimento de Produto e Prototipagem. A revisão destes temas e foi realizada nas bases de dados Scopus, Web of Science e Google Acadêmico (palavras-chave: “concept test”, “tool OR method” e “prototype test”).

A1.3 – Desenvolver material de apoio do método Teste de Conceito. Esta atividade compreende a elaboração do conteúdo para aplicação do método. O guia para auxiliar as equipes de desenvolvedores e o quadro para inserir as funções e testes foram reformulados nessa atividade. A reformulação do material é baseada nas atividades A1.1 e A1.2 de revisão da literatura e nas considerações sugeridas na tese de doutorado de Campese (2019). O método elaborado é apresentado no Item 4.2.

3.2 Fase II: Aplicação do método Teste de Conceito

A segunda fase objetiva preparar observadores e grupos de estudantes de engenharia para a aplicação do método Teste de Conceito, realizar as atividades propostas no método e coletar os dados dos observadores e relatórios dos grupos. O método de pesquisa utilizado nessa fase é o *case research*. O *case research* se baseia em um ou mais casos, como unidade de análise (Karlsson, 2016), para obtenção e análise das informações.

No Quadro 3 é demonstrado o protocolo do *case research* utilizado na Fase II.

Quadro 3 - Protocolo do case research

Questão geral da pesquisa	Quais são as contribuições do Teste de Conceito para o envolvimento de usuários com protótipos?
Questões específicas do estudo	- Há benefícios do uso do método para desenvolver as funções dos protótipos? - Os passos do método foram seguidos corretamente pelos grupos? - Há modificações a serem feitas no método?
Unidade de análise	Método Teste de Conceito
Instrumentos de análise	- Relatório do envolvimento; - Áudio dos observadores; - Resultado do quadro do método.
Amostra	Grupos de estudantes de engenharia que pretendem envolver usuários com protótipos no desenvolvimento de produtos
Número de participantes	Oito grupos com seis ou sete participantes em cada grupo
Validade dos construtos	Verificar se o método contribui para os grupos no envolvimento de usuários com protótipos

Fonte: elaborado pelo autor

O protocolo atua para guiar o *case research* e certificar que todos os tópicos necessários para responder a pergunta de pesquisa foram envolvidos (Voss et al., 2002). O protocolo do *case research* auxiliou o desenvolvimento das atividades de Preparação (A2.1, A2.2, A2.3 e A2.4) e Aplicação do método (A2.5, A2.6, A2.7 e A2.8)

A2.1 – Selecionar os grupos de estudantes de engenharia. A amostra dos casos escolhida para o estudo foi de alunos que cursavam o segundo ano do curso de Engenharia de Materiais da Escolha de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Os alunos cursaram a disciplina de Projeto do Trabalho e Ergonomia, a qual tinha como objetivo o desenvolvimento de lixeiras a serem usadas em ambientes públicos e praças de alimentação. Os oito grupos eram compostos por seis ou sete alunos em cada um. Os grupos desconheciam qualquer método que, assim como o Teste de Conceito, utiliza as funções de protótipos para testar as necessidades dos usuários.

Ao longo da disciplina, foram desenvolvidos conteúdos programáticos sobre a ergonomia do trabalho como biomecânica, antropometria e ergonomia cognitiva. Esses assuntos fazem parte da grade da disciplina SEP0451 da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, ofertado pelo departamento de Engenharia de Produção.

A disciplina busca avaliar o conhecimento dos alunos por meio de projetos práticos. No segundo semestre de 2019, o projeto objetivou a utilização dos conhecimentos teóricos adquiridos na disciplina para o desenvolvimento de lixeiras a serem utilizadas em praças públicas e praças de alimentação. Um dos conhecimentos abordados foi a importância da abordagem UCD para o desenvolvimento de produtos mais ergonômicos. O método Teste de Conceito, portanto, foi apresentado aos grupos para o andamento do projeto da disciplina sobre as lixeiras.

A2.2 – Realizar treinamento do método com os grupos. Antes do início do preenchimento do quadro na primeira etapa do Teste de Conceito, todos os grupos receberam um treinamento sobre como preencher o método. O pesquisador juntamente com a professora explicou as etapas e passos que seriam realizados na primeira e segunda etapa do método. Cada grupo recebeu duas cópias do guia para preencher o método, um quadro do método, notas adesivas (*post it*), canetas e pinceis.

A2.3 – Desenvolver protocolo de observação. Observação atua como um instrumento de coleta de dados importante nos estudos de caso (Karlsson, 2016). Um protocolo para a identificar os dados a serem coletados durante a utilização do método pelos grupos foi desenvolvido conforme Karlsson (2016, p.177 e 178). O autor destaca a necessidade em declarar as informações a serem coletadas e a relação delas com o objetivo da pesquisa. O protocolo utilizado na observação dos grupos para as duas etapas do método está representado no Apêndice 4.

A2.4 – Realizar treinamento dos observadores. A fim de evitar a perda de dados devido a aplicação simultânea do método para os oito grupos, houve a seleção de oito observadores para participar da coleta de dados. Os observadores são estudantes de pós-graduação em Engenharia de Produção do Grupo de Engenharia Integrada da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Cada observador foi responsável por analisar um grupo escolhido de forma aleatória.

Antes da aplicação do método, o pesquisador apresentou aos observadores o objetivo do método Teste de Conceito para a primeira e segunda etapa. Posteriormente, foi apresentado e entregue para cada observador o protocolo desenvolvido em A2.3. Os observadores foram instruídos a gravar áudios com as informações indicadas no protocolo e enviar para o aplicativo de mensagens do pesquisador. Essa opção foi escolhida para facilitar a coleta de dados, visto a dinamicidade das informações.

A2.5 – Realizar atividade de planejamento do método. A atividade de planejamento do método refere-se à primeira etapa do Teste de Conceito.

A2.6 – Observar os grupos e gravar áudio. As atividades de observação dos grupos e gravação dos áudios foram realizadas pelos observadores e aconteceram em conjunto com a atividade A2.5.

A2.7 – Realizar atividade de teste com os usuários. A atividade de teste com os usuários refere-se à segunda etapa do método Teste de Conceito. A atividade é realizada

após o preenchimento do quadro com as informações sobre os testes a serem realizados com os usuários.

A2.8 – Observar os grupos e gravar áudios. As atividades de observação dos grupos e gravação dos áudios foram realizadas pelos observadores e aconteceram em conjunto com a atividade A2.7.

3.3 Fase III: Análise dos dados

A terceira e última fase tem como objetivo o tratamento, codificação e análise dos dados obtidos. Miles, Huberman e Saldaña (2014) definem a relação de códigos e codificação para a análise de dados. Para os autores, *códigos* são nomes atribuídos a um significado simbólico das informações descritivas. *Codificação* é a análise e interpretação dos significados dos dados. Uma boa prática antes da análise e interpretação dos dados é o tratamento dos dados retirados diretamente do campo de pesquisa (Miles, Huberman, Saldaña, 2014).

Para realizar o tratamento (A3.1, A3.2 e A3.3), análise dos dados (A3.4 e A3.5) e refinamento do método (A3.6 e A3.7) utilizou-se o software MAXQDA. Foram realizados dois ciclos de codificação. O primeiro ciclo baseou-se no protocolo de análise dos dados [Apêndice 4], focado em definir os códigos que representam o objetivo da pesquisa. O primeiro ciclo resultou em 6 códigos, conforme Figura 10.

Figura 10 - Codificação do primeiro ciclo

Fonte: elaborado pelo autor

O segundo ciclo de codificação aconteceu após a inserção das três fontes de dados obtidas com a aplicação do método Teste de Conceito. A medida em que as fontes de dados foram analisadas, novos códigos foram inseridos as categorias definidas no primeiro ciclo.

Figura 11 - Codificação do segundo ciclo

Fonte: elaborado pelo autor

Os dados dos códigos “Apoio aos desenvolvedores” e “UCD” do primeiro ciclo se uniram aos dados sobre a dimensão eficácia do método no código “Vantagem”. Essa junção aconteceu pelo fato das definições sobre os códigos serem semelhantes ao objetivo do método e não haver a marcação de um mesmo dado em dois códigos distintos.

Os dois ciclos de análise dos dados basearam-se nos objetivos da pesquisa, da qual corresponde as duas *dimensões de análise* das Figuras 10 e 11: Eficácia do método e Benefícios do método. O primeiro ciclo de codificação, portanto foi elaborado para extrair os dados condizentes com os objetivos da pesquisa e correspondem aos seis códigos, conforme Figura 12 abaixo. Os códigos do primeiro ciclo foram definidos antes da análise dos dados no software MAXQda.

Figura 12 – Inserção dos códigos e ciclos

Fonte: elaborado pelo autor

Miles, Huberman e Saldaña (2014) definem que essa estratégia de codificação é denominada de codificação fechada. Nessa estratégia, os dados são extraídos de um conjunto de dados estabelecidos previamente.

Durante a análise dos dados, foi realizado o segundo ciclo de codificação. Nesse ciclo, foram inseridos quatro novos códigos definidos conforme identificação de informações

relevantes para compor o estudo. Assim que identificado, o novo código do segundo ciclo é nomeado e padronizado.

A3.1 – Transcrever os áudios dos observadores. Os áudios gravados pelos observadores nas duas etapas do método representam uma fonte de dados para atingir os objetivos da pesquisa. Todos os áudios gravados foram transcritos com o auxílio do software MAXQDA. A transformação do áudio em texto requer processamento dos dados para refinar as gravações feitas diretamente no momento da aplicação do método (Ridder et al., 2014). O processamento permitiu a retirada de frases incompletas, declarações errôneas e dados que não condizem com o protocolo apresentado aos observadores.

A3.2 – Coletar relatórios dos grupos. Outra fonte de dados da pesquisa foram os relatórios realizados pelos grupos após o envolvimento dos usuários. Os grupos foram orientados a elaborar o relatório seguindo um modelo, disponível no Apêndice 6.

A3.3 – Coletar dados preenchidos do método. Os quadros do método preenchidos pelos grupos também serviram como análise dos dados. Os dados foram tratados por meio de fotos dos quadros (Figura 13), as quais foram inseridas no software de análise qualitativa.

Figura 13 - Resultado dos quadros do método

Fonte: elaborado pelo autor

A3.4 – Codificar benefícios atingidos. A análise dos benefícios da aplicação do método seguiu uma estrutura de códigos. O Quadro 4 compreende a estrutura de códigos para analisar as fontes de dados no primeiro ciclo de codificação. Essa estrutura foi elaborada pelo autor para padronizar a seleção dos resultados nas fontes de dados e contém: a definição das características próprias dos códigos e os valores associados a eles.

Quadro 4 - Definição dos códigos dos benefícios atingidos

Definição do código	
Benefícios da prototipagem	<p>Direcionar projeto</p> <p>Descrição: Selecionar falas, expressões e reações em que a equipe de desenvolvedores foram auxiliadas na tomada de decisão (manutenção ou descarte) sobre de funções do protótipo que se adequam às necessidades dos usuários. Valores associados: comentários, pensamentos, expressões ou ações sobre atributos do protótipo ou perfil do usuário.</p>
	<p>Refinar projeto</p> <p>Descrição: Selecionar falas, expressões e reações sobre correção de erros e informações do protótipo e que foram aperfeiçoadas com o envolvimento do usuários. Valores associados: comentários, pensamentos, expressões ou ações sobre atributos do protótipo ou perfil do usuário.</p>
	<p>Gerar conhecimento</p> <p>Descrição: Selecionar falas, expressões e reações sobre obtenção de novas informações sobre o protótipo que aumentaram o conjunto de dados já existente. Valores associados: comentários, pensamentos, expressões ou ações sobre atributos do protótipo ou perfil do usuário.</p>
	<p>Apoio ao grupo de desenvolvedores</p> <p>Descrição: Selecionar falas, expressões e reações que o uso do método Teste de Conceito proporcionou vantagens aos grupos e, conseqüentemente, ao projeto do produto. Valores associados: comentários, pensamentos, expressões ou ações sobre atributos do método Teste de Conceito (guia, quadro ou testes).</p>
	<p>Apoio ao processo de UCD</p> <p>Descrição: Selecionar falas, expressões e reações que o método contribuiu para uma ou mais fases do processo de UCD. Valores associados: comentários, pensamentos, expressões ou ações sobre atributos do método Teste de Conceito (guia, quadro ou testes).</p>

Fonte: elaborado pelo autor

O código relacionado aos benefícios da prototipagem foi dividido em outros três subcódigos: direcionar projeto, refinar projeto e gerar conhecimento. Esses subcódigos correspondem aos benefícios da prototipagem destacado por Santos (2019) na primeira etapa do framework de prototipagem.

A3.5 – Codificar desafios das equipes. Os desafios da equipe, assim como a atividade A3.4, também seguiu uma estrutura de códigos estabelecida no primeiro ciclo de codificação. O Quadro 5 contém informações sobre essa estrutura. Os códigos dessa atividade da pesquisa ajudaram na identificação de melhorias para o método Teste de Conceito.

Quadro 5 - Definição dos códigos da eficácia do método

Nome do código	Definição do código
Ajustes	Descrição: Selecionar falas, expressões e reações que os grupos utilizaram os elementos (guia e quadro) do método Teste de Conceito de forma diferente ou sugeriram adaptações. Valores associados: comentários, pensamentos, expressões ou ações sobre atributos do método Teste de Conceito (guia, quadro ou testes).
Dificuldades	Descrição: Selecionar falas, expressões e reações que os grupos demonstraram dificuldade ou não utilizaram os elementos (guia e quadro) do método Teste de Conceito. Valores associados: comentários, pensamentos, expressões ou ações sobre atributos do método Teste de Conceito (guia, quadro ou testes).
Eficácia	Descrição: Selecionar falas, expressões e reações que os elementos (guia e quadro) do método Teste de Conceito foram usados corretamente e o objetivo geral do método foi alcançado. Valores associados: comentários, pensamentos, expressões ou ações sobre atributos do método Teste de Conceito (guia, quadro ou testes).

Fonte: elaborado pelo autor

A3.6 – Realizar melhorias estruturais. Os códigos “Ajustes” e “Dificuldades”, provenientes do Quadro 5, proporcionaram dados para realizar pequenas modificações no guia e no quadro do método Teste de Conceito. As modificações foram baseadas na análise qualitativa das fontes da pesquisa. A atividade tem como resultado uma nova versão do método.

A3.7 – Desenvolver contribuição do método. A análise qualitativa dos códigos proporcionou identificar resultados teóricos e empíricos da aplicação do método e serão discutidos nessa fase.

4 RESULTADOS

Esse capítulo retrata os resultados da pesquisa. Inicialmente, é definido o Teste de Conceito aplicado aos grupos de estudantes após as considerações de alteração do método sugeridas por Campese (2019). A parte inicial inclui os três elementos fundamentais para o preenchimento do método. A seguir, são demonstradas a preparação para o método e as duas fases do método, planejamento e teste com usuários.

4.1 Teste de Conceito modificado aplicado aos estudantes de engenharia

A primeira versão do método foi utilizada por Campese (2019) em um *workshop* de usabilidade de produtos eletro médicos. Os resultados da primeira aplicação do método sugeriram modificações que impactam a definição de funções de produtos ou protótipos e o quadro do método, titulado de *template* por Campese (2019).

Uma das dificuldades apontadas após o *workshop* de usabilidade foi a inserção de informações no quadro do método. Os resultados iniciais da aplicação do método sugeriram que os grupos de desenvolvedores acharam o preenchimento do quadro confuso, tanto em relação as funções de protótipos quanto aos testes. O leiaute quadro do método, portanto, foi alterado a fim de simplificar o preenchimento e organização das informações dos testes e funções (Figura 14).

Figura 14 - Alteração do quadro do método

Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 14 possui o quadro utilizado por Campese (2019) durante o *workshop* em sua primeira versão (à esquerda da figura). O quadro reformulado (à direita da figura) representa o quadro do método aplicado no *case research* desta pesquisa. O quadro possui linhas e colunas para a inserção das notas adesivas. Cada linha corresponde as informações de uma

função do protótipo ou produto. A primeira linha corresponde as informações que devem ser preenchidas em cada coluna do quadro.

Outro item modificado na primeira versão do Teste de Conceito foi a definição de funções ou elementos de produto. Durante a aplicação do método no *workshop*, os participantes tiveram dificuldades em definir o que seriam as funções ou elementos de produto para realizar os testes. Por essa razão, no guia do método foi acrescentada uma definição de função de protótipo e um exemplo ilustrativo (Figura 15).

Figura 15 - Indicação das modificações no guia do teste

Fonte: elaborado pelo autor

As alterações do guia estão indicadas em vermelho na Figura 15. A definição de função de protótipo foi baseada na literatura disponível no item 4.1.1. O exemplo do Teste de Conceito na Figura 15 e no **Apêndice 1** é o desenvolvimento de uma nova alga. O exemplo acima indica apenas uma funcionalidade representada pela nota adesiva amarela, a "fechadura da alga". No caso de estudo desta pesquisa, os grupos de estudantes de engenharia utilizaram três ou quatro funções em seus testes. O exemplo da Figura 15 também indica o uso de todos os três testes: livre, guiado e entrevista. A opção pelo uso de cada teste depende do objetivo de cada projeto.

4.2 Preparação para aplicação do método Teste de Conceito

Antes da aplicação do método, as necessidades dos usuários foram levantadas nas semanas anteriores seguindo métodos sugeridos e acompanhados pela professora da disciplina (Figura 16). As ideias de solução foram criadas seguindo a abordagem de UCD, apresentado no *item 2.1*, durante as seis primeiras semanas da disciplina.

Figura 16 - Cronograma das entregas da disciplina

Fonte: elaborado pelo autor

Durante a Semana 9, os grupos apresentaram as ideias de solução para um time de especialistas em um *gate* (Figura 17). Esse time foi composto por três empreendedores da cidade de São Carlos com expertise em criação de espaços públicos sustentáveis, incluindo a utilização de lixeiras; dois pós-graduandos que também eram os monitores da disciplina e a professora. O objetivo do *gate* foi avaliar as ideias de solução dos grupos e escolher aquelas ideias mais promissoras.

Figura 17 - Apresentação do gate

Fonte: elaborado pelo autor.

O informa os objetivos e as entregas práticas (EP) realizadas pelos grupos nas etapas anteriores à aplicação do Teste de Conceito. Os grupos desenvolveram protótipos iniciais das

ideias de solução obtidas ao longo da disciplina. Foram desenvolvidos protótipos virtuais e protótipos físicos de baixa fidelidade. As fotos dos protótipos, os nomes das funções e as necessidades das quais foram levantadas pelos grupos de desenvolvedores no início da disciplina estão no **Apêndice 3**.

A EP05 refere-se ao relatório do resultado das ideias de solução após o envolvimento dos usuários. Para a realização dessa atividade, foi sugerido um modelo de preenchimento do relatório **[Apêndice 6]**. Esse modelo contém todas as informações sobre o desenvolvimento do projeto ao longo da disciplina como:

- (1) Usuários: os métodos de observação e questionário geraram dados sobre o perfil dos usuários alvo, opiniões, quantidade de usuários consultados e o local de aplicação do método;
- (2) Necessidades: quais necessidades foram identificadas e qual é a prioridade dessa necessidade para compor o produto;
- (3) Conceitos: quais aspectos do produto estão relacionados com as necessidades, características do produto;
- (4) Solução: quais aspectos do produto farão parte do protótipo.
- (5) Teste com usuários: como aconteceu o teste, quais foram as reações dos usuários das soluções apresentadas e qual foi a análise do grupo após o teste com usuários.

Os grupos também informam neste relatório como ficarão os protótipos após as melhorias identificadas mediante a aplicação do Teste de Conceito. O teste de conceito foi aplicado entre a 15ª e a 18ª semana.

4.3 Elementos do método Teste de Conceito modificado

Um objetivo importante para a pesquisa foi o entendimento correto do método para os grupos. Alguns resultados intermediários, portanto, visam a definição de elementos essenciais para esse entendimento. Os elementos *função do protótipo*, *teste* e *atividade* foram definidos com base na literatura. Este item também apresenta os resultados das funções de protótipos dos grupos.

4.3.1 Função do protótipo

Os nomes das funções de protótipos determinadas pelos grupos são demonstrados na Quadro 6. As características do protótipo ou *função do protótipo* a serem testadas com os usuários foram definidas pelos grupos a partir da elicitación das necessidades dos usuários durante a disciplina de Ergonomia do Trabalho. Os grupos aplicaram métodos (como questionários, entrevistas e observações) que resultaram em uma lista de necessidades dos usuários importantes para o desenvolvimento do produto.

Quadro 6 - Funções dos protótipos definidas pelos grupos

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8
Gaveta	Ralo	Funcionalidade do cesto	Tampa lateral	Mecanismo da lixeira	Mecanismo de abertura frontal	Interesse do usuário	Gaveta
Corpo da lixeira	Identificação do compartimento dos copos	Abertura do descarte	Funcionalidade dos compartimentos	Cor da lixeira	Rotacionamento da lixeira	Uso do mecanismo	Descarte do lixo
Mecanismo de separação líquido e sólido	Sistema de descarte	Clareza do protótipo	Limpeza	Tipo de lixeira	Altura da lixeira	Retirada do lixo	Legenda/Imagem
	Tanque dos líquidos						Trava inferior

Fonte: elaborado pelo autor

Cada grupo definiu uma lista de necessidades. A transcrição das necessidades dos usuários em ideias para a função do protótipo foi realizada por meio de reuniões e discussões em grupo. A relação das necessidades dos usuários e qual função do protótipo atende à essa necessidade é apresentada na Quadro 7.

Quadro 7 - Relação das especificações das necessidades e funções do protótipo

ESPECIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES		FUNÇÃO DO PROTÓTIPO			
		1.1	1.2	1.3	
Grupo 1	Maior praticidade para retirar lixo				
	Evitar acúmulo de líquidos				
	Maior clareza na separação do lixo				
Grupo 2		2.1	2.2	2.3	2.4
	Melhor sinalização				
	Maior clareza na separação do lixo				
	Maior praticidade para retirar lixo				
	Mais conscientização no descarte				
Grupo 3		3.1	3.2	3.3	
	Maior clareza na separação do lixo				
	Melhor sinalização				
	Maior praticidade para retirar lixo				
Grupo 4		4.1	4.2	4.3	
	Melhor sinalização				
	Mais conscientização no descarte				
	Diferentes compartimentos				
Grupo 5		5.1	5.2	5.3	
	Melhor sinalização				
	Maior clareza na separação do lixo				
	Maior praticidade para retirar lixo				
Grupo 6		6.1	6.2	6.3	
	Lixeiras mais altas				
Grupo 7		7.1	7.2	7.3	
	Mais conscientização no descarte				
	Evitar contato com a lixeira p/ descarte				
	Melhor sinalização				
Grupo 8		8.1	8.2	8.3	8.4
	Maior praticidade para retirar lixo				
	Melhor sinalização				
	Mais conscientização no descarte				
	Diferentes compartimentos				

Fonte: elaborado pelo autor

Os pontos hachurados no Quadro 6 relacionam qual função do protótipo compreende a necessidade do usuário identificada na primeira etapa do projeto (relatório EP1, da Figura 16). Não foi observado um padrão nessa relação. Há especificação da necessidade representada por apenas uma função (assim como no caso do Grupo 3), entretanto, também existe uma especificação retratada por duas ou mais funções - como acontece no Grupo 1.

4.4 Aplicação do método Teste de Conceito modificado

4.4.1 Fase de planejamento do método Teste de Conceito modificado

A atividade de planejamento do método aconteceu no dia 18 de novembro de 2019. Os grupos receberam o guia para preenchimento do método e o quadro. Além dos itens que

compõem o método, os grupos utilizaram nessa etapa: notas adesivas coloridas (*post it*), canetas, pincéis e o protótipo (físico e virtual).

O método foi apresentado para os grupos utilizando o software Microsoft PowerPoint em uma projeção e foi apresentado de forma simultânea para todos os integrantes dos grupos que participaram da pesquisa. Houve ênfase na explicação sobre função de protótipo. Isso aconteceu para garantir que todas as necessidades levantadas pelos grupos pudessem ser testadas em forma de função por meio do método.

Após a apresentação das etapas do método, os grupos receberam um modelo [Apêndice 6] para a criação do relatório do teste com os usuários. O modelo do relatório serviu para os grupos informarem os resultados obtidos após a utilização do método de forma homogênea. Após o treinamento recebido os grupos realizaram a leitura do guia e preenchimento do quadro. O grupo que demandou maior tempo para essa atividade demorou 52 minutos.

Figura 18 - Atividade de planejamento do teste

Fonte: elaborado pelo autor

Os observadores fizeram parte dessa etapa do método. Ao observar um dado condizente com o protocolo recebido, os observadores foram responsáveis por gravar áudios e enviar para o pesquisador. A relação da quantidade de áudio e por grupo é demonstrada no Quadro 8.

Quadro 8 - Quantidade de áudios na primeira etapa

Grupo	Quantidade de áudios enviados
Grupo 1	14 áudios
Grupo 2	19 áudios
Grupo 3	17 áudios
Grupo 4	22 áudios
Grupo 5	21 áudios
Grupo 6	8 áudios
Grupo 7	27 áudios
Grupo 8	26 áudios

Fonte: elaborado pelo autor

Além dos áudios dos observadores, os quadros preenchidos dos oito grupos foram coletados após a primeira etapa.

4.4.2 Fase de teste com usuários do método Teste de Conceito modificado

A fase de teste com usuários representa a segunda etapa do método Teste de Conceito. Essa fase aconteceu uma semana após a atividade de planejamento no dia 25 de novembro de 2019 no Espaço Primavera da Escolha de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. O teste aconteceu no período das 14h30 às 17h30.

Os grupos foram separados em *stands* contendo: protótipo, quadro do método preenchido na primeira fase, papel para anotação e caneta. Todos os grupos também utilizaram notebooks para auxiliar o registro das reações e comentários dos usuários sobre o protótipo. A forma de registro das informações dos usuários foi livremente estabelecida por cada grupo.

Figura 19 - Teste de protótipos com usuários

Fonte: elaborado pelo autor

Foram envolvidos diferentes tipos de usuários para o teste de protótipos. Por meio de contato via telefone, foram recrutados 18 trabalhadores que realizam a limpeza e manutenção do campus da universidade. Os demais 46 usuários foram estudantes da universidade, professores e pessoas que passavam pelo campus e aceitaram realizar os testes. Houve divulgação em redes sociais e canais de comunicação da faculdade sobre o recrutamento de usuários para a atividade de teste de protótipos. A quantidade de usuários envolvida por grupo é demonstrada no Quadro 9.

Quadro 9 - Quantidade de usuários envolvidos por grupo

Grupo	Quantidade de usuários	Grupo	Quantidade de usuários
Grupo 1	25 usuários	Grupo 5	38 usuários
Grupo 2	38 usuários	Grupo 6	22 usuários
Grupo 3	47 usuários	Grupo 7	25 usuários
Grupo 4	45 usuários	Grupo 8	33 usuários

Fonte: elaborado pelo autor

Os observadores também atuaram na segunda etapa. Ao observar um dado condizente com o protocolo, os observadores foram responsáveis por gravar áudios e enviar (por meio do aplicativo de mensagens) para o pesquisador. A relação da quantidade de áudio e por grupo é demonstrada no Quadro 10.

Quadro 10 - Quantidade de áudios na segunda etapa

Grupo	Quantidade de áudio enviado
Grupo 1	6 áudios
Grupo 2	11 áudios
Grupo 3	29 áudios
Grupo 4	16 áudios
Grupo 5	23 áudios
Grupo 6	44 áudios
Grupo 7	22 áudios
Grupo 8	22 áudios

Fonte: elaborado pelo autor

Os dados dos áudios dos observadores e os quadros do método Teste de Conceito preenchidos pelos grupos na primeira fase foram coletados para serem tratados e analisados. Após a fase de teste com usuários, os grupos realizaram o preenchimento do relatório EP05. Os três dados foram tratados e serviram para as discussões dos resultados dessa pesquisa.

5 DISCUSSÃO

Nessa seção são expostas as discussões do resultado da pesquisa. Primeiramente, são apresentadas as contribuições que os grupos obtiveram ao utilizar o método. Essas contribuições permeiam a utilização do método para a prototipagem e para o processo de aprendizagem dos estudantes de engenharia. Então, são discutidas as avaliações e as modificações sugeridas pelos grupos e pelos observadores. E, por fim, é apresentado o método Teste de Conceito após as sugestões de melhoria fornecidas pelos grupos de estudantes de engenharia.

5.1 Contribuições do uso do Teste de Conceito para envolver usuários com protótipos

As contribuições são os resultados favoráveis que o uso do método Teste de Conceito proporcionou aos grupos e, conseqüentemente, ao projeto do produto. Nesse item serão discutidos os resultados do uso do método para: (1) os benefícios da prototipagem definidos por Santos (2019); (2) apoiar o processo de UCD; (3) guiar o processo de prototipagem; (4) processo de aprendizagem dos estudantes de engenharia e; (5) discutir as funções do protótipo.

Conforme descrito no item 3.3 da metodologia, as contribuições do uso do teste foram analisadas por meio dos códigos. As incidências desses dados foram extraídas dos códigos: Vantagem, Necessidades dos usuários, Funções, Conceito testado e Benefícios da prototipagem, conforme Figura 20.

Figura 20 – Ocorrência dos dados sobre contribuições do método

Informação do cód.	Códigos	Resultados obtidos	Códigos	Informação do cód.
Os passos do método foram seguidos com sucesso?	Efetividade	(2)	Necessidades dos usuários	Os grupos se basearam nas necessidades dos usuários?
Foi possível obter informações dos usuários?	Vantagem	(2) (3)	Quantidade de usuários	Quanto usuários foram envolvidos?
Questões e dificuldades levantadas durante a aplicação do método	Dificuldades	(5)	Funções	Discussões feitas sobre as funções
Modificações do método sugeridas pelos grupos e pelos monitores	Ajustes	(2)(3)	Conceito testado	Novas informações percebidas sobre os conceitos de produtos
		(1)(4)	Benefícios da prototipagem	Os grupos perceberam os benefícios da prototipagem ao usar o método?

Fonte: elaborado pelo autor

Os números entre parênteses correspondem a quais resultados foram possíveis obter por código. Os códigos “Vantagem”, “Conceito testado” e “Benefícios da prototipagem” forneceram mais de um resultado.

5.1.1 Benefícios da prototipagem propostos por Santos (2019)

A utilização de protótipos propiciou aos 8 grupos estudados atingir os três benefícios da prototipagem sugeridos por Santos (2019): geração de conhecimento, direcionamento e refinamento do projeto. De acordo com Santos (2019), os benefícios da prototipagem são reconhecidos durante o envolvimento de usuários com protótipos, em que há exploração de novas discussões, testes e revisões do projeto. No caso do projeto de desenvolvimento da lixeira, a primeira etapa da aplicação do Teste de Conceito possibilitou identificar características dos protótipos a serem aperfeiçoadas, sem o envolvimento prévio dos usuários.

A análise dos dados aconteceu por intermédio dos áudios dos observadores e o relatório EP05. Os benefícios foram observados durante a execução da primeira etapa, a qual representa o planejamento do Teste de Conceito, e da segunda etapa, executada durante a interação dos usuários com o protótipo. O Quadro 10 informa a quantidade de funções testadas e onde houve o benefício.

Quadro 11 - Ocorrência dos benefícios da prototipagem

	Etapa 1 - Planejamento			Etapa 2 - Execução		
	Direcionar projeto	Refinar projeto	Gerar conhecimento	Direcionar projeto	Refinar projeto	Gerar conhecimento
Grupo 1	N/B	+	N/B	++	++	++
Grupo 2	N/B	N/B	N/B	++	++	++
Grupo 3	N/B	+	N/B	+	++	+
Grupo 4	N/B	+	N/B	++	++	++
Grupo 5	N/B	+	N/B	+++	+	+
Grupo 6	N/B	N/B	N/B	++	+++	+++
Grupo 7	N/B	+	N/B	++	+++	+++
Grupo 8	N/B	++	N/B	+++	++	+++

Legenda

N/B = não houve benefício

+

++

+++

= o benefício foi constatado em uma função

= o benefício foi constatado em duas funções

= o benefício foi constatado em três ou mais funções

Fonte: elaborado pelo autor

O símbolo “+” do Quadro 11 acima demonstra a quantidade de funções em que cada benefício da prototipagem, separados por grupo. A maneira a qual os benefícios da prototipagem são identificados em cada grupo é descrita a seguir. As funções dos protótipos testadas e as decisões dos grupos acerca do resultado do envolvimento também são apresentadas.

5.1.1.1 Direcionamento do projeto

O benefício *direcionamento do projeto* ocorreu na segunda fase da aplicação do Teste de Conceito. Após o envolvimento dos usuários, os grupos tomaram decisões ao explorar os testes de protótipos a fim de alinhar as necessidades dos usuários com o objetivo do projeto. As decisões adotadas consistem na manutenção ou descarte das funções do protótipo.

Grupo 1

O teste com protótipos proporcionou o direcionamento do projeto do Grupo 1 ao analisar as funções gaveta e mecanismo de separação do líquido. O teste das funções apurou se o sistema (gaveta juntamente com o mecanismo) facilita a higienização das lixeiras. O grupo optou pela manutenção dessas funções do protótipo após verificar a boa funcionalidade e o interesse do usuário.

O mecanismo de separação de líquidos consiste em uma grade posicionada acima da gaveta, no interior da lixeira. O intuito desse mecanismo é sustentar o saco de lixo e separar os resíduos líquidos e sólidos, caso aconteça vazamentos pelo saco. Depois do envolvimento, o grupo percebeu que o mecanismo deve fazer parte do projeto e optou por mantê-lo.

Em relação à *gaveta*, essa função consiste em um sistema de armazenamento de resíduos líquidos com o propósito de facilitar a limpeza da lixeira. Diminuir o contato dos usuários com o lixo e separar resíduos sólidos e líquidos são indícios que o grupo considera para simplificar a limpeza. Após a interação, o usuário identificou que a gaveta poderia ficar muito pesada dependendo da quantidade de líquido que ela armazena. Mesmo diante desse problema, o grupo compreendeu a viabilidade da função para facilitar a higienização da lixeira.

Grupo 2

O Grupo 2 direcionou o projeto a partir do teste de duas funções: o *ralo* e o *sistema de descarte*. O grupo descobriu se a utilização de um separador de resíduos líquidos dos sólidos torna a lixeira mais higiênica e se a identificação do descarte auxilia o descarte correto dos resíduos.

A função *ralo* representa um mecanismo que separa resíduos líquidos e sólidos. O intuito é que, ao descartar copos com restos de líquidos, os usuários despejem o líquido no mecanismo e, posteriormente, descartem o copo em outro compartimento. O grupo identificou que o mecanismo atende a necessidade dos usuários e o manteve no projeto.

Sistema de descarte é um compartimento de resíduos que complementa a função *ralo*. Esse compartimento consiste em tubos plásticos em que os copos descartados ficam

armazenados e empilhados. A disposição dos copos para retirada foi considerada prática e higiênica pelos usuários. Após o envolvimento do usuário, o grupo decidiu manter a função no projeto e realizar modificações que auxiliem na identificação do tipo de resíduo a ser descartado.

Grupo 3

No experimento do Grupo 3, a prototipagem causou o direcionamento do projeto mediante teste da função *abertura do descarte*. O grupo investigou se o tamanho do local para descartar os resíduos é adequado para os usuários. Foram observados alguns erros no descarte. O grupo associou as falhas à identificação por escrito contida no protótipo. As alterações para reparar o erro impactaram outra função (*clareza do protótipo*) e o grupo avaliou que a *abertura do descarte* é compatível com os objetivos do projeto.

Grupo 4

Tampa lateral e funcionalidade dos compartimentos foram as funções do protótipo testado pelo Grupo 4. Ao testar essas funções, o grupo planejou identificar se os resíduos foram descartados de maneira adequada nos diferentes compartimentos e se o protótipo favorece a atividade de limpeza. O teste da *tampa lateral* foi a única função rejeitada após o envolvimento do usuário dentre todas as funções dos grupos que participaram da pesquisa.

O Grupo 4 identificou, durante o teste da função *tampa lateral*, que os usuários demonstraram muita dificuldade em realizar as atividades de remoção e encaixe da tampa. O grupo, então, removeu a função do escopo do protótipo e propôs uma nova tampa, seguindo sugestões dos usuários.

A *funcionalidade dos compartimentos* testou as cores, tamanho e capacidade das repartições do protótipo. O teste de protótipos demonstrou que a transparência do compartimento ajuda o usuário a diferenciar as repartições do resíduo orgânico (a qual possui a cor preta) em relação à repartição do resíduo reciclável (a qual é transparente). Os usuários julgaram que o tamanho e capacidade da lixeira são compatíveis com as lixeiras tradicionais. O grupo, portanto, decidiu manter a função no projeto.

Grupo 5

O Grupo 5 testou três funções do protótipo que resultou no direcionamento do projeto: *mecanismo da lixeira*, *cor da lixeira* e *tipo da lixeira*. O grupo analisou se o mecanismo auxilia as atividades de limpeza, se a transparência e a cor preta remetem a diferentes tipos de compartimentos e se o projeto é viável para ser usado em praças públicas.

A primeira função, *mecanismo da lixeira*, consiste em uma alavanca, posicionada na lateral do compartimento que armazena os resíduos. O grupo considera que o movimento de rotação do compartimento facilita a remoção de resíduos. Essa alavanca, portanto, visa auxiliar o usuário a realizar esse movimento. As reações dos usuários demonstraram que a função é benéfica para a atividade de limpeza do protótipo e confirmaram a utilização da alavanca no projeto.

O intuito de testar a função *cor da lixeira* foi conferir se os usuários remetem o compartimento de cor preta a um local para descartar resíduos orgânicos e o compartimento transparente para descarte de resíduos recicláveis. Após a realização dos testes, o grupo identificou que os usuários aprovam o sistema de cores. O grupo, portanto, optou por manter a função no projeto.

A função *tipo de lixeira* foi testada através de um protótipo virtual. Nesse protótipo, o grupo apresentou aos usuários o projeto final da lixeira, com formatos e cores da base de sustentação que não estavam presentes no protótipo físico. Os usuários demonstraram preferência pelo protótipo virtual em comparação ao formato atual das lixeiras localizadas em praças públicas. O grupo, então, decidiu permanecer com as características do protótipo virtual no projeto.

Grupo 6

O teste das funções *mecanismo de abertura frontal* e *rotação da lixeira* resultou no direcionamento do projeto do Grupo 6. O grupo observou se a atividade de limpeza do protótipo é aperfeiçoada com o uso das funções.

O *mecanismo de abertura frontal* foi pensado para facilitar a remoção de resíduos. O grupo incluiu no protótipo uma porta localizada na parte de frente da lixeira que possui uma trava. Para realizar a limpeza do protótipo, o usuário deve destravar a porta, abri-la e remover os resíduos. O grupo identificou que o mecanismo foi validado pelos usuários e deve fazer parte do projeto, entretanto, necessita modificações.

Rotação da lixeira foi elaborada para que o usuário consiga girar a lixeira com o uso de uma alavanca. Segundo o grupo, ao retirar os resíduos, o movimento de rotação permite que o usuário realize a atividade com maior conforto e facilita a identificação dos resíduos dentro do protótipo. O grupo observou que a função auxilia a limpeza e deve prosseguir no projeto, porém, precisa de alterações para adequar melhor às necessidades dos usuários.

Grupo 7

Interesse do usuário e *uso do mecanismo* foram as duas funções testadas pelo Grupo 7 que propiciaram o direcionamento do projeto. O projeto do grupo envolve o uso de um amassador de latas como item principal da lixeira. O teste das funções, portanto, estuda a propensão do usuário a utilizar esse tipo de mecanismo para descartar os resíduos.

O teste da função *interesse do usuário* avaliou a atratividade em utilizar um tipo de lixeira inovadora, que requer maior interação do usuário com o produto. O grupo reconheceu que houve resistência dos usuários para utilizar o protótipo. O grupo, portanto, propôs alterar o local em que a lixeira estaria localizada e adicionar um sistema de recompensa para despertar maior interesse do usuário. A função foi mantida no projeto com alterações.

A função *uso do mecanismo* abrange a atividade de descarte e utilização da alavanca para amassar o resíduo. O grupo identificou que a identificação do resíduo a ser descartados no amassador de latas, a posição correta de descarte e todo funcionamento do mecanismo estavam adequados às necessidades dos usuários. Por isso, decidiram manter o mecanismo. As alterações ocorreram para transmitir maior conforto ao manusear a alavanca.

Grupo 8

O teste de três funções do protótipo do Grupo 8 resultou no direcionamento do projeto: *gaveta*, *legenda/imagem* e *trava inferior*. As funções *gaveta* e *legenda/imagem* foram testadas utilizando o protótipo físico. O teste dessas funções verifica o uso de uma gaveta para o armazenamento do lixo e como melhorar o reconhecimento da gaveta. A função *trava inferior* foi testada por um protótipo virtual. O grupo avaliou a adoção dessa última função para facilitar a remoção dos resíduos ao limpar a lixeira.

O teste da função *gaveta* investigou a utilização de um compartimento móvel (similar a uma gaveta) com abertura na parte lateral do protótipo. O grupo observou que os usuários consideraram que o uso desse compartimento resulta em melhorias no projeto, porém, tiveram dificuldade em localizá-lo. O grupo decidiu continuar utilizando a gaveta e propôs alterações que facilitaria a visualização do compartimento.

O teste da função *legenda/imagem* validou qual tipo de identificação (escrita ou em forma de figuras) é mais eficaz no auxílio do descarte correto de resíduos. Os usuários informaram, em sua maioria, que o uso de imagens e figuras é mais intuitivo e são melhores para identificação em relação a mensagens escritas. O grupo, em vista disso, escolheu o uso de figuras para informar ao usuário qual tipo de resíduo deve ser descartado em cada compartimento do protótipo.

Trava inferior consiste em um mecanismo posicionado na parte inferior do protótipo. A função é utilizada quando o usuário pretende retirar os resíduos do compartimento. Ao realizar a tarefa de limpeza, o usuário deve posicionar um coletor à lixeira e destravar o

compartimento para que os resíduos caíam no coletor. O uso do mecanismo foi validado e o grupo decidiu utilizá-lo no projeto.

5.1.1.2 Refinamento do projeto

O preenchimento da primeira etapa do Teste de Conceito permitiu aos grupos realizarem testes iniciais antes das atividades de envolvimento do usuário. Esses testes culminaram no refinamento do projeto mediante a modificação do protótipo proposto. O Quadro 12 contém modificações nos protótipos identificadas em 6 dos 8 grupos que participaram da pesquisa.

Quadro 12 - Grupos em que ocorreu o refinamento do projeto na primeira etapa

	Modificação proposta	Comentário dos áudios
Grupo 1	Diminuição da altura do protótipo. O protótipo precisou ser modificado para que os usuários consigam realizar a tarefa de limpeza na parte interna do protótipo	<i>“Quando estavam ensaiando os testes, observaram que a gaveta precisa estar posicionada em determinado lugar em relação à tela. Eles perceberam que vão ter que alterar algo no protótipo para que o usuário realize a tarefa. Estão pensando em reformar o protótipo de acordo com as coisas que conversaram. Então pegaram uma parte do protótipo e estão discutindo a altura que deveriam colocar isso pra poder testar com os usuários”.</i>
Grupo 3	Acréscimo de identificação por escrito. O grupo identificou a necessidade em adicionar uma identificação por escrito aos desenhos indicativos do resíduo adequado para o protótipo	<i>“Enquanto discutiam sobre o tipo de teste que está faltando, surgiram algumas pequenas mudanças no protótipo que irão fazer, principalmente em relação as identificações ‘descartáveis’ e ‘garrafas’.”</i>
Grupo 4	Diminuição da altura do protótipo. O protótipo precisou ser modificado para que os usuários consigam realizar a tarefa de limpeza na parte interna do protótipo	<i>“Por meio do teste que optaram, observaram que a lixeira (protótipo) tenha ficado muito funda. Quando pensaram no teste para limpeza da lixeira, identificaram que talvez a lixeira deles seja muito alta e o usuário não consiga alcançar o braço no fundo da lixeira para fazer a limpeza”</i>
Grupo 5	Uso de material transparente. O material utilizado na confecção do protótipo foi alterado. O grupo optou por um material transparente que facilitaria a percepção do usuário.	<i>“Houve grande discussão sobre formas de modificação/adequação do protótipo.”</i>
Grupo 7	Fixar o protótipo ao realizar o teste. O grupo verificou a necessidade em fixar o protótipo anexa a uma parede para facilitar a execução da tarefa que envolve o mecanismo de amassar latas.	<i>“Após entendimento do método, os alunos estão discutindo algumas funcionalidades da lixeira e ponderando a mudança do protótipo para adequar melhor ao teste. Estão pensando em alterações para preparar o protótipo. Mais uma vez, os alunos estão refletindo sobre alterações no protótipo para adequar ao teste, afetando o desenho do próprio protótipo.”</i>
Grupo 8	Acréscimo de identificação e alteração na altura do protótipo. O grupo optou por adicionar símbolos que auxiliam a identificação escrita dos resíduos adequados. Também alteraram a altura do protótipo para facilitar o manuseio por parte do usuário.	<i>“O grupo está discutindo questões antropométricas do protótipo, calculando os movimentos que o usuário levaria para jogar o lixo fora. O grupo também discute sobre possuir algo escrito nas lixeiras para induzir o usuário. Pensaram em inserir símbolos”</i>

Fonte: elaborado pelo autor

As identificações aconteceram com o auxílio de discussões em grupo fomentadas pelo preenchimento do quadro do Teste de Conceito. As discussões promoveram a revisão das funções dos protótipos e os grupos foram capazes de antecipar e corrigir possíveis erros ou dificuldades que aconteceriam na etapa seguinte. Segundo relato dos observadores, as mudanças resultaram em melhorias para o projeto, antes da etapa de envolvimento do usuário.

Além do refinamento do projeto durante o preenchimento do quadro do Teste de Conceito, o envolvimento do usuário na segunda etapa também permitiu aos grupos a proposição de adaptações no projeto. A análise dos áudios dos observadores referentes à segunda etapa e da EP5 propiciaram a identificação do refinamento do projeto e foram divididas por grupo.

Grupo 1

O Grupo 1 obteve o refinamento do projeto ao testar as funções *gaveta* e *corpo da lixeira*. O teste permitiu identificar que os usuários demandam uma lixeira com maior mobilidade e que a altura da gaveta deve ser modificada. O grupo propôs a adição de rodas na base inferior do protótipo e a utilização de um material mais leve para a gaveta para adequar o projeto às necessidades dos usuários.

A adição de rodas no protótipo também refinou a função *corpo da lixeira*. O grupo identificou que os usuários demandaram uma lixeira mais baixa, a fim de facilitar a limpeza. As dimensões do protótipo, portanto, foram reduzidas. O grupo também adotou a inserção de uma porta frontal com o objetivo de auxiliar os usuários a retirar os sacos plásticos com os resíduos.

Grupo 2

O Grupo 2 refinou o projeto ao testar as funções *identificação do compartimento dos copos* e *tanque dos líquidos*. Este grupo alterou a função *identificação do compartimento dos copos* visando melhorar a percepção dos usuários sobre o compartimento de copos. O grupo acredita que a melhoria na identificação do compartimento apoia o descarte correto de resíduos. A melhoria foi realizada com: (1) a adição de figuras às identificações escritas e (2) a alteração do posicionamento destas identificações na parte frontal do protótipo.

Em relação a função *tanque dos líquidos*, o grupo identificou a necessidade de facilitar a limpeza do tanque. O grupo propôs adicionar um mecanismo para escoar o resíduo de líquido ao protótipo. A adição do mecanismo de escoamento elimina a necessidade de remoção do tanque ao realizar a retirada de resíduos líquidos. Segundo o grupo, essa

alteração evitaria lesões dos usuários ao realizarem a limpeza. O grupo também propôs a adição de uma faixa frontal transparente ao protótipo. Essa faixa tem a finalidade de facilitar a identificação da quantidade de resíduos líquidos armazenados no tanque.

Grupo 3

Funcionalidade do cesto e clareza do protótipo foram as funções do Grupo 3 que procederam o refinamento do projeto. O grupo verificou se os usuários tiveram dificuldade em identificar a porta para retirar o cesto de resíduos. O grupo sugeriu a mudança da cor do puxador que abre a porta do cesto. O grupo entende que, diante dessa alteração, o puxador seria destacado e facilitaria a identificação e, conseqüentemente, a retirada do cesto.

Segundo o grupo, a função *clareza do protótipo* seria aperfeiçoada com alterações na identificação dos resíduos a serem jogados no protótipo. As reações e comentários dos usuários sugeriram que diversos tipos de resíduos, dos quais não fazem parte daqueles projetados para a lixeira, poderiam ser jogados no protótipo atual. O grupo, portanto, alterou os desenhos de identificação a fim de destacar os itens a serem descartados na lixeira projetada.

Grupo 4

As funções que culminaram no refinamento do projeto para o Grupo 4 foram: *tampa lateral* e *limpeza*. O grupo identificou que os usuários possuíam extrema dificuldade em realizar tarefas de retirada e encaixe da tampa lateral do protótipo, diferenciar compartimento reciclável e não reciclável e inserir resíduos com dimensões maiores que uma garrafa tipo *pet*. O grupo, portanto, adotou três mudanças que resultaram em um novo formato de tampa: (1) tornar o formato da tampa mais horizontal, visando facilitar a passagem de resíduos com maior comprimento; (2) dividir os compartimentos da lixeira por cor, pois, dessa maneira, o grupo acredita que os usuários têm capacidade de diferenciar resíduos recicláveis e não recicláveis; e (3) adicionar puxadores na extremidade inferior da tampa a fim de auxiliar a remoção da tampa.

O teste da função *limpeza* permitiu identificar que os usuários demandam uma lixeira com melhor mobilidade. O grupo, portanto, sugere a adição de rodas nas quatro extremidades inferiores do protótipo.

Grupo 5

O Grupo 5 refinou o projeto durante o teste da função *tipo da lixeira*. A intenção do grupo foi compreender a opinião dos usuários da representação da lixeira em um protótipo

virtual. Os usuários demonstraram preferência do protótipo sugerido pelo grupo, apesar de informar a necessidade de proteger os compartimentos da entrada de água da chuva. O grupo sugeriu a inclusão de uma tampa no projeto.

Grupo 6

Três funções proporcionaram o refinamento do projeto para o grupo 6: *mecanismo de abertura frontal, rotação da lixeira e altura da lixeira*. O envolvimento do usuário para essas funções proporcionou diversas mudanças no protótipo. Para o *mecanismo de abertura frontal*, o grupo sugeriu quatro alterações: (1) inserir um encaixe na base da abertura para a lixeira, assim, quando o coletor encostar o carrinho nesse encaixe e empurrar, a lixeira é rotacionada com maior facilidade; (2) tampa articulada na abertura onde se descarta o lixo para evitar que chova e molhe o lixo; (3) tampa da lixeira com bordas arredondadas e abauladas para facilitar o recolhimento de lixo; e (4) diminuir o tamanho da abertura frontal para não cair fora da lixeira o lixo no momento da retirada.

Em relação a *rotação da lixeira*, os usuários encontraram dificuldades que remetem ao peso da lixeira, à limpeza e à movimento de rotação. O grupo realizaria seis modificações no protótipo: (1) incluir apoios de rotação centralizados à lixeira, para facilitar o movimento; (2) formular uma base inclinada, para evitar que lixo fique preso no fundo da lixeira; (3) utilizar canalizadores internos, para ajudar a facilitar o transporte da lixeira para o carrinho; (4) utilizar uma base angulada e inclinada da lixeira para evitar que lixo fique preso no fundo; (5) incluir uma tampa aonde escorrega o lixo abaulado, como uma canaleta para evitar queda de lixo; e (6) incluir uma trava na rotação do lixo para não girar 360°.

Em relação à *altura da lixeira*, os usuários informaram que o protótipo é alto. Isso dificulta o depósito de resíduos e a utilização de cestos de lixo que auxiliam os catadores. O grupo, portanto, indicou a diminuição da altura da lixeira. A alteração na altura do protótipo precisa estar compatível com a altura do cesto de apoio que são utilizados pelos catadores.

Grupo 7

O Grupo 7 testou três funções que ocasionaram o refinamento do projeto: *interesse do usuário, uso do mecanismo e retirada do lixo*. Ao testar o *interesse do usuário*, o grupo constatou que alguns usuários foram resistentes a utilizar o protótipo. O grupo incluiria um sistema de recompensas em que o usuário consiga perceber maior valor ao utilizar o produto projetado. Outra necessidade identificada foi a disposição das lixeiras em ambientes onde não há fluxo intenso de usuários. O grupo sugeriu essa mudança após observar que o tempo gasto para descartar o resíduo no protótipo testado é maior do que o tempo gasto para descartá-lo em uma lixeira convencional. O grupo acredita que os usuários fariam melhor uso do produto

caso a lixeira esteja posicionada em um ambiente onde usuários possam despendar mais tempo para descartar o resíduo.

O refinamento da função *uso do mecanismo* aconteceu com a mudança do material em que foi feito o mecanismo. O grupo propôs a utilização de um material mais leve do que o aço. O grupo também acrescentaria uma identificação do local para manusear o mecanismo e outra identificação que informasse o tipo de resíduo específico a ser descartado na lixeira.

Para melhorar a função *retirada do lixo*, o grupo adicionaria o uso de sacos plásticos. Essa alteração tem a finalidade de facilitar a limpeza do protótipo e evitar o contato dos usuários com os resíduos.

Grupo 8

O Grupo 8 refinou o projeto no teste das funções *gaveta* e *descarte do lixo*. Ao testar a função *gaveta*, o grupo identificou que o compartimento que armazena resíduo é parte importante do escopo do projeto, entretanto os usuários tiveram dificuldade em perceber esse compartimento no protótipo. O grupo, em vista disso, optou por alterar o local do compartimento e o posicionar na parte frontal do protótipo.

Em relação a função *descarte do lixo*, apesar de grande parte dos usuários ter descartado corretamente os resíduos durante o teste, 30% deles acreditam que pode ocorrer um descarte incorreto. O grupo também verificou que os usuários consideram que a comunicação por meio de imagens favorece a identificação da mensagem a ser transmitida. O grupo, conseqüentemente, utilizaria imagens no protótipo que descrevessem o tipo de resíduo adequado para o projeto.

5.1.1.3 Geração de conhecimento

O processo de prototipagem forneceu novas informações que complementaram o conjunto de conhecimentos dos grupos acerca dos usuários e requisitos do produto. Foram realizadas descobertas sobre as limitações do protótipo e alternativas de solução alinhadas com os objetivos dos projetos. A relação das funções testadas e novas informações obtidas estão no Quadro 13.

Quadro 13 - Grupos e funções em que ocorreu a geração de conhecimento

Função testada	Conhecimento gerado	Resultou em outro benefício?	
		Refinamento do projeto	Direcionamento do projeto
Grupo 1 <i>Gaveta</i>	Os usuários demandam uma lixeira mais leve que facilite a movimentação	x	x
<i>Corpo da lixeira</i>	Os usuários sugeriram alteração do local em que o saco plástico deve ser retirado	x	
Grupo 2 <i>Identificação do compartimento de copos</i>	A identificação gerou interpretações erradas	x	
<i>Tanque dos líquidos</i>	O tanque pode ficar pesado e ocasionar lesões	x	
Grupo 3 <i>Funcionalidade do cesto</i>	Os usuários não identificaram o puxador	x	
Grupo 4 <i>Tampa lateral</i>	Os usuários encontraram dificuldade em retirar e encaixar a tampa		x
<i>Limpeza</i>	A lixeira é muito pesada	x	
Grupo 5 <i>Tipo da lixeira</i>	A lixeira precisa de tampa	x	
Grupo 6 <i>Mecanismo de abertura frontal</i>	O resíduo pode cair ao realizar a limpeza da lixeira	x	x
<i>Rotação da lixeira</i>	Os usuários demandam maior facilidade ao retirar os resíduos; A lixeira deve possuir uma tampa	x	x
<i>Altura da lixeira</i>	A lixeira é muito alta	x	
Grupo 7 <i>Interesse do usuário</i>	O lugar para utilizar a lixeira não pode haver muita movimentação de pessoas; Alguns usuários não demonstraram interesse ao utilizar a lixeira.	x	x
<i>Uso do mecanismo</i>	Os usuários necessitam de uma identificação por escrito	x	
<i>Retirada do lixo</i>	Os usuários têm preferência por uso de sacos plásticos	x	
Grupo 8 <i>Gaveta</i>	Os usuários tiveram dificuldade em visualizar a gaveta	x	x
<i>Descarte do lixo</i>	Os usuários necessitam melhor identificação do descarte do lixo	x	
<i>Legenda/imagem</i>	As imagens foram mais eficazes para identificar onde o resíduo deve ser descartado		x

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme o Quadro 13, a geração de conhecimento originou outros benefícios da prototipagem destacados por Santos (2019) no decorrer do envolvimento do usuário. Diante de novas informações e conhecimentos das necessidades dos usuários, os grupos foram capazes de tomar decisões sobre a manutenção das funções dos protótipos (direcionar o projeto) e/ou promoverem alterações nos protótipos (refinar o projeto).

O Grupo 4, por exemplo, ao testar a função *tampa lateral*, foi informado que a tampa do protótipo possui difícil manuseio e comprometeu a realização das atividades de limpeza durante o teste. O grupo sugeriu a remoção da função do projeto e elaborou uma nova proposta para substituir a tampa. O teste de protótipo invalidou a função, ocasionando o direcionamento do projeto.

O Grupo 5 testou a preferência dos usuários pela utilização do protótipo em comparação às lixeiras convencionais (função *tipo de lixeira*). Foi proposto que os usuários analisem o projeto final utilizando um protótipo virtual. O envolvimento dos usuários constatou que o projeto final necessita de uma proteção para evitar a entrada de água de chuva. A geração de conhecimento proporcionou modificações no projeto para atender às novas necessidades dos usuários.

O Grupo 8 obteve o refinamento e o direcionamento do projeto após a geração de conhecimento. Isso foi possível ao testar a função *gaveta*. O grupo percebeu que os usuários tiveram dificuldade em identificar o local da gaveta, afetando a atividade de limpeza do protótipo. Apesar disso, grupo constatou que a gaveta é um item importante para o projeto e optou por realizar modificações na função.

5.1.2 Apoio ao processo de UCD

O método Teste de Conceito contribuiu para a terceira e quarta etapa do processo de UCD: *projeto do protótipo* e *avaliação do protótipo*. O refinamento do projeto, durante o planejamento do método Teste de Conceito, contribuiu para a etapa de *projeto do protótipo* dos Grupos 1, 3, 4, 5, 7 e 8, conforme observado no Quadro 12. Apesar disso, o apoio ao processo de UCD foi mais significativo para os grupos avaliarem o protótipo juntos aos usuários, a qual corresponde a quarta etapa. Todos os grupos realizaram a *avaliação do protótipo* de maneira satisfatória, de acordo com os áudios dos relatórios EP 5 abaixo:

“Pudemos perceber, com o auxílio dos testes realizados com o usuário, que ainda existem questões para aprimorar o protótipo final para que este seja de fato eficiente. [...] Com a realização dessas mudanças, a lixeira poderia de fato melhorar a vida dos trabalhadores.” Grupo 1.

“Após os usuários interagirem com o protótipo e responderem às perguntas, foi possível obter o feedback e entender as mudanças que foram consideradas boas e as que precisam ser melhoradas.” Grupo 2.

“Após o teste com os usuários, foi possível avaliar nossos conceitos e soluções incorporadas no protótipo. Foram levantados pontos positivos e negativos, bem como sugestões de como poderíamos melhorar ainda mais nosso projeto.” Grupo 3.

“Vale ressaltar a relevância da prototipagem para a fase de testes, que nos deu uma visão muito mais ampla sobre os problemas e melhorias que deveriam ser implementados, trazendo opiniões e ideias além do que nós, projetistas, podíamos ter imaginado.” Grupo 4.

“Durante as entrevistas e observações do teste, as respostas dos usuários foram anotadas. Todos os usuários pareceram bastante interessados na transparência da lixeira, acharam que seria um fator facilitador para a retirada e identificação de lixo, tanto para o catador, quanto para quem joga o lixo. A partir disso, decidimos por manter a função no projeto.” Grupo 5.

“Observamos a interação de 12 usuários com o protótipo realizado, seja ela por meio de interação guiada ou não guiada, e coletar ideias e sugestões de como aperfeiçoar o projeto, visando a melhor ergonomia final possível para o usuário, principalmente para o usuário coletor de lixo.” Grupo 6.

“[...] foi possível notar como o contato com os usuários é de extrema importância, já que as etapas de entrevistas e de testes do protótipo com os usuários foram essenciais para a identificação de problemas e possíveis melhorias que dificilmente teriam sido observadas sem esse contato com usuários externos, que garantiram o sucesso do projeto.” Grupo 7.

“O método do Teste de Conceitos mostrou-se extremamente eficaz na organização das ideias do grupo, assim como da realização dos testes de fato. Com seu uso, o grupo pôde testar as ideias e funções julgadas necessárias para o projeto, obtendo feedbacks importantes para o aperfeiçoamento do projeto, visando sempre a melhor interação possível do usuário com o produto.” Grupo 8.

A avaliação do protótipo permitiu que os usuários fornecessem informações sobre a eficácia das funções do protótipo e a facilidade em manuseá-lo. Brisben, Lockerd e Lathan (2004) destacam que essas informações são fundamentais para a afirmação, descarte ou descoberta de novos requisitos dos usuários. As informações obtidas resultaram nos benefícios da prototipagem destacados no *item 2.2.3*.

As demais etapas do processo de UCD (*avaliação das necessidades dos usuários e especificação dos requisitos*) também estavam presentes no projeto da lixeira proposto aos grupos. O método Teste de Conceito, entretanto, não objetiva atender essas etapas. A primeira etapa, *avaliação das necessidades dos usuários*, corresponde à aplicação dos métodos de observação, questionário e entrevista realizados pelos grupos. A segunda etapa, *especificação dos requisitos*, representa os métodos de *brainstorming*, realizado em grupo, e apresentação do *gate*, a qual contou com a participação de especialistas.

5.1.3 Guia para o processo de prototipagem

O Teste de Conceito atuou como um guia para auxiliar o processo de prototipagem. Ao realizar o teste, os grupos relataram que o uso do método os auxiliou a obter melhor

interação com os usuários. A melhora na interação aconteceu, pois, durante as atividades de envolvimento (etapa 2 do método), as informações das quais os grupos precisavam estavam à disposição no quadro (inseridas na etapa 1) durante toda a etapa. Os grupos conseguiram obter um roteiro do processo de envolvimento ao utilizar o método. O roteiro os ajudou a lembrar das atividades e informações dos usuários que necessitavam para o projeto.

Apesar de o roteiro possuir informações específicas do projeto, os áudios dos observadores relatam que os grupos também realizaram perguntas que não estavam no quadro do método durante o envolvimento. Os grupos, portanto, conseguiram aumentar a quantidade de informação do projeto com perguntas extras e receber *feedback* imediato dos usuários.

Em seu trabalho, Santos (2019) apresenta um *framework*, muitas vezes tratado como guia ao longo do trabalho. O *framework*, apesar de fornecer informações importantes sobre as características, benefícios e fases para utilizar os protótipos, carece de métodos para apoiar o envolvimento do usuário. O método Teste de Conceito, portanto, auxilia a equipe de desenvolvedores a envolver usuários com protótipos e a atingir, entre outros, os benefícios da prototipagem relatados no *framework* de Santos (2019).

5.1.4 Uso dos testes

Os grupos escolheram livremente a maneira que iriam interagir com os usuários e protótipos. O Grupo 1, por exemplo, na função 1.3 pretendeu verificar se a separação de líquidos e sólidos ajuda na limpeza da lixeira. Para essa verificação, eles solicitaram que os usuários realizassem atividades de limpeza e pretenderam verificar a facilidade da realização da atividade e qual foi a opinião do usuário sobre a separação de resíduos para a limpeza da lixeira. O grupo, em razão disso, optou pelo teste guiado e a entrevista.

Em outro exemplo, o Grupo 2 para a função 2.1 analisou se o uso do ralo é intuitivo para o usuário. O grupo pretendeu investigar se o usuário consegue perceber e interagir com a função de maneira satisfatória, além de identificar a aprovação da função. O grupo optou por utilizar o teste livre e a entrevista.

Todos os grupos da pesquisa utilizaram os três testes. Os resultados apontam que não há uma tendência do uso dos tipos de teste. Cada necessidade do usuário transformada em uma função possui diferentes formas de análise.

5.1.5 Revisão e discussão das funções a serem testadas.

O uso do Teste de Conceito possibilitou que os grupos fomentem discussões entre os membros durante as duas etapas do método. De acordo com os áudios dos observadores e relatórios dos próprios grupos, as discussões permitiram notar detalhes do projeto que não foram destacados na etapa anterior em que os protótipos foram construídos. As discussões

em grupo resultaram em alterações do protótipo como a modificação nas dimensões, o acréscimo de identificação escrita, a opção pelo uso de sacos plásticos e outras alterações que facilitaram as atividades de envolvimento do usuário.

Durante a segunda etapa, as discussões possibilitaram que os grupos analisassem as informações sobre as funções testadas e, assim, revisassem as características do produto que atendiam melhor os objetivos do projeto. Essas discussões resultaram nos benefícios de direcionamento e refinamento do projeto, discutidas no Item 2.2.3.

5.2 Contribuição do método para o processo de aprendizagem dos estudantes de engenharia

O método também ajudou os estudantes de engenharia a entender a importância da prototipagem para o processo de desenvolvimento do produto. A utilização de protótipos no desenvolvimento de produtos permite criar uma referência comum para o projeto e esclarecer a comunicação entre desenvolvedores e usuários, melhorando a compreensão do contexto de uso e do valor do produto a ser entregue (Neubeck et al., 2016). Os relatórios dos grupos mencionam o suporte do protótipo por meio do método:

“Foi possível reavaliar as ideias e conceitos e refinar ao nível considerado ideal após os testes de prototipagem, obtendo o resultado desejado pelo grupo.” Grupo 2;

“Após testes com os usuários, foi possível avaliar nossos conceitos e soluções incorporados ao protótipo. Foram levantados pontos positivos e negativos, bem como sugestões de como poderíamos melhorar ainda mais nosso projeto”. Grupo 3;

“Vale ressaltar a relevância da prototipagem para a fase de testes, que nos deu uma visão muito mais ampla dos problemas e melhorias que deveriam ser implementadas, trazendo opiniões e ideias além do que nós, designers, poderíamos imaginar.” Grupo 4.

Tal como acontece com a importância da prototipagem, os estudantes de engenharia reconheceram nos relatórios a importância de considerar o usuário para desenvolver bons produtos. Os relatórios dos grupos revelam que eles perceberam que os projetos UCD podem resultar em processos de desenvolvimento de produto bem-sucedidos:

“Em particular, foi possível perceber como o contato com os usuários é extremamente importante, já que as etapas de entrevistas e testes do protótipo com os usuários foram essenciais para identificar problemas e possíveis melhorias que dificilmente seriam observadas sem esse contato. A partir dessa interação com os usuários, foi possível receber feedback e, assim, pensar em ideias para melhorar as lixeiras existentes e a partir dos testes, com elas, foi possível perceber erros no projeto além de possíveis melhorias.” Grupo 7;

5.3 Avaliação do método Teste de Conceito

A avaliação do método verifica se os grupos estudados atingiram o objetivo do Teste de Conceito. Esse objetivo consiste no teste das funções dos protótipos com os usuários. A avaliação aconteceu por intermédio da análise de dois elementos contidos nos dados da pesquisa: (1) sequência de passos proposta e (2) obtenção de informações dos usuários acerca do produto.

A avaliação do uso do teste foi analisada por meio dos códigos: “Efetividade”, “Vantagem”, “Dificuldades”, “Necessidades dos usuários” e “Conceito testado”, conforme Figura 21. A análise dos elementos é detalhada a seguir.

Figura 21 – Ocorrência dos dados sobre avaliação do método

Informação do cód.	Códigos	Resultados obtidos	Códigos	Informação do cód.
Os passos do método foram seguidos com sucesso?	Efetividade	(1)	Necessidades dos usuários	Os grupos se basearam nas necessidades dos usuários?
Foi possível obter informações dos usuários?	Vantagem	(1) (2)	Quantidade de usuários	Quanto usuários foram envolvidos?
Questões e dificuldades levantadas durante a aplicação do método	Dificuldades	(1)	Funções	Discussões feitas sobre as funções
Modificações do método sugeridas pelos grupos e pelos monitores	Ajustes	(2)	Conceito testado	Novas informações percebidas sobre os conceitos de produtos
			Benefícios da prototipagem	Os grupos perceberam os benefícios da prototipagem ao usar o método?

Fonte: elaborado pelo autor

5.3.1 Os passos do método

Os dados do quadro foram preenchidos de maneira satisfatória pelos grupos na primeira etapa de aplicação do método. Durante a análise dos áudios transcritos dos observadores não foram constatadas dificuldades dos grupos para seguir os passos indicados no guia. Os seguintes relatos são do observador do Grupo 3:

“Acompanham quase que o tempo todo a descrição do método no papel (guia).”

“Preencheram todas as funções/ideias e começaram a discutir o que seriam os testes livres e testes guiados”.

“Para a primeira função ‘funcionalidade da lixeira’ optaram pelo teste livre para ver se o usuário identifica o protótipo como uma lixeira e qual é o tipo de lixo (orgânico ou não) que o usuário joga na lixeira. ” Etapa 1, Grupo 3.

Os áudios indicam que o grupo utilizou o guia e seguiu corretamente os passos para preenchimento do quadro. A escolha dos testes guiados ou livres foi um desses passos. O teste livre escolhido pelo Grupo 3 (para analisar as reações do usuário ao utilizar o produto) estava de acordo com a descrição do objetivo desse teste presente no guia. O mesmo fato aconteceu para as demais escolhas de todos os grupos que participaram da pesquisa.

Houve relatos sobre a possibilidade de escolher mais de um teste para a mesma função e a utilização de um teste para diferentes funções. Apesar de não estar descrito no guia do método, essa possibilidade não afetou a escolha dos grupos pelos tipos de testes. A inserção dessa informação foi destacada no 4.4.1

5.3.2 Obtenção de informações para o projeto do produto

Os grupos julgaram que o uso do método colaborou para obter comentários dos usuários, entender as necessidades deles e aperfeiçoar o protótipo. O relatório EP5 e os áudios dos observadores confirmam que os grupos utilizaram o método Teste de Conceito de maneira satisfatória. Dados relacionados ao Grupo 2 são informados a seguir.

“A primeira usuária terminou a interação e o grupo foi para o board (quadro) verificar se faltou algo. Outro usuário foi selecionado para realizar o teste, e eles estão sempre consultando o board (quadro) para checar as atividades que haviam pensado e as perguntas realizadas.” Etapa 2.

“É possível ver que eles estão gostando bastante de realizar o teste e isso é bem legal.” Etapa 2.

“Após os usuários interagirem com o protótipo e responderem às perguntas, foi possível obter o feedback e entender as mudanças que foram consideradas boas e as que precisam ser melhoradas” EP5.

“Podemos concluir a importância que os testes com usuários tiveram para obtermos feedback sobre o protótipo [...] e também a importância que o método do teste de conceito teve junto com os especialistas ao nos ajudar a fazer um bom preparatório para os testes, nos auxiliando em como interagir melhor com os usuários e o que observar/testar de forma mais prática.” EP5.

Os dados permitem analisar que o Grupo 2 consultou as informações para apoiar o envolvimento durante a segunda etapa do método. Foi relatada a obtenção de informações para entender melhor as necessidades dos usuários e a importância do método para aperfeiçoar o projeto.

Os demais grupos, assim como o Grupo 2, conseguiram obter informações sobre as necessidades dos usuários das quais colaboraram com o desenvolvimento do projeto.

Algumas sugestões de melhorias foram identificadas pelos observadores nas duas etapas de aplicação do método e são discutidas no Item a seguir

5.4 Sugestões de melhoria para o método Teste de Conceito

Os áudios dos observadores transcritos revelaram a necessidade de modificações para uma nova aplicação do método. Essas modificações foram sugeridas pelos integrantes dos grupos e pelas observações realizadas nos áudios. As modificações foram separadas em: alterações no quadro, espaçamento e alterações no guia de preenchimento do método. As modificações foram identificadas ao analisar os códigos: “Dificuldades” e “Ajustes”, conforme Figura 22.

Figura 22 – Ocorrência dos dados sobre sugestões de melhor do método

Fonte: elaborado pelo autor

5.4.1 Alterações no quadro do método.

Durante o preenchimento do quadro na primeira etapa do método, os Grupos 1, 5 e 7 identificaram a necessidade de inserir informações sobre os materiais (além do protótipo) que seriam importantes para realizar a segunda etapa. Estes grupos, portanto, utilizaram as notas adesivas e as anexaram em diferentes posições no quadro. Uma das alterações no método Teste de Conceito é delimitar o local no quadro para inserir quais materiais serão necessários para o envolvimento do usuário.

Outra alteração proposta é em relação ao sequenciamento das atividades e testes com os usuários. Ao preencher o quadro na primeira etapa, os Grupos 5 e 7 identificaram que a ordem a qual as funções do protótipo são testadas faz diferença para a análise das respostas. A alteração do método para solucionar esse problema acontece no guia, onde é informada a importância em sequenciar atividades de envolvimento do usuário, e no quadro, mediante inserção de um espaço em cada linha de função para enumerar e sequenciar os testes, conforme Figura 23.

Figura 23 - Alteração do sequenciamento do quadro

Fonte: elaborado pelo autor

O local para ordenar a sequência de testes e atividades é demonstrado pelas setas na Figura 14. O sequenciamento das atividades e testes proporciona melhor organização, planejamento e execução das atividades realizadas pelos grupos. Executar atividades sequenciadas é uma boa prática também para o registro dos resultados dos testes. Os integrantes dos grupos que não fazem parte da equipe que interage com o usuário conseguem compreender o contexto do teste por meio do sequenciamento das atividades.

5.4.2 Espaçamento

O espaço disponibilizado para cada função foi um problema identificado pelo Grupo 1. Ao preencher a linha do quadro para uma determinada função, o observador do grupo relatou a dificuldade em anexar as notas adesivas por falta de espaço. Essa dificuldade foi constatada quando os integrantes do grupo utilizaram mais de duas notas adesivas em cada teste de uma função. A sugestão, então, foi aumentar a altura da linha disponibilizada para cada função, de acordo com a Figura 24.

Figura 24 - Alteração do espaçamento do método

Fonte: elaborado pelo autor

5.4.3 Alterações no guia para o preenchimento do quadro

Em relação ao preenchimento das funções, testes e atividades, não foi observada preferência na ordem em que esses itens foram inseridos no quadro. Houve relatos em que determinados grupos preferiram preencher o quadro de maneira vertical (primeiro todas as funções para, posteriormente preencher os testes e atividades), e também houve relatos da opção por preencher o quadro na horizontal (em que há preenchimento de cada função, testes e atividades separadamente). Não foi constatada alteração no resultado dos grupos que tenha sido influenciada pelas diferentes maneiras de preencher o quadro. Apesar disso, o guia foi alterado e foram inseridas informações sobre a possibilidade de preenchimento do quadro na vertical e na horizontal.

5.5 O método Teste de Conceito após sugestões dos estudantes de engenharia

A avaliação do método foi considerada satisfatória. As análises dos dados permitiram compreender dificuldades encontradas pelos grupos e entender os possíveis motivos que levaram a essa dificuldade. As alterações no método são necessárias para minimizar essas dificuldades e, por se tratar de um método novo, deve-se levar em consideração qualquer falha ou empecilho para utilizar o método.

Todas as sugestões de melhoria foram acatadas para o novo Teste de Conceito. Dessa forma, foram alterados o guia e o quadro do método. No guia, foi acrescentado a informação da possibilidade de preenchimento do guia, conforme destacado no item 5.4.3. Além da alteração da definição de *função de protótipo*. No quadro do método houveram três alterações:

- (1) Inserção de um espaço para os materiais necessários para o envolvimento;
- (2) Possibilidade de ordenação das funções de protótipos e a realização dos testes e;
- (3) Aumento do espaço entre as linhas.

Dessa forma, o novo método Teste de Conceito é apresentado a seguir.

Métodos

TESTE DE CONCEITO

Material para realizar teste: câmera para gravação, papel para anotar resultados, questionário, caneta, protótipo e lixo para realizar o teste.

Material para preencher o template: caneta e post it.

Grupo ____

Objetivo

Consiste em apresentar o conceito do produto ao usuário e obter suas reações, comentários e sugestões utilizando protótipos. Os conceitos podem ser apresentados simbolicamente (por meio de entrevistas) ou fisicamente (por meio dos testes guiados ou livres). Pode ser aplicado com programas de realidade virtual, sketches, desenhos em 3D ou mesmo protótipos simplificados.

Aplicação

1. Escreva cada ideia de funções / elementos do conceito a ser testado em post it e insira em uma linha.

*Ideia de funções/elementos do conceito são os aspectos do protótipo que se deseja testar com usuários. Elas são as necessidades dos usuários representadas no protótipo. Uma ideia/elemento pode ser, por exemplo, uma nova forma do usuário interagir com um produto, um novo material, ou mesmo uma característica inovadora.

2. Escolha o tipo de atividade que será aplicado:

2.1 – Teste livre: o usuário é livre para interagir com o protótipo da maneira que desejar, sem seguir uma ordem. O campo “teste livre” deve ser preenchido com post it contendo o que se espera da interação do usuário para cada função definida no item 1 (por exemplo: o usuário deve identificar o local para inserir o lixo, o usuário deve inserir o material correto, etc.).

2.2 – Teste guiado: escreva uma tarefa para cada post it que você vai pedir para que o usuário faça, e cole no quadro “tarefa”. Escreva também o que será observado ou perguntado específico de cada tarefa no quadro “o que observar”.

Importante:

*É possível inserir mais de uma observação, tarefa ou informação.

**Cada post it deve conter apenas uma observação, tarefa ou informação.

2.3 No campo “entrevista”, escreva em cada post it as perguntas específicas para cada função do item 1 que serão direcionadas aos usuários

3. Insira a ordem em que os funções serão testados.

Dicas de observações / perguntas:

- O uso do protótipo/função é simples?
- É de fácil manipulação?
- Você acha que esse produto resolve o problema ou preenche a necessidade identificados?
- O conceito traz alguma complicação que não foi pensada? (tanto para o usuário quanto para o projeto)
- Os benefícios estão claros para o usuário e ele acredita neles? (se os resultados forem ruins, o conceito deve ser aprimorado ou revisado).
- Os usuários fazem comparações com outros produtos similares?
- O usuário compraria esse produto?
- Existe algum uso inesperado do produto? Qual impacto disso para o usuário?

Passo a passo

Ideias de funções / elementos	Teste livre	Teste guiado		Entrevista
		Tarefa	O que observar	
☐				
☐				
☐				
☐				

Materiais necessários:

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *case research* dessa pesquisa demonstrou a eficácia do método Teste de Conceito para grupos auxiliares de desenvolvedores. Inicialmente, foram realizadas alterações no método Teste de Conceito de acordo com sugestões realizadas por Campese (2019) após aplicação em um *framework* de UCD para produtos eletromédicos. Após essas alterações, oito grupos de estudantes de engenharia utilizaram o método modificado para envolver os usuários em seus projetos de lixeiras ergonômicas por meio de protótipos. Os projetos fizeram parte da avaliação de uma disciplina do curso de Engenharia de Materiais de uma universidade pública brasileira.

As análises dos dados coletados demonstram que pensar em funções de protótipos ao envolver usuários é extremamente benéfico para os estudantes de engenharia. As funções colaboraram para que os usuários envolvidos na pesquisa conseguissem fornecer dados concretos sobre o produto em cada função do protótipo. Os grupos de desenvolvedores, por meio das funções de protótipos, foram capazes de explorar partes específicas do protótipo que impactam no sucesso do projeto. O uso de funções, portanto, auxilia usuários sem qualquer expertise a fornecer informações do produto.

Os grupos de estudantes de engenharia foram capazes de aperfeiçoar o protótipo ainda na fase de planejamento. O uso do método proporcionou aos grupos a identificação e prevenção de erros que impactaria a fase de execução do teste. O método, portanto, trouxe benefícios já durante o planejamento e também depois dos testes com usuários.

Em relação aos modelos de PDP adotados na Figura 2 desse trabalho, acredita-se que os alunos conseguiram explorar as características da fase inicial do PDP. O projeto da disciplina adotou métodos desde a exploração do mercado e características do usuário, fundamentais para o início dos modelos de PDP, até o desenvolvimento do conceito. A aplicação do método Teste do Conceito, por si, conseguiu explorar o fim da fase inicial dos modelos de PDP, das quais antecedem a fase de “Desenvolvimento”.

As contribuições dessa pesquisa extrapolam a teoria sobre a importância do envolvimento de usuários, UCD e prototipagem para o PDP. Ela apresenta um método simples prático para ser utilizado por indústrias maduras, ou não, que almejam utilizar usuários no desenvolvimento de produtos e serviços. É importante ressaltar que os estudantes de engenharia não possuíam experiência prévia sobre o desenvolvimento de produtos, prototipagem e UCD. Apesar disso, conseguiram obter informações relevantes para o projeto por meio do método Teste de Conceito.

Além disso, o método se mostrou eficaz no ambiente de aprendizagem com alunos. Esse é um precedente para aumentar a inserção de disciplinas práticas nos cursos de engenharia. Os estudantes reconheceram as vantagens em considerar os usuários ainda nas

fases iniciais do desenvolvimento de produto, o qual é extremamente recomendado na literatura. Assim como considerar os usuários, os estudantes conseguiram desenvolver protótipos e extrair informações que, ao utilizar técnicas de prototipagem junto ao método Teste de Conceito, impactaram positivamente o desenvolvimento do produto.

Esse trabalho ainda contou com a relação de dois frameworks de pesquisadores do Grupo de Engenharia Integrada da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP), Campese (2019) e Santos (2019) (Figura 25). Ao realizar uma nova aplicação do método Teste de Conceito sugerido por Campese (2019), esse trabalho contribuiu para destacar a eficácia dos estudos desenvolvidos anteriormente pela autora, principalmente o uso do Teste de Conceito, além de servir como aperfeiçoamento de uma das etapas do framework de usabilidade. Esse aperfeiçoamento colaborou para preencher uma lacuna do trabalho da autora. Por falta de tempo no cronograma, Campese (2019) não realizou testes iniciais do Teste de Conceito que, apesar da sua eficácia comprovada no estudo da autora, possuía melhorias a serem realizadas. Por meio deste trabalho, portanto, foi possível realizar essas melhorias.

Figura 25 – Relação dos trabalhos de Campese (2019) e Santos (2019)

Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 25 contém o Quadro 11, resultado desse trabalho, o qual demonstra as duas fases (planejamento e teste com usuários) do Teste de Conceito onde os grupos conseguiram atingir os benefícios da prototipagem sugeridos por Santos (2019). Ao analisar o Quadro 10, é possível observar a relação dos dois trabalhos.

O estudo realizado por Santos (2019) também possui uma lacuna preenchida por esse trabalho. Santos (2019) relata que o framework de prototipagem carece de utilização prática. A utilização da lente teórica do framework nesse trabalho possibilita, portanto, entender como grupo de desenvolvedores e usuários reais obtiveram, na prática, os benefícios da prototipagem relatados por Santos (2019) em uma das quatro fases do framework (fase *explorar*).

Esse trabalho, então, contribui para o aprimoramento de duas grandes áreas da literatura: envolvimento de usuários no desenvolvimento de produtos e prototipagem. Além do aprimoramento, foi possível interligar as duas áreas que ainda possuem poucos estudos práticos.

Acredita-se que o Teste de Conceito seja eficaz para que a equipe de desenvolvedores envolva os usuários em seus projetos por meio de protótipos, mas deve funcionar como um complemento aos métodos de gerenciamento de requisitos nas demais etapas de desenvolvimento. Os estudantes de engenharia que participaram do *Case Research* já haviam utilizado outros métodos para identificar os usuários, suas necessidades, gerar soluções e construir seus protótipos. O Teste de Conceito por si só, portanto, não é capaz de garantir a usabilidade dos produtos a serem desenvolvidos. Métodos como *persona*, *mapa de empatia*, *card sorting* e *storyboard* devem fazer parte do escopo do projeto do produto, além do Teste de Conceito.

7 REFERÊNCIAS

- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004a). User-Centered Design. *Encyclopedia of Human-Computer Interaction*.
- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004b). *User-Centered Design*. Sage Publications.
- Ahmed, S., Wallace, K. M., & Blessing, L. T. M. (2003). Understanding the differences between how novice and experienced designers approach design tasks. *Research in Engineering Design*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s00163-002-0023-z>
- Alcoforado, M. G., Plácido, J. C., & Neves, A. (2007). *Comunicação intermediada por protótipos*. 1, 3–6. <https://attena.ufpe.br/handle/123456789/3374>
- Araujo, F. S. (2014). Avaliação da experiência do usuário: uma proposta de sistematização para o processo de desenvolvimento de produtos. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Baker, M. J. (1979). *Industrial Innovation - technology, policy, diffusion*. The macmillan press.
- Bano, M., & Zowghi, D. (2015). A systematic review on the relationship between user involvement and system success. *Information and Software Technology*, 58, 148–169. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.06.011>
- Barrington, S. (2007). Usability in the Lab: Techniques for Creating Usable Products. *Journal of Laboratory Automation*, 12(1), 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.jala.2006.08.004>
- Beer, D. J. De, Campbell, R. I., Truscott, M., Barnard, L. J., & Booysen, G. J. (2009). Client-centred design evolution via functional prototyping. *International Journal of Product Development*, 8(1), 22. <https://doi.org/10.1504/IJPD.2009.023747>
- Biyalogorsky, E., Boulding, W., & Staelin, R. (2006). Stuck in the past: Why managers persist with new product failures. *Journal of Marketing*, 70(2), 108–121. <https://doi.org/10.1509/jmkg.70.2.108>
- Blank, S. (2013). *The four steps to the epiphany* (Fifth Edit). John Wiley & Sons. http://www.academia.edu/download/41286197/Four_Steps_to_the_Epiphany_-_Steve_Blank.pdf
- Brisben, A. J., Lockerd, A. D., & Lathan, C. (2004). Design evolution of an interactive robot for therapy. *Telemedicine and E-Health*, 10(2), 252–259. <https://doi.org/10.1089/tmj.2004.10.252>
- Camburn, B., Dunlap, B., Gurjar, T., Hamon, C., Green, M., Jensen, D., Crawford, R., Otto, K., & Wood, K. (2015). A Systematic Method for Design Prototyping. *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, 137(8). <https://doi.org/10.1115/1.4030331>

- Campese, C., Scatolin, J. L., Esposto, R. F. S., & Costa, J. M. H. da. (2015). Estudo dos métodos de UCD. In *10 o Congresso Brasileiro de Gestão da Inovação e Desenvolvimento de Produtos* (pp. 1–12). Itajubá-MG.
- Campese, C. (2019). *Proposta de um framework para aplicação de UCD (User-Centred Design) para pequenas empresas desenvolvedoras de produtos eletromédicos*. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. doi:10.11606/T.18.2019.tde-05042019-131602. Recuperado em 2020-12-15, de www.teses.usp.br
- Carroll, J. M. (1995). Introduction: The scenario perspective on system development. *Scenario-Based Design: Envisioning Work and Technology in System Development*, Ed Carroll, JM, 1-17.
- Chang, M. M. L., Ong, S. K., & Nee, A. Y. C. (2017). Approaches and challenges in product disassembly planning for sustainability. *Procedia Cirp*, 60, 506-511.
- Chiou, E., Venkatraman, V., Larson, K., Li, Y., Gibson, M., & Lee, J. D. (2014). Contextual Design of a Motivated Medication Management Device. *Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications*, 22(1), 8–15. <https://doi.org/10.1177/1064804613508950>
- CHRISSIS, M., KONRAD, M. & SHRUM, S. (2013). *CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement*. Addison-Wesley.
- Christie, E. J., Jensen, D. D., Buckley, R. T., Menefee, D. A., Ziegler, K. K., Wood, K. L., & Crawford, R. H. (2012). Prototyping strategies: Literature review and identification of critical variables. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://researchers.dellmed.utexas.edu/en/publications/prototyping-strategies-literature-review-and-identification-of-cr>
- Cooper, R. G. (2011). *Winning at New Products: Creating Value Through Innovation, 5th Edition | Stage-Gate International*. <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=5GAfqjJwnPQC&oi=fnd&pg=PR7&dq=cooper+winning+at+new+products&ots=e4vqzvclly&sig=HPOVyl0pv-UrFTg7zbxLcdt28Ys>
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., & Edström, K. (n.d.). Rethinking Engineering Education Second Edition. In *Springer*. Retrieved September 29, 2020, from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-05561-9.pdf>
- Dahan, E., & Mendelson, H. (2002). Optimal sequential and parallel prototyping policies. *Innovation in Technology Management. The Key to Global Leadership. PICMET '97, October*, 481. <https://doi.org/10.1109/PICMET.1997.653469>
- Damodaran, L. (1996). User involvement in the systems design process-a practical guide for

- users. *Behaviour & Information Technology*, 15(6), 363–377. <https://doi.org/10.1080/014492996120049>
- de la Hidalga, A. N., Hardisty, A., & Jones, A. (2016). SCRAM–CK: applying a collaborative requirements engineering process for designing a web based e-science toolkit. *Requirements Engineering*, 21(1), 107–129. <https://doi.org/10.1007/s00766-014-0212-0>
- Ulrich, K. & Eppinger, S. (2015). *Product design and development* (4th ed.). McGraw-Hill Higher Education.
- Florén, H., & Frishammar, J. (2012). From Preliminary Ideas to Corroborated Product Definitions: Managing the Front End of New Product Development. *California Management Review*, 54(4), 20–43. <https://doi.org/10.1525/cmr.2012.54.4.20>
- Ghulam, S., Shah, S., & Robinson, I. (2007). Benefits of and barriers to involving users in medical device technology development and evaluation Benefits of and barriers to user involvement in MDTD&E ACKNOWLEDGMENTS. In *International Journal of Technology Assessment in Health Care*. Year. [https://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/599/1/Benefits of and barriers to involving users in medical device technology development and evaluation.pdf](https://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/599/1/Benefits%20of%20and%20barriers%20to%20involving%20users%20in%20medical%20device%20technology%20development%20and%20evaluation.pdf)
- Gladden, G. R. (1982). STOP THE LIFE-CYCLE, I WANT TO GET OFF. In *ACM SIGSOFT SOFTWARE ENGINEERING NOTES* (Vol. 7, Issue 2).
- Goodman, E., Kuniavsky, M., & Moed, A. (2012). *Observing the user experience: A practitioner's guide to user research*. Elsevier.
- Göransson, B. (2001). *Usability Design: A Framework for Designing Usable Interactive Systems in Practice*.
- Guerlain, S., Hugine, A., & Wang, L. (2010). A comparison of 4 epinephrine autoinjector delivery systems: Usability and patient preference. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 104(2), 172–177. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2009.11.023>
- Gulliksen, J., Göransson, B., Boivie, I., Blomkvist, S., Persson, J., & Cajander, Å. (2003). Key principles for user-centred systems design. *Behaviour and Information Technology*, 22(6), 397–409. <https://doi.org/10.1080/01449290310001624329>
- Hall, R. R. (2001). Prototyping for usability of new technology. *International Journal of Human-Computer Studies*, 55(4), 485-501.
- Harte, R., Quinlan, L. R., Glynn, L., Rodríguez-Molinero, A., Baker, P. M., Scharf, T., & ÓLaighin, G. (2017). 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*, 5(5), e71. <https://doi.org/10.2196/mhealth.7046>

- Holzinger, A., Sammer, P., & Hofmann-Wellenhof, R. (2006). Mobile Computing in Medicine: Designing Mobile Questionnaires for Elderly and Partially Sighted People. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*: Vol. 4061 LNCS (pp. 732–739). https://doi.org/10.1007/11788713_107
- Jensen, M. B., Elverum, C. W., & Steinert, M. (2017). Eliciting unknown unknowns with prototypes: Introducing prototrials and prototrial-driven cultures. *Design Studies*, 49, 1–31.
- Ji-Ye Mao, B., Vredenburg, K., Smith, P. W., & Carey, T. (2005). USER-CENTERED DESIGN PRACTICE. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, 48(3).
- Kai, C., Fai, L., & Chu-Sing, L. (2003). *Rapid prototyping: principles and applications in manufacturing*. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=940506>
- Kanai, S., Higuchi, T., Kikuta, Y., Kanai, S., Higuchi, T., & Kikuta, Y. (2009). 3D digital prototyping and usability enhancement of information appliances based on UsiXML Modeling and Recognition of 3D Large-scale environments using laser-scanning and photogrammetry View project Advanced User Interface for product prototyping View project 3D digital prototyping and usability enhancement of information appliances based on UsiXML. *Article in International Journal for Interactive Design and Manufacturing*. <https://doi.org/10.1007/s12008-009-0075-7>
- Karlsson, C. (2016). Research Methods for Operations Management. In *Research Methods for Operations Management*. <https://doi.org/10.4324/9781315671420>
- Keinonen, R., & Takala, R. (2006). Product Concept Design. In T. Keinonen & R. Takala (Eds.), *Product Concept Design*. Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-126-6>
- Kelly, T. (2008). *The Ten Faces of Innovation: IDEO's Strategies for Beating the Devil's Advocate & Driving Creativity Throughout Your Organization* (Vol. 2008). Crown business. <http://books.google.com/books?id=jCN4AAAACAAJ&pgis=1>
- Krishnan, V., Eppinger, S. D., & Whitney, D. E. (1997). A Model-Based Framework to Overlap Product Development Activities. *Management Science*, 43(4), 437–451. <https://doi.org/10.1287/mnsc.43.4.437>
- Kujala, S. (2008). Effective user involvement in product development by improving the analysis of user needs. *Behaviour and Information Technology*, 27(6), 457–473. <https://doi.org/10.1080/01449290601111051>
- Kujala, Sari. (2010). *User involvement: A review of the benefits and challenges User involvement: a review of the benefits and challenges*. <https://doi.org/10.1080/01449290301782>

- Lande, M., & Leifer, L. (2009). Prototyping to learn: Characterizing engineering student's prototyping activities and prototypes. *DS 58-1: Proceedings of ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design*, 1, 507–516. <https://asu.pure.elsevier.com/en/publications/prototyping-to-learn-characterizing-engineering-students-prototyp>
- Lauff, C. A., Kotys-Schwartz, D., & Rentschler, M. E. (2018). What is a prototype? what are the roles of prototypes in companies? *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, 140(6). <https://doi.org/10.1115/1.4039340>
- Macedo, V. D. (2012). Métodos de avaliação da experiencia do usuário (UX) com eletrodomésticos: um estudo exploratório. *Universidade Federal do Paraná*.
- Maguire, M. (2001). Methods to support human-centred design. *Int. J. Human-Computer Studies*, 55, 587–634. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2001.0503>
- Mahatody, T., Sagar, M., & Kolski, C. (2010). State of the Art on the Cognitive Walkthrough Method, Its Variants and Evolutions. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 26(8), 741–785. <https://doi.org/10.1080/10447311003781409>
- Martin-Hammond, A. M., Abegaz, T., & Gilbert, J. E. (2015). Designing an over-the-counter consumer decision-making tool for older adults. *Journal of Biomedical Informatics*, 57, 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.07.006>
- Mao, J., & Vredenburg, K. (2000). User-Centered Design Methods in Practice : A Survey of the State of the Art Paul W Smith. *In Proceedings of the 2001 conference of the Centre for Advanced Studies on Collaborative research*. IBM Press.
- Maurya, A. (2010). *Running Lean A systematic process for iterating your web application from Plan A to a plan that works*.
- Miller, W. S., & Summers, J. D. (2013). Investigating the use of design methods by capstone design students at Clemson University. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(4), 1079–1091. <https://doi.org/10.1007/s10798-012-9227-3>
- Mills, J., & Treagust, D. (2003). *ENGINEERING EDUCATION–IS PROBLEM-BASED OR PROJECT-BASED LEARNING THE ANSWER?* <https://pdfs.semanticscholar.org/5b40/d76d09838f53c777e6ba2192ba1b11023dd9.pdf>
- Moe, R. E., Jensen, D. D., & Wood, K. L. (2004). *Proceedings of DETC '04: ASME 2004 International Design Engineering Technical Conferences And Computers and Information in Engineering Conference*.
- Molich, R., Ede, M. R., Kaasgaard, K., & Karyukin, B. (2004). Comparative usability evaluation. *Behaviour & Information Technology*, 23(1), 65-74.

- Moreau, C. P., Lehmann, D. R., & Markman, A. B. (2001). Entrenched knowledge structures and consumer response to new products. *Journal of Marketing Research*, 38(1), 14–29. <https://doi.org/10.1509/jmkr.38.1.14.18836>
- Neubeck, L., Coorey, G., Peiris, D., Mulley, J., Heeley, E., Hersch, F., & Redfern, J. (2016). Development of an integrated e-health tool for people with, or at high risk of, cardiovascular disease: The Consumer Navigation of Electronic Cardiovascular Tools (CONNECT) web application. *International Journal of Medical Informatics*, 96, 24–37. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2016.01.009>
- Nguyen-Duc, A., Wang, X., & Abrahamsson, P. (2017). What Influences the Speed of Prototyping? An Empirical Investigation of Twenty Software Startups. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 283. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57633-6_2
- Nielsen, J. (1994). *Usability Engineering* (Vol. 1994). Elsevier. <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=DBOowF7LqIQC&pgis=1>
- Norman, D. A. (1988). *The psychology of everyday things*. Basic Books.
- Ogawa, S., & Piller, F. T. (2006). Reducing the risks of new product development. In *MIT Sloan Management Review* (Vol. 47, Issue 2, pp. 65–71). www.sloanreview.mit.edu
- Ozkan, O., & Dogan, F. (2013). Cognitive strategies of analogical reasoning in design: Differences between expert and novice designers. *Design Studies*, 34(2), 161–192. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2012.11.006>
- Pantiuchina, J., Mondini, M., Khanna, D., Wang, X., & Abrahamsson, P. (2017). Are Software Startups Applying Agile Practices? The State of the Practice from a Large Survey. In *Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 283, pp. 167–183). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57633-6_11
- Paternoster, N., Giardino, C., Unterkalmsteiner, M., Gorschek, T., & Abrahamsson, P. (2014). Software development in startup companies: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 56(10), 1200–1218. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.04.014>
- Peleg, M., Shachak, A., Wang, D., & Karnieli, E. (2009). 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*, 78(7), 482–493. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2009.02.008>
- Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., & Holland, S. (1994). *Human-computer interaction*. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=561701>
- Preece, J., Sharp, H., & Rogers, Y. (2015). *Interaction design: beyond human-computer interaction*. <https://books.google.com/books?hl=pt->

BR&lr=&id=n0h9CAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR10&dq=INTERACTION%27++DESIGN++beyond+human-computer+interaction&ots=25wJE9izdO&sig=FEmxqCCQsZSOZ355YrIVheYtISI

- Ridder, H. G., Miles, M. B., Michael Huberman, A., & Saldaña, J. (2014). Qualitative data analysis. A methods sourcebook. *Zeitschrift Fur Personalforschung*, 28(4), 485–487. <https://doi.org/10.1177/239700221402800402>
- Rieman, J., Franzke, M., & Redmiles, D. (1995). Usability evaluation with the cognitive walkthrough. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 2, 387–388. <https://doi.org/10.1145/223355.223735>
- Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. Crown Publishing Group. http://en.wikipedia.org/wiki/Lean_Startup
- Rippon, S. (2006). Usability, user-centered design (UCD) and FOSS. *OSDC Conference 2006*. Retrieved September 24, 2020, from <http://www.monash.edu/>
- Römer, A., Pache, M., Weißhahn, G., Lindemann, U., & Hacker, W. (2001). Effort-saving product representations in design - Results of a questionnaire survey. *Design Studies*, 22(6), 473–491. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00003-5](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00003-5)
- Rozenfeld, H., & Al., E. (2006). *Gestão de Projetos em Desenvolvimento de Produtos*. São Paulo: Saraiva.
- Rubin, J., & Chisnell, D. (1996). Handbook of usability testing: How to plan, design, and conduct effective tests. *Journal of the American Society for Information Science*, 47(3), 258–259. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199603\)47:3<258::AID-ASI18>3.3.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199603)47:3<258::AID-ASI18>3.3.CO;2-L)
- Rudd, J., Stern, K., & Isensee, S. (1996). Low vs. high-fidelity prototyping debate. *Interactions*, 3(1), 76–85. <https://doi.org/10.1145/223500.223514>
- Santos, T. B. dos. (2019). Identificação dos propósitos e benefícios do uso de protótipos para o envolvimento de usuários no desenvolvimento de produtos da saúde [Universidade de São Paulo]. In *teses.usp.br*. <https://doi.org/10.11606/D.18.2019.tde-13062019-094604>
- Schmidt, H. G., Rotgans, J. I., & Yew, E. H. (2011). The process of problem-based learning: What works and why. *Medical Education*, 45(8), 792–806. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2011.04035.x>
- Schön, D. A. (2017). The reflective practitioner: How professionals think in action. In *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. <https://doi.org/10.4324/9781315237473>

- Schütze, M., Sachse, P., & Römer, A. (2003). Support value of sketching in the design process. *Research in Engineering Design*, 14(2), 89–97. <https://doi.org/10.1007/s00163-002-0028-7>
- Siebenhandl, K., Schreder, G., Smuc, M., Mayr, E., & Nagl, M. (2013). A user-centered design approach to self-service ticket vending machines. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 56(2), 138–159. <https://doi.org/10.1109/TPC.2013.2257213>
- Stringer, M., Rode, J., Toye, E. F., Blackwell, A. F., & Simpson, A. R. (2005). The Webkit Tangible User Interface: A Case Study of Iterative Prototyping. *IEEE Pervasive Computing*, 4(4), 35–41. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2005.89>
- Tenneti, R., Johnson, D., Goldenberg, L., ergonomics, R. P.-A., & 2012, undefined. (n.d.). Towards a capabilities database to inform inclusive design: Experimental investigation of effective survey-based predictors of human-product interaction. *Elsevier*. Retrieved October 20, 2020, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687011001700>
- Viitaniemi, J., Aromaa, S., Leino, S.-P., Kiviranta, S., & Helin, K. (2010). *Integration of User-Centred Design and Product Development Process within a Virtual Environment*.
- Voss, C., Tsikriktsis, N., & Frohlich, M. (2002). Case research in operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 195–219. <https://doi.org/10.1108/01443570210414329>
- Wheelwright, S. (1994). *Leading Product Development: The Senior Manager's Guide to Creating and Shaping*. https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=yQOZL1kDq54C&oi=fnd&pg=PR7&dq=Leading+Product+Development:+The+Senior+Manager%27s+Guide+to+Creating+&ots=pU6nPnCBcG&sig=17EDB0AmAskM0DAUz8lhsh_MBHs
- Wilkie A. (2014) Prototyping as Event: Designing the Future of Obesity, *Journal of Cultural Economy*, 7:4, 476-492, DOI: 10.1080/17530350.2013.859631
- Wilkinson, C. R., & De Angeli, A. (2014). Applying user centred and participatory design approaches to commercial product development. *Design Studies*, 35(6), 614–631. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2014.06.001>
- Yang, M. C. (2005). A study of prototypes, design activity, and design outcome. *Design Studies*, 26(6), 649–669. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.04.005>
- Zhang, B., & Dong, H. (2016). User Involvement in Design: The Four Models. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 9754, pp. 141–152). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39943-0_14

APÊNDICE 1 – MÉTODO TESTE DE CONCEITO APLICADO NO CASE RESEARCH

Métodos

TESTE DE CONCEITO

Material para realizar teste: câmera para gravação, papel para anotar resultados, questionário, caneta, protótipo e lixo para realizar o teste.

Material para preencher o template: caneta e post it.

Grupo _____

Objetivo

Consiste em apresentar o conceito do produto ao usuário e obter suas reações, comentários e sugestões utilizando protótipos. Os conceitos podem ser apresentados simbolicamente (por meio de entrevistas) ou fisicamente (por meio dos testes guiados ou livres). Pode ser aplicado com programas de realidade virtual, sketches, desenhos em 3D ou mesmo protótipos simplificados.

Aplicação

- Escreva cada ideia de funções / elementos do conceito a ser testado em post it e insira em uma linha.
*Ideia de funções/elementos do conceito são os aspectos que diferenciam o conceito em desenvolvimento de produtos já no mercado. Uma ideia/elemento pode ser, por exemplo, uma nova forma do usuário interagir com um produto, um novo material, ou mesmo uma função inovadora.
- Escolha o tipo de atividade que será aplicado:
 - Teste livre: o usuário é livre para interagir com o protótipo da maneira que desejar, sem seguir uma ordem. O campo "teste livre" deve ser preenchido com post it contendo o que se espera da interação do usuário para cada função definida no item 1 (por exemplo: o usuário deve identificar o local para inserir o lixo, o usuário deve inserir o material correto, etc.).
 - Teste guiado: escreva uma tarefa para cada post it que você vai pedir para que o usuário faça, e cole no quadro "tarefa". Escreva também o que será observado ou perguntado específico de cada tarefa no quadro "o que observar".

Importante:
*É possível inserir mais de uma observação, tarefa ou informação.
**Cada post it deve conter apenas uma observação, tarefa ou informação.

2.3 No campo "entrevista", escreva em cada post it as perguntas específicas para cada função do item 1 que serão direcionadas aos usuários

Dicas de observações / perguntas:

- O uso do protótipo/função é simples?
- É de fácil manipulação?
- Você acha que esse produto resolve o problema ou preenche a necessidade identificados?
- O conceito traz alguma complicação que não foi pensada? (tanto para o usuário quanto para o projeto)
- Os benefícios estão claros para o usuário e ele acredita neles? (se os resultados forem ruins, o conceito deve ser aprimorado ou revisado).
- Os usuários fazem comparações com outros produtos similares?
- O usuário compraria esse produto?
- Existe algum uso inesperado do produto? Qual impacto disso para o usuário?

Passo a passo

Ex.: Testar um novo sistema de travamento de algemas

APÊNDICE 2 – ENTREGAS DOS GRUPOS DURANTE A DISCIPLINA

		Nome da entrega prática (EP)	Breve descrição da entrega
Semana 3		EP1 Formulário inicial de observação	Refere-se à observação inicial dos aspectos que se referem ao uso da lixeira. O relatório contém os métodos e procedimentos iniciais que os grupos irão utilizar para colher informações do produto e do usuário.
Semana 6		EP2 Definição das necessidades dos usuários	Objetiva descrever o processo de observação e coleta das informações (e.g. local de observação, quantidade de usuários observados, protocolos utilizados), o perfil do usuário alvo, e discussão sobre o usuário. O relatório descreve também as necessidades dos usuários e comentários sobre o usuário.
Semana 9		EP3 Apresentação do <i>gate</i>	Os grupos apresentam as ideias de solução que abrangem as necessidades dos usuários e um conjunto de especialistas decide pela manutenção ou descarte das ideias. O conjunto é composto por três membros da empresa que demandou o produto, a professora e dois monitores da disciplina.
Semana 15		EP4 Formulário inicial de testes	Refere-se a descrição das ideias de solução reformuladas após as sugestões dos especialistas. Os grupos também realizaram a confecção dos protótipos físicos e virtuais.
Semana 18		EP5 Relatório do teste com usuários	Refere-se ao relatório do resultado das ideias de solução após o envolvimento do usuários. Os grupos também informam nesse relatório como será o aspecto do protótipos após as melhorias identificadas a partir da aplicação do Teste de Conceito.

APÊNDICE 3 – NECESSIDADES DOS USUÁRIOS, NOMES DAS FUNÇÕES E FOTOS DOS PROTÓTIPOS

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8
Necessidades dos usuários	<p>Maior praticidade para retirar lixo; Evitar acúmulo de líquidos; Maior clareza na separação do lixo.</p>	<p>Melhor sinalização; Maior clareza na separação do lixo; Maior praticidade para retirar lixo; Mais conscientização no descarte; Mau cheiro das lixeiras;</p>	<p>Maior clareza na separação do lixo; Melhor sinalização; Maior praticidade para retirar lixo; Volume maior.</p>	<p>Melhor sinalização; Mais conscientização no descarte; Diferentes compartimentos; Maior praticidade para retirar lixo.</p>	<p>Melhor sinalização Maior clareza na separação do lixo Maior praticidade para retirar lixo Mais conscientização no descarte</p>	<p>Lixeiras mais altas; Facilidade no uso do carrinho de lixo.</p>	<p>Mais conscientização no descarte; Evitar contato com a lixeira p/ descarte; Melhor sinalização; Maior praticidade para retirar lixo.</p>	<p>Maior praticidade para retirar lixo; Melhor sinalização; Mais conscientização no descarte; Diferentes compartimentos.</p>
Funções	<p>1. Gaveta 2. Corpo da lixeira 3. Mecanismo de separação líquido e sólido</p>	<p>1. Ralo 2. Identificação do compartimento dos copos 3. Sistema de descarte 4. Tanque dos líquidos</p>	<p>1. Funcionalidade do cesto 2. Abertura do descarte 3. Clareza do protótipo</p>	<p>1. Tampa lateral 2. Funcionalidade dos compartimentos 3. Limpeza</p>	<p>1. Mecanismo da lixeira 2. Cor da lixeira 3. Tipo de lixeira</p>	<p>1. Mecanismo de abertura frontal 2. Rotacionamento da lixeira 3. Altura da lixeira</p>	<p>1. Interesse do usuário 2. Uso do mecanismo 3. Retirada do lixo</p>	<p>1. Gaveta 2. Descarte do lixo 3. Legenda/Imagem 4. Trava inferior</p>
Protótipos

APÊNDICE 4 – PROTOCOLO PARA OBSERVAÇÃO DO CASE RESEARCH

Protocolo de avaliação do teste de conceito		
Grupo		
Avaliador		
Objetivo do método		
<i>O que observar: questionamentos sobre a necessidade de utilizar o método, intenção em modificar, resistência quanto a utilização e pontos positivos mencionados.</i>		
Dúvidas (ex.: o que é, não entendi, como faço, será que isso é,...)	Dificuldades (ex.: Isso é difícil, não consigo, isso é ruim, não ficou bom,...)	Elogios/benefícios do método (ex.: isso é bom/legal/útil/fácil, com isso consigo fazer aquilo mais facilmente, ...)
Resultado do método		
<i>O que observar: identificaram resultados que ajudarão no teste de protótipo com os usuários</i>		
Dúvidas	Dificuldades	Elogios/benefícios do método
Entendimento das instruções		
1) Compreensão dos passos 1 e 2 (2.1, 2.2 e 2.3) <i>O que observar: os passos foram seguidos e estavam claros</i>		
Dúvidas	Dificuldades	Elogios
2) Preenchimento do template. <i>O que observar: quantidade de informações inseridas, preenchimento do post it, inserção no local correto, etc.</i>		
Dúvidas	Dificuldades	Elogios
Em relação ao template		
1) Identificar o que são ideias de funções / elementos (Corresponde ao passo 1)		
Dúvidas	Dificuldades	Elogios
2) Escolher qual tipo de teste utilizar: livre ou guiado (Corresponde ao passo 2)		
Dúvidas	Dificuldades	Elogios
3) Preencher o teste livre e quais informações/atividades inserir no template (Corresponde ao passo 2.1)		
Dúvidas	Dificuldades	Elogios
4) Preencher o teste guiado e quais informações/atividades e o que observar no template (Corresponde ao passo 2.2)		
Dúvidas	Dificuldades	Elogios
5) Preencher a coluna 'Entrevistas' e relacionar as perguntas com a função de conceito a ser testada (Corresponde ao passo 2.3)		
Dúvidas	Dificuldades	Elogios

APÊNDICE 5 – PROTOCOLO PARA CODIFICAÇÃO DA ANÁLISE DOS CASOS

Protocolo para codificação da análise do resultado do método

Objetivo da pesquisa Analisar as contribuições, resultados e modificações propostas na aplicação do método Teste de Conceito.
Questões de teste e hipóteses H1. Há benefícios do uso do método Teste de Conceito para envolver usuários com protótipos a fim de desenvolver conceitos de produtos. Q1. Os grupos conseguem obter todos os benefícios ¹ propostos no framework de Santos (2019) após usar o método? Q2. O método apoia o processo de UCD ² ? Q3. O método auxilia o grupo de desenvolvedores ³ ? H2. O método Teste de Conceito foi utilizado com eficácia. Q4. Os passos do método foram seguidos corretamente pelos grupos de desenvolvedores? Q5. Foi possível obter informações dos usuários acerca do produto utilizando o método?
Base de dados para serem analisados - Relatório dos testes dos grupos da disciplina. - Resultado do quadro dos grupos da disciplina após a aplicação do método. - Áudios transcritos dos observadores.
Metas para a análise de dados qualitativos: 1. Identificar as contribuições do método para o envolvimento do usuário com protótipos. 2. Identificar melhorias para o método. 3. Extrair informações complementares nas três bases de dados.
Conceitos principais adotados ¹ Benefícios da prototipagem definidos por Santos (2019): <u>Gerar conhecimento:</u> A utilização de protótipos para a geração de conhecimento visa obter novas informações sobre os requisitos de produto que atendam as necessidades dos usuários. As novas informações podem aumentar o conjunto de dados já existente, como também atuar na seleção dos requisitos do produto mais atraentes para o projeto. Além do compartilhamento de conhecimentos tácitos entre desenvolvedores e usuários, o benefício da prototipagem para gerar conhecimento permite a descoberta de informações entre a própria equipe de desenvolvedores. <u>Refinamento do projeto:</u> O refinamento do projeto tem a finalidade de discutir, testar e revisar as informações sobre os requisitos do produto mediante as opiniões e reações dos usuários. Refinar o projeto auxilia a equipe de desenvolvedores a corrigir erros e alinhar os requisitos às necessidades dos usuários. <u>Direcionamento do projeto:</u> O uso de protótipos para direcionar o projeto auxilia a equipe de desenvolvedores na tomada de decisão sobre a seleção de requisitos de produto que se adequam às necessidades dos usuários. As informações que os usuários fornecem durante o envolvimento com protótipos permite definir sobre a utilização ou descarte dos conceitos de produtos identificados durante o projeto. ² Apoio ao processo de UCD: O processo de UCD é um processo que tem o foco nas tarefas do usuário (Rubin e Chisnell, 1994). O item pretende identificar se os usuários envolvidos realizam alguma atividade que faz parte do processo: analisar necessidades do usuário, projetar para usabilidade por meio de prototipagem, avaliar uso e obter feedback. ³ Auxílio aos grupos: Auxílio significa vantagens do uso do método, quais ganhos e utilidades o uso do método propiciou à equipe de desenvolvedores. Eficácia do método: A eficácia do método será avaliada a partir de dados que comprovem que as equipes de desenvolvedores conseguiram satisfatoriamente relacionar os conceitos, realizar o teste desses conceitos e obter informações que demonstrem o beneficiamento do uso da prototipagem por meio do envolvimento de usuários. Modificação do método: A base de dados do protocolo forneceu informações sobre como melhorar a compreensão e execução do método Teste de Conceito, visando o aperfeiçoamento do guia de preenchimento e do quadro. As modificações serão importantes para auxiliar o uso futuro do método, tornando-o mais compreensivo e inequívoco.

APÊNDICE 6 – MODELO DO RELATÓRIO EP05 DE SOLUÇÃO PARA OS GRUPOS

Logotipo

<Projeto XXXXX>

<Código do Projeto - Nome do Projeto>

DOCUMENTO: RELATÓRIO TÉCNICO DA SOLUÇÃO – VERSÃO FINAL

Versão <1.0>

<Nome da Equipe>

<Lista dos participantes, , email (dica coloquem um email que não seja o da usp, pois vcs irão perder esse email)>

Documento de definição do usuário e suas necessidades
Projeto: <código do projeto> versão: X.X
Página 1 de 4

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. USUÁRIO	3
3. NECESSIDADES DOS USUÁRIOS.....	3
[NU01] <Apelido da necessidade>	3
[NU...] <Apelido da necessidade>	3
4. CONCEITOS APRESENTADOS	3
5. SOLUÇÃO ESCOLHIDA.....	3
5.1 DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO	4
5.2 TESTES COM USUÁRIOS	4
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	4
REFERÊNCIAS.....	4
APÊNDICE 1 – ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO DO USUÁRIO	4
APÊNDICE 2 – FOTOS DO PROTÓTIPO	4
APÊNDICE 3 – ROTEIRO DE TESTE DO PROTÓTIPO	4

1. INTRODUÇÃO

<Descrever os objetivos deste documento e o público ao qual ele se destina. Descrever brevemente o objetivo do projeto e o produto alvo.. Apague esse texto quando finalizar.>

2. USUÁRIO

<Descrever [1] o processo de observação e coleta informações, e.g. local de observação, quantidade de usuários observados, protocolos utilizados, [2] o perfil do usuário alvo e fotos se necessário, e [3] comentários e/ou discussão sobre o usuário Apague esse texto quando finalizar.>

3. NECESSIDADES DOS USUÁRIOS

<Descrever [1] as necessidades dos usuários e [2] comentários e/ou discussão sobre o usuário. Para uma melhor organização deste documento, utilize as subseções abaixo para agrupar as necessidades relacionadas. Apague esse texto quando finalizar.>

[NU01] <Apelido da necessidade>

<Forneça uma pequena explicação da necessidade. Em seguida, assinale um dos símbolos abaixo para indicar a prioridade da necessidade. Apague esse texto quando finalizar.>

Prioridade: ☒ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

[NU...] <Apelido da necessidade>

<Forneça uma pequena explicação da necessidade. Em seguida, assinale um dos símbolos abaixo para indicar a prioridade da necessidade. Apague esse texto quando finalizar.>

Prioridade: ☒ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

4. CONCEITOS APRESENTADOS

<Descrever [1] o(s) conceito(s) apresentados, utilizando imagens quando necessário, [2] apresentar como estes conceitos atendiam às necessidades identificadas, e [3] crítica aos conceitos apresentados e conceito selecionado. Apague esse texto quando finalizar.>

5. SOLUÇÃO ESCOLHIDA

<Descrever o processo de desenvolvimento da solução e testes com usuários, utilize as subseções abaixo. Apague esse texto quando finalizar.>

5.1 Detalhamento da Solução

<Descrever o detalhamento do conceito selecionado para a obtenção do arquivo CAD final e prototipagem. Inserir fotos do CAD e do protótipo para ilustrar.>

5.2 Testes com usuários

<Descrever os testes com os usuários: pontos que foram observados, constatações das observações e possibilidades de melhoria>

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

<Espaço reservado para considerações finais. Apague esse texto quando finalizar>

REFERÊNCIAS

<Esta seção deve prover uma lista de todos os documentos relacionados a este documento quando necessário. Apague esse texto quando finalizar>

APÊNDICE 1 – ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO DO USUÁRIO

<Esta seção serve para inserir o roteiro de observação. Apague esse texto quando finalizar>

APÊNDICE 2 – FOTOS DO PROTÓTIPO

<Esta seção serve para inserir uma imagem do protótipo que seu grupo elaborou. Apague esse texto quando finalizar>

APÊNDICE 3 – ROTEIRO DE TESTE DO PROTÓTIPO

<Esta seção serve para inserir o roteiro de testes. Apague esse texto quando finalizar>