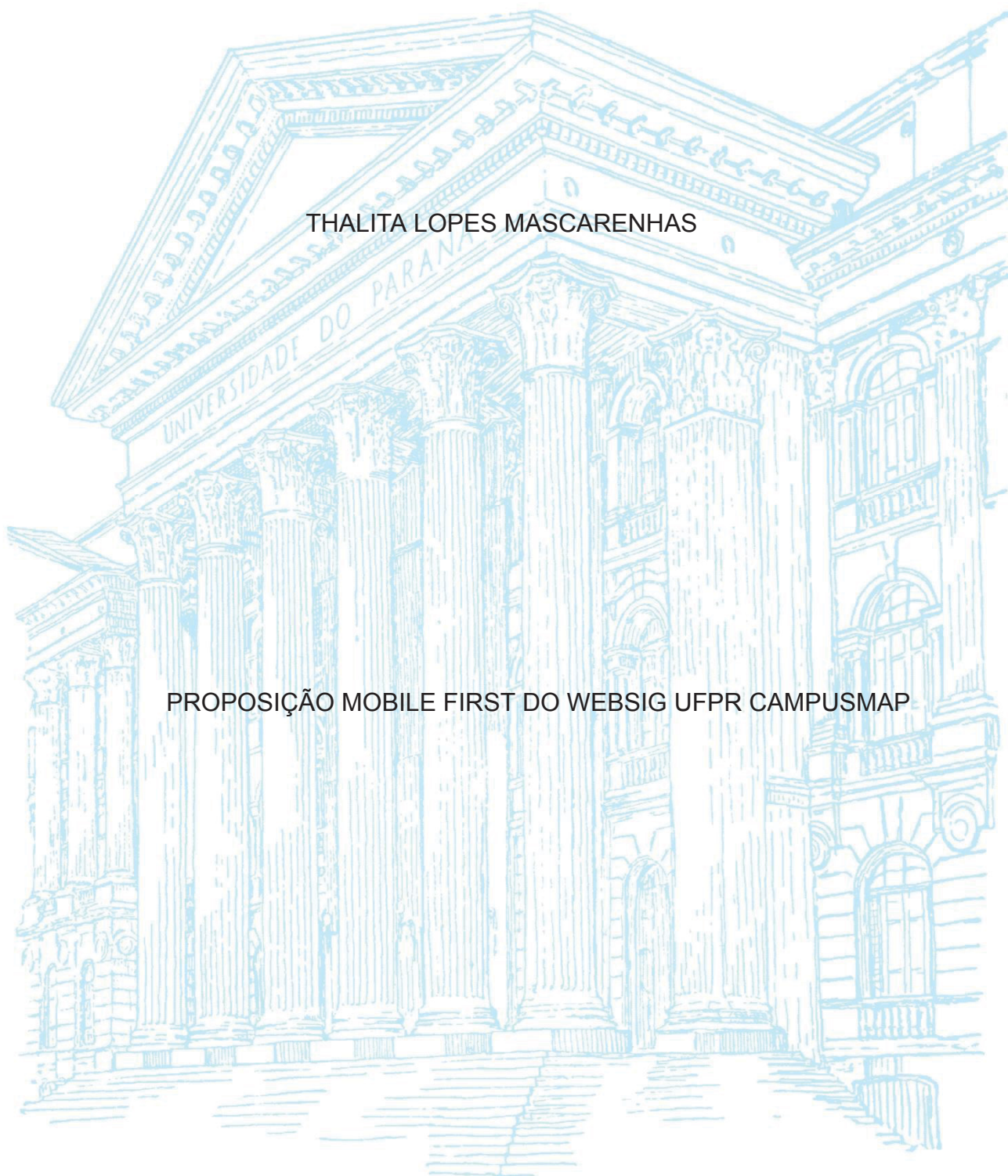


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

THALITA LOPES MASCARENHAS

PROPOSIÇÃO MOBILE FIRST DO WEBSIG UFPR CAMPUSMAP



CURITIBA

2023

THALITA LOPES MASCARENHAS

PROPOSIÇÃO MOBILE FIRST DO WEBSIG UFPR CAMPUSMAP

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciene Stamato Delazari.

CURITIBA

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Mascarenhas, Thalita Lopes

Proposição mobile first do websig UFPR CampusMap. / Thalita
Lopes Mascarenhas.– Curitiba, 2023.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor
de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ciências
Geodésicas.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Luciene Stamato Delazari.

1. Geologia - mapas. 2. Engenharia de requisitos. 3. Protótipos -
Interfaces. I. Delazari., Luciene Stamato. II. Universidade Federal do
Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. III.
Título.

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação CIÊNCIAS GEODÉSICAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **THALITA LOPES MASCARENHAS** intitulada: **PROPOSIÇÃO MOBILE FIRST DO WEBSIG UFPR CAMPUSMAP**, sob orientação da Profa. Dra. LUCIENE STAMATO DELAZARI, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 15 de Março de 2023.

Assinatura Eletrônica

15/03/2023 16:59:30.0

LUCIENE STAMATO DELAZARI

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

15/03/2023 18:28:06.0

MARCIO AUGUSTO REOLON SCHMIDT

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA)

Assinatura Eletrônica

17/03/2023 09:44:24.0

ANDRE LUIZ ALENCAR DE MENDONÇA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram com a produção desta dissertação.

Agradeço a Deus.

À minha família.

Aos meus irmãos na fé.

Ao meu noivo.

Aos meus amigos.

À Prof^ª. Dr^ª Luciene Stamato Delazari que me orientou e incentivou com sabedoria e serenidade.

Aos pesquisadores do LabCarto e demais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas.

Ao Centro de Pesquisas Aplicadas em Geoinformação.

RESUMO

O uso de dispositivos móveis aumentou nos últimos anos, assim como o acesso a mapas também segue essa tendência, pois são cada vez mais acessados nestes dispositivos. Os recursos contidos nos dispositivos móveis permitem a adição de novas funcionalidades em aplicações tornando os mapas cada vez mais dinâmicos e interativos. Entretanto, as telas menores desses dispositivos se tornam um limitante para o conteúdo a ser exibido. Algumas aplicações desenvolvidas para a *web* tendem a ter um *design* responsivo pensado primeiro para computadores de mesa e depois adaptados para dispositivos de telas menores, o que pode comprometer a experiência do usuário ao utilizar o mesmo sistema em um dispositivo móvel. O UFPR CampusMap é um *websig* que fornece informações *indoor* e *outdoor* dos campi da Universidade Federal do Paraná e prevê prover navegação e, em pesquisas anteriores onde foram aplicados testes com o usuário foi constatado que a experiência do usuário ao utilizar o UCM em dispositivo móvel não é satisfatória. Para atender o crescente público de usuários que fazem uso de dispositivos móveis para acessar o UFPR CampusMap de forma satisfatória, a presente pesquisa apresenta uma proposição do UCM para dispositivos móveis com base no conceito *mobile-first* com ênfase na interface do sistema. *Mobile-first* consiste em projetar primeiro para dispositivos móveis e depois adaptar para dispositivos de telas maiores e menos restritivos. A metodologia utilizada para propor um sistema satisfatório para uso em dispositivos móveis seguiu o processo iterativo e cíclico de engenharia de requisitos composto pelas etapas de elicitação e análise, especificação e validação de requisitos em conjunto de técnicas de *UX design*. Os resultados obtidos que compõem a proposição elaborada são o documento de requisitos com a especificação dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema e o protótipo de alta fidelidade da interface do sistema.

Palavras-chave: *mobile-first*, engenharia de requisitos, protótipo de interface, mapas.

ABSTRACT

The use of mobile devices has increased in recent years, just as access to maps also follows this trend, as they are increasingly accessed in these devices. The features contained in mobile devices allow the addition of new features in applications making maps increasingly dynamic and interactive. However, the smaller screens of these devices become a limiting for the content to be displayed. Some applications developed for the web tend to have a responsive design designed first for table computers and then adapted to smaller screens devices, which can compromise the user experience by using the same system on a mobile device. UFPR Campusmap is a webSIG that provides indoor and outdoor information from the Federal University of Paraná and provides for navigation and, in previous surveys where user tests were applied, it was found that the user experience when using UCM on a mobile device not It is satisfactory. To meet the growing audience of users who use mobile devices to access UFPR Campusmap satisfactorily, this research presents a Mobile-First concept for mobile-based mobile devices with emphasis on the system interface. Mobile-Fist consists of projecting first for mobile devices and then adapting to larger and less restrictive screens devices. The methodology used to propose a satisfactory system for mobile devices followed the iterative and cyclic requirement engineering process composed by the elicitation and analysis, specification and validation of requirements in joint design techniques. The obtained results that make up the elaborated proposition are the requirements document with the specification of the functional and non -functional requirements of the system and the high fidelity prototype of the system interface.

Keywords: Mobile-First, Requirements Engineering, Interface Prototype, Maps.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - INTERAÇÃO DO USUÁRIO COM MAPA INTERATIVO.....	24
FIGURA 2 - RELAÇÃO DE DISCIPLINAS COM UX DESIGN.....	33
FIGURA 3 - FASES DO DESIGN THINKING.....	39
FIGURA 4 - EXEMPLO CÍCLICO E ITERATIVO DO DESIGN THINKING.....	40
FIGURA 5 - ESTRUTURA EM ESPIRAL DO PROCESSO DE ENGENHARIA DE REQUISITOS.....	43
FIGURA 6 – PROCESSO DE ELICITAÇÃO E ANÁLISE DE REQUISITOS.....	45
FIGURA 7 – ARQUITETURA DA ABORDAGEM DE DESENVOLVIMENTO PWA.....	53
FIGURA 8 – ESQUEMA DA METODOLOGIA DE PESQUISA.....	57
FIGURA 9 - VISUALIZAÇÃO DO WEBSIG UCM EM DISPOSITIVO MÓVEL.....	59
FIGURA 10 - PADRÃO PARA HISTÓRIA DE USUÁRIO.....	63
FIGURA 11 - EXEMPLO DE TABELA DE REQUISITO DO SISTEMA.....	64
FIGURA 12 - PROTO-PERSONA JULIANA.....	71
FIGURA 13 - PROTO-PERSONA MARINA.....	71
FIGURA 14 - PROTO-PERSONA FELIPE.....	72
FIGURA 15 - PROTO-PERSONA EDSON.....	73
FIGURA 16 - DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	76
FIGURA 17 - PROPOSTAS DE INTERFACE.....	80
FIGURA 18 - PARTICIPANTES.....	81
FIGURA 19 - RESULTADOS DAS VOTAÇÕES	81
FIGURA 20 - WIREFRAME PROPOSTO.....	84
FIGURA 21 - PROTÓTIPO DA INTERFACE.....	87
FIGURA 22 - PROTÓTIPO DA INTERFACE.....	88
FIGURA 23 - WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE BUSCA.....	88
FIGURA 24 - WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE BUSCA E ROTA.....	89
FIGURA 25 - WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE ROTA.....	89
FIGURA 26 - WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE ROTA.....	90
FIGURA 27 - WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE EDIÇÕES.....	90
FIGURA 28 - WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE MENU.....	91
FIGURA 29 - WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE LOGIN.....	91

FIGURA 30 - WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE CADASTRO.....	92
FIGURA 31 - PROTÓTIPO DA INTERFACE COM LEGENDAS	92
FIGURA 32 - PROTÓTIPO CONSULTA DE REDE TOPOGRÁFICA.....	93
FIGURA 33 - PROTÓTIPO LEITURA DE QR CODE.....	93
FIGURA 34 - PROTÓTIPO DOWNLOADS DE ARQUIVOS.....	94
FIGURA 35 - PROTÓTIPO LOCALIZAÇÃO DO USUÁRIO.....	94
FIGURA 36 - PROTÓTIPO POP-UP E ATRIBUTOS.....	95
FIGURA 37 - INTERAÇÕES CRIADAS NO FIGMA.....	96
FIGURA 38 - COMPARAÇÃO DA TELA INICIAL.....	97
FIGURA 39 - COMPARAÇÃO DA DISPOSIÇÃO DAS FERRAMENTAS.....	98
FIGURA 40 - COMPARAÇÃO DA HABILITAÇÃO DE CAMADAS.....	100
FIGURA 41 - COMPARAÇÃO DO USO DE POP-UP E FORMULÁRIO.....	102
FIGURA 42 - BUSCA POR ROTA.....	103

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CAPACIDADES DE MAPEAMENTO MÓVEL RELACIONADAS AO DESIGN FÍSICO DE SMARTPHONES.....	27
QUADRO 2 - MÉTODOS E ENTREGÁVEIS DE UX DESIGN.....	34
QUADRO 3 - LISTA DE REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS E REQUISITOS FUNCIONAIS.....	48
QUADRO 4 - REQUISITOS DO UCM QUE NECESSITAM DE APERFEIÇOAMENTOS.....	50
QUADRO 5 - COMPARAÇÃO DE RECURSOS ENTRE ABORDAGENS.....	55
QUADRO 6 - CONTEÚDO DO DOCUMENTO DE REQUISITOS.....	64
QUADRO 7 - FIDELIDADE DE PROTÓTIPO.....	66
QUADRO 8 - REUSO DE REQUISITOS.....	69
QUADRO 9 - HISTÓRIAS DE USUÁRIOS.....	74
QUADRO 10 - EXEMPLO ESPECIFICAÇÃO DE UM REQUISITO FUNCIONAL...	77
QUADRO 11 - EXEMPLO ESPECIFICAÇÃO DE UM REQUISITO NÃO FUNCIONAL.....	77
QUADRO 12 - REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS.....	78
QUADRO 13 - REQUISITOS FUNCIONAIS.....	79
QUADRO 14 - JUSTIFICATIVAS PARA A ESCOLHA DO PROTÓTIPO 3.....	82
QUADRO 15 - ERROS APONTADOS PELOS PARTICIPANTES.....	83
QUADRO 16 - WIREFRAME DA PÁGINA DE BUSCA E REQUISITOS.....	85
QUADRO 17 - WIREFRAME DA PÁGINA DE EDIÇÕES E REQUISITOS.....	85
QUADRO 18 - WIREFRAME DA PÁGINA DE ROTAS E REQUISITOS.....	86
QUADRO 19 - WIREFRAME DA PÁGINA DE MENU E REQUISITOS.....	86
QUADRO 20 - REQUISITOS NÃO SIMULADOS NO PROTÓTIPO.....	104

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

<i>API</i>	- <i>Application Programming Interface</i>
CEPAG	- Centro de Pesquisas Aplicadas em Geoinformação da UFPR
CSS	- <i>Cascading Style Sheets</i>
GPS	- <i>Global Positioning System</i>
HTML	- <i>HyperText Markup Language</i>
HTTPS	- <i>Hyper Text Transfer Protocol Secure</i>
JAD	- <i>Joint Application Development</i>
LBS	- <i>Location Based Services</i>
PWA	- <i>Progressive Web App</i>
SGBD	- Sistema de gerenciamento de banco de dados
SIG	- Sistema de Informação Geográfica
UCD	- <i>User Centered Design</i>
UI	- <i>User Interface</i>
UX	- <i>User experience</i>
UCM	- UFPR CampusMap
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
WFS	- <i>Web Feature Service</i>
WMS	- <i>Web Map Service</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	18
1.2 OBJETIVOS	19
1.2.1 Objetivo geral	19
1.2.2 Objetivos específicos	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 CARTOGRAFIA NO CONTEXTO MÓVEL	21
2.2 MOBILE FIRST	29
2.3 UX	32
2.4 ENGENHARIA DE REQUISITOS	40
2.5 UFPR CAMPUSMAP	46
2.6 ABORDAGENS PARA DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES MÓVEIS	50
2.6.1 Abordagem Nativa	51
2.6.2 Abordagem Híbrida	52
2.6.3 Abordagem Progressive Web App (PWA)	53
2.6.4 Comparação entre abordagens	54
3 METODOLOGIA	56
3.1 MATERIAIS	57
3.2 CONTEXTO – UCM	58
3.3 ELICITAÇÃO E ANÁLISE REQUISITOS	59
3.3.1 Reuso de requisitos	60
3.3.2 Brainstorming	60
3.3.3 Proto-personas	61
3.4 ESPECIFICAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO DOS REQUISITOS	62
3.4.1 História de usuário	62
3.4.2 Casos de uso	63
3.4.3 Documento de requisitos	63
3.5 VALIDAÇÃO DOS REQUISITOS	64
3.5.1 Prototipação	65
3.6 ABORDAGENS DE IMPLEMENTAÇÃO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS	67
4 RESULTADOS	69
4.1 REUSO DE REQUISITOS	69
4.2 BRAINSTORMING	70
4.3 PROTO-PERSONAS	70
4.4 HISTÓRIAS DE USUÁRIOS	73
4.5 DIAGRAMA DE CASOS DE USO	75
4.6 DOCUMENTO DE REQUISITOS	76
4.6.1 Requisitos não funcionais	77
4.6.2 Requisitos funcionais	78

4.7	PROTÓTIPO	80
4.7.1	Formulário	80
4.7.2	Wireframe	84
4.7.3	Protótipo de alta fidelidade	87
4.7.4	Comparativo de interfaces	97
4.8	CONSIDERAÇÕES SOBRE ABORDAGEM DE DESENVOLVIMENTO	104
5	CONCLUSÕES	106
6	REFERÊNCIAS	109
	APÊNDICE 1 - DOCUMENTO DE REQUISITOS	114

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a estatística apresentada pelo *Statcounter Global Stats* (2022) o acesso à *internet* no mundo tem sido constantemente maior em dispositivos móveis do que em *desktop* desde dezembro de 2020. No primeiro trimestre de 2023 já são mais de 11 bilhões de conexões móveis no mundo, sendo mais de 5,4 bilhões de usuários globais exclusivos de dispositivos móveis (GSMA, 2023).

Para atender a demanda de visualizações em dispositivos móveis, os *sites* deixaram de ser projetados somente para o *desktop* e passaram a ser “ajustáveis” para telas menores, o que se denomina de *design* responsivo. O *design* responsivo se adequa ao meio e ao tamanho do dispositivo e considera-se que é mais fácil e efetivo projetar uma vez e marcar as diferenças para as diferentes plataformas (MULLINS, 2015). Ajustar a visualização de uma interface projetada em uma tela maior para telas menores deixa de ser uma tarefa simples quando se considera a condensação de todo o conteúdo presente em um espaço maior para um espaço menor, o que faz com que o *design* responsivo não seja a melhor solução para atender a visualização por meio de todos os dispositivos, principalmente os móveis.

Ao se projetar para o dispositivo móvel primeiro, isto é, utilizando o conceito de *Mobile First*, os desenvolvedores precisam priorizar dados e conteúdos mais importantes, e conseqüentemente simplificar o acesso às tarefas que os usuários desejam realizar. Deste modo deve-se reduzir a quantidade de funções e textos, mantendo apenas o necessário, de modo a reduzir ruídos e poluição da tela e garantir uma experiência melhor para o usuário (WROBLEWSKI, 2009).

Assim como houve o aumento no uso de dispositivos móveis, os mapas também passaram a ser cada vez mais visualizados por meio desses dispositivos, quando comparado com outras plataformas ou formatos. Porém, os produtos cartográficos não costumam ser projetados para atender a expectativa dos usuários em uma plataforma móvel. Mesmo os mapas interativos projetados para a *web* não costumam ser pensados para atender primariamente os dispositivos móveis (ROTH, 2019).

De acordo com Chittaro (2006) as limitações de dispositivos móveis são diversas, e quando comparadas a dispositivos *desktop* existem as seguintes diferenças: telas limitadas por conta do tamanho, resolução e cores, *hardware* menos potente, periféricos e técnicas de entrada diferentes, conectividade lenta, variedade de forma entre os diferentes dispositivos e falta de bibliotecas gráficas de alto nível. Devido a estas limitações, aplicativos de visualização que foram planejados e desenvolvidos para dispositivos *desktop* necessitam de um maior esforço para serem adaptados para os dispositivos móveis.

Os dispositivos móveis estão cada vez mais providos de sensores e serviços que aumentam o seu potencial funcional. Os *smartphones*, por exemplo, possuem acelerômetro, giroscópio, magnetômetro, *GPS*, sensores biométricos e entre outros (NIELD, 2020). Muitos laptops vêm com reconhecimento de geolocalização, câmera e microfone, porém eles tendem a ficar estacionários durante o uso. É a mobilidade dos telefones e tablets que faz com que o potencial interativo desses sensores seja ampliado (HORAK et al., 2021). A mobilidade resulta em novos recursos, como a capacidade de interagir com os dados e levar conjunto de dados complexos para o campo de modo a oferecer maior flexibilidade para mapas e cartógrafos (DILLEMUTH, 2005). De acordo com Abraham (2019) os mapas móveis suportam formas de interatividade digital diferentes de outras mídias de mapeamento devido à interação ser baseada em toque e possuir mecanismos de *feedback* exclusivos como o tátil e vibração.

De acordo com Mullins (2015) várias das tendências relacionadas a experiência do usuário (UX) estão concentradas em *Mobile First* como, por exemplo, o uso de métodos ágeis para o gerenciamento de projetos. Para Abras, Krichmar e Preece (2004) *User Centered Design (UCD)* é o termo que se refere ao processo de *design* em que os usuários finais influenciam em seu desenvolvimento. A participação dos usuários é importante para entender suas necessidades e expectativas, tornando o produto final mais eficiente e eficaz contribuindo para a satisfação dos usuários. Esta participação pode ocorrer de diversas formas e em diferentes momentos do desenvolvimento como por exemplo durante a coleta de requisitos e em testes de usabilidade.

O UFPR CampusMap (UCM) é um WebSIG que provê informações *outdoor* e *indoor* dos campi da UFPR, que visa auxiliar o usuário na localização e interação dos recursos existentes na universidade a partir de uma base de dados atualizada dos campi (MARTINS, 2021). O projeto UFPR CampusMap é desenvolvido pelo Centro de Pesquisas Aplicadas em Geoinformação da UFPR (www.cepag.ufpr.br) que gere outros projetos de atualização da base cartográfica da UFPR e também a manutenção e ampliação da rede de referência topográfica dos campi da universidade. Estes dados são obtidos a partir de levantamentos topográficos e aerolevantamentos, além de levantamento in loco de geometria e atributos (LIMA, 2020).

O UCM foi testado nos quesitos de eficácia, eficiência e satisfação e a partir deste estudo constatou-se que os usuários encontraram maiores dificuldades para interagir via dispositivo móvel do que ao interagir via *desktop* (MARTINS, 2021). Atualmente o UCM é uma aplicação *web* responsiva, ou seja, não existe uma versão desenvolvida exclusivamente para dispositivos móveis. Todas suas funcionalidades são correspondentes a uma aplicação *web* desenvolvida para o *desktop*, mesmo que seja acessada e utilizada por usuários via dispositivos móveis. Sendo assim, a experiência do usuário móvel não é satisfatória ao comparar o seu uso no *desktop* e os recursos disponíveis nos dispositivos móveis não são aproveitados deixando de conter funcionalidades que os usuários possam desejar.

Assim, considerando que a versão *mobile* do UCM não foi projetada especificamente para este tipo de dispositivo, entende-se que a experiência do usuário ao utilizá-la pode ficar comprometida. Desta forma, este trabalho visa a proposição de uma versão desenvolvida primeiramente para dispositivos móveis considerando os requisitos funcionais e não funcionais necessários à aplicação, a partir dos recursos e limitações presentes nestes dispositivos.

1.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com Roth (2019), *Mobile First* está relacionado a experiência do usuário otimizando as limitações tecnológicas dos dispositivos móveis, sendo estas:

tela pequena de visualização, capacidade de armazenamento e pouca memória, conectividade, largura de banda reduzida, vida útil da bateria e interação pós-WIMP. Logo, este conceito considera primeiro a experiência de usuário mais restrita, para depois adaptá-lo a casos de uso mais flexíveis.

No estudo realizado a respeito do uso do WebSIG UFPR CampusMap via dispositivo *desktop* e dispositivo móvel, foi evidenciado que os usuários que utilizaram os dispositivos móveis para acessar e interagir com o UCM apresentaram mais dificuldades do que os usuários que utilizaram o *desktop*. Dentre as conclusões dos resultados obtidos através da aplicação dos testes de usabilidade, foi afirmado que os usuários que utilizaram dispositivos móveis demandam maior esforço mental. Para estes, a eficácia na solução das tarefas propostas foi inferior à dos que utilizaram o *desktop* e o desempenho dos usuários de dispositivos móveis foi inferior em comparação aos usuários de *desktop* (MARTINS, 2021).

Sabendo das limitações encontradas no uso de aparelhos móveis e que os usuários do UCM encontram dificuldades para fazer uso do WebSIG por meio destes dispositivos, se faz necessário pensar uma proposta que forneça ao usuário uma experiência satisfatória, também aproveitando dos sensores existentes nestes dispositivos que possibilitam o acréscimo de novas funcionalidades ao sistema. Deste modo, parte-se da hipótese que com o desenvolvimento de uma versão *Mobile First* para o UCM a experiência do usuário será aprimorada.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Propor a versão *Mobile First* do WebSIG UFPR CampusMap.

1.2.2 Objetivos específicos

- Utilizar das técnicas de engenharia de requisitos para elicitación e análise de requisitos do sistema a ser proposto;
- Elaborar documento de requisitos;
- Validar os requisitos levantados para o sistema proposto pelo método de prototipagem;
- Criar protótipo de alta fidelidade da interface do usuário.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão apresentados conceitos necessários para a realização desta pesquisa.

2.1 CARTOGRAFIA NO CONTEXTO MÓVEL

Dillemuth (2005) apontava a necessidade de pesquisas a respeito de como as pessoas interagem com mapas digitais, segundo a autora, os mapas seriam cada vez mais utilizados em pequenos monitores em contextos móveis para atender diversos propósitos em ambientes diferentes e testou o desempenho de pessoas no uso de mapa digital para navegação em dispositivo móvel a fim de avaliar a generalização do mapa para monitores de computador portátil em um contexto móvel, sendo o dispositivo um tablet. Nesta pesquisa as pessoas seguiram rotas marcadas em dois níveis de generalização: uma fotografia aérea e um mapa simplificado e classificado da fotografia aérea. As interações possíveis eram apenas mover o mapa para os lados, para cima e para baixo através de cliques em botões nas extremidades do mapa e fazer zoom in e zoom out, também através de cliques em botões. O uso de *GPS* para a localização do usuário foi indicado pela autora como um próximo passo importante para ser investigado. A mesma autora afirma que com o uso de *SIG* para a representação de mapa para dispositivo móvel torna o potencial e a quantidade de informações para exibição ilimitadas.

Goulimis, Spanaki e Tsoulos (2003) apresentam um conceito de sistema de exibição cartográfica baseado em contexto em dispositivos móveis. Este sistema apresenta o potencial de fornecer ao usuário de dispositivos móveis exibições cartográficas adequadas e interfaces adaptáveis que possam acomodar-se ao usuário enquanto este se move, isto é, a exibição e a estrutura do mapa são adaptadas automaticamente para que a informação adequada seja comunicada. Esse conceito de sistema móvel sensível ao contexto contribui com a satisfação do usuário, uma vez que proporciona uma interação amigável e um serviço

personalizado. Para que este tipo de informação baseada em contexto seja alcançado, o elemento mais importante é a posição geográfica e este elemento é disponibilizado através de sensores eletrônicos de posicionamentos, como por exemplo, receptores GPS que se encontram em dispositivos móveis.

De acordo com Goulimis, Spanaki e Tsoulos (2003) os mapas desempenham um importante papel em aplicação *LBS - Location Based Services*, por se tratar de um meio eficiente de comunicação de informações espaciais, tais como informações sobre fenômenos, eventos e incidentes relativos ao espaço geográfico. De acordo com Ricker e Roth (2018) aplicações LBS permitem personalizar mapas e informações com base na localização do usuário. Os mapas são muito importantes para os serviços baseados em localização (LBS), que são aplicações de grande relevância dos dispositivos móveis (CHITTARO, 2006).

De acordo com Dillemath (2005) o uso de mapas digitais em dispositivos móveis que possuem tela pequena apresenta novos recursos e desafios que são diferentes do uso de mapas em papel em um ambiente móvel ou da visualização de mapas digitais em computadores de mesa. A visualização em dispositivos móveis precisa de uma abordagem distinta da visualização tradicional pensada para o *desktop*. A visualização é um componente importante de aplicativos desenvolvidos para o ambiente móvel que permite que estes sejam mais úteis, intuitivos e produtivos (CHITTARO, 2006). Embora os mapas em dispositivos móveis estejam muito presentes no cotidiano das pessoas, poucas são as diretrizes que foram definidas e testadas sobre o *design* de mapas nesses dispositivos, sendo estas resultantes de tentativa e erro e, normalmente os mapas desenvolvidos para dispositivos *desktop* não costumam ser adaptado para dispositivos móveis (DAVIDSON, 2014).

Davidson (2014) realizou um experimento utilizando o mapa interativo do campus da Universidade de Wisconsin-Madison como estudo de caso a fim de investigar restrições de *design*, fornece informações sobre como projetar mapas para dispositivos móveis e criar uma experiência positiva para o usuário. O autor indica como tema para pesquisa futura a análise do impacto de diferentes decisões de *design* no desempenho do mapa móvel, tais como escolha de cores, tipo de rótulos ou posicionamento de rótulos, pois são decisões de projeto de mapa que

podem afetar o desempenho, a preferência geral e a experiência emocional de um usuário. Outro tema de pesquisa indicado pelo autor é a respeito da interface fornecida ao usuário para interagir com um mapa móvel. Davidson (2014) também fornece considerações para o *design* de mapa móvel, como por exemplo: pontos de referências salientes representados no mapa base a fim de garantir que o usuário consiga identificá-los ao utilizar o mapa móvel; projeto para uso em situações climáticas (temperatura, quantidade de luz solar); mapas de maior escala para mapas móveis que suportam uso de pedestres; priorizar a presença de rótulos em todas as opções de mapa base; disponibilizar orientações em áudio durante navegação, inicializar a visualização do mapa com a opção de mapa base mais abstrato e depois permitir que o usuário altere para opções mais detalhadas e entre outras considerações.

Roth et al. (2018) também relataram sobre o projeto e avaliação do Global Madison, um mapa móvel que oferece suporte ao ensino e aprendizagem sobre globalização e apresentaram considerações de *design* para mapas móveis. Entre estas considerações estão: concentrar-se em questões críticas que podem deixar os usuários perdidos, pois o dispositivo móvel impõe uma série de restrições de *hardware* no *design* de mapas móveis, como por exemplo, duração de bateria; acrescentar *LBS* com mapeamento tradicional e reforçar a associação cognitiva entre o mapa e a paisagem com pontos de referências salientes na paisagem.

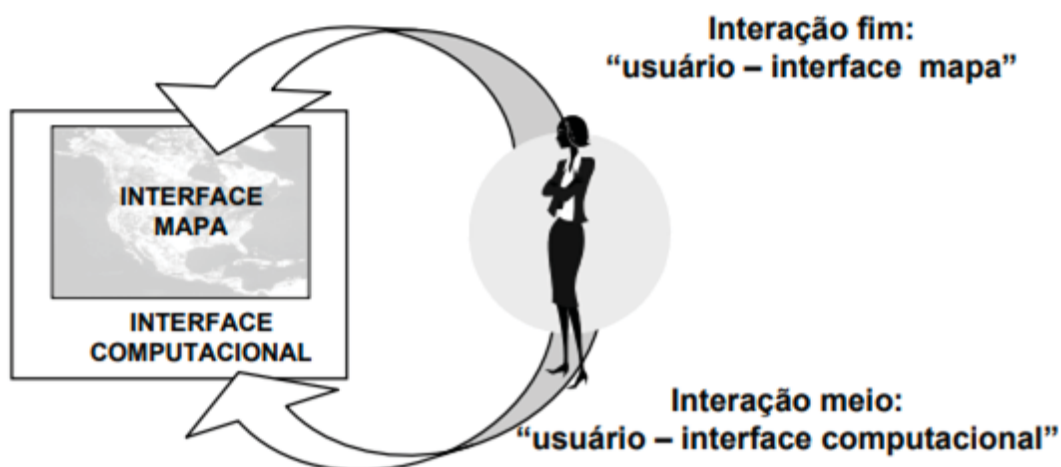
Loeffler et al. (2020) apresentam o processo de *UX design* para o *Flyover Country*, um aplicativo de mapeamento móvel gratuito que visualiza recursos de dados públicos sobre geologia e história da Terra, onde os usuários acessam e salvam informações enquanto viajam. O *Flyover Country* é um aplicativo móvel híbrido construído usando o Ionic *Framework*. Os autores revelaram vários *insights* para projetar, desenvolver e refinar mapas móveis e apresentaram uma discussão sobre representação e interatividade que são duas áreas fundamentais do *UX design* de mapa móvel.

De acordo com Sluter, Van Elzaker e Ivánová (2016) os requisitos do usuário para análise espacial em sistemas de geoinformação ditam o nível de generalização das geoinformações que podem ser armazenadas e exibidas, sendo também importantes para a escolha de *hardware* e *software* para execução do

projeto do sistema a ser desenvolvido. O meio de exibição é um limitante para as características da simbologia utilizada, devido às dimensões de tela do dispositivo utilizado para o acesso do usuário ao sistema de geoinformação. A legenda é um dos itens que são condicionados ao meio de exibição, pois esta deve ser definida com base em elementos específicos, como por exemplo, layout e posição, uma vez que ela é entendida como um componente diferente da simbologia e pode ter seu projeto dificultado pelas dimensões de tela do dispositivo utilizado pelo usuário.

De acordo com Maziero (2007) o usuário de mapas interativos lida com dois tipos de interação, que são: a interação com a interface computacional e a interação com o próprio mapa. Os aspectos da interface computacional indicam como o usuário deve interagir no mapa interativo e os aspectos da interface mapa relacionam os usos dos mapas. O mapa é parte da interface de um mapa interativo, logo os componentes de uso do mapa se integram aos componentes de interação computacional do mapa interativo. Deste modo, entende-se que é necessário fazer considerações conjuntas e não pensar isoladamente no mapa e na interface computacional. Porém, mesmo que a interface computacional e o mapa se complementem em algumas ações, ainda assim o mapa permanece sendo o elemento principal e requer um projeto detalhado. É possível dividir a interação do usuário em dois momentos: interação com a interface mapa e interação com interface computacional (MAZIERO, 2007).

FIGURA 1 - INTERAÇÃO DO USUÁRIO COM MAPA INTERATIVO



FONTE: Maziero (2007)

Para Sergieieva (2022) em um SIG é possível representar dados espaciais na tela de forma dinâmica e interativa. Nele é possível interagir arrastando o mapa, alterando o zoom, alternar camadas de dados, clicar em objetos, realizar consultas, fazer medições e entre outras funcionalidades.

De acordo com Lange e Plass (2008) não existe uma definição precisa de WebSIG. Um WebSIG fornece funcionalidades SIG acessível através de um navegador *web*, tornando possível disponibilizar informações geográficas para um grande público. O WebSIG fornece funcionalidades para aplicativos e serve como ferramenta para distribuição e uso de dados geoespaciais de forma que os usuários tenham acesso sem a necessidade de adquirir um *software* proprietário. WebSIG especializados podem fornecer ferramentas avançadas e para fins específicos como por exemplo avaliação de uma situação ecológica (NOSKOV; ZIPF, 2018).

De acordo com Lima (2020) um Sistema de Informação Geográfica *Web* (WebSIG) deve ser projetado de acordo com a finalidade de cada aplicação, pois para cada aplicação são definidas funcionalidades que estarão disponíveis ao usuário juntamente com os dados de interesse. O desenvolvimento de um WebSIG está relacionado a representação cartográfica, devendo ser suportada pelo projeto de *software* para sua elaboração. A arquitetura para o desenvolvimento de uma aplicação web é do tipo cliente-servidor, onde o processamento da aplicação possui a parte responsável pela manutenção dos dados (servidor) e a parte responsável pelo uso (cliente).

De acordo com Noskov e Zipf (2018) um dos desafios mais importantes para os aplicativos WebSIG modernos é fornecer *design* responsivo para diferentes dispositivos, tais como computadores *desktop*, *laptops*, *tablets* e *smartphones*. O front-end deve ser familiar e confortável para o usuário, e para isso se desenvolve de maneira responsiva, assim os vários dispositivos podem renderizar corretamente as páginas web oferecidas. *Web Design* responsivo é o termo utilizado para o conjunto de técnicas aplicadas ao *layout* tornando possível que um *website* se adapte a qualquer dispositivo ou dimensões de tela (HARB et al., 2011).

De acordo com Serrano, Hernantes e Gallardo (2013) aplicativos da *web* se referem aos aplicativos projetados para funcionar em navegadores de computadores *desktop*, enquanto o termo *web* móvel descreve um *site* específico para que o

conteúdo seja entregue especificamente para dispositivos móveis. Os aplicativos desenvolvidos na abordagem *web* móvel tendem a ter sensação e toque melhores do que a *web* responsiva, pois renderiza os controles da *UI* (botões, seletores e caixas de texto) de forma semelhante a um aplicativo nativo. Porém, utilizar a abordagem *web* móvel torna necessário manter *sites* diferentes, um para dispositivos móveis e outro para computadores *desktop*.

Horak et al. (2021) tratam a respeito de *design* responsivo de visualização de dados para dispositivos móveis, onde o termo responsivo se refere a aspectos de visualização que se adaptam a diferentes fatores, como ambiente, contexto de uso, dados ou requisitos de usuário. De acordo com Horak et al. (2021) a heterogeneidade dos dispositivos móveis (*smartphones*, *tablets* e *smartwatches*) torna quase impossível projetar soluções de visualização de tamanho único e por este motivo o *design* responsivo é um modo de manter o custo de desenvolvimento baixo ao atender às necessidades de diferentes dispositivos e contextos de uso.

De acordo com Horak et al. (2021), os principais desafios e oportunidades de pesquisas relativas ao *design* de visualização responsiva são: investigar e expandir as estratégias e práticas descritas na literatura e propor um conjunto de diretrizes baseadas em evidências sobre projetar e evitar problemas ao se projetar uma visualização responsiva primeiramente; incorporar diretrizes de *design* de visualização responsiva ou heurísticas em ferramentas de autoria; identificar estratégias de visualização responsivas para novos dispositivos como, por exemplo, telas dobráveis/flexíveis e entre outros. A respeito de interação com dispositivos móveis Horak et al. (2021) sugerem como temas para pesquisas: interação com visualização em *smartwatches*, interação do olhar, interação de pose e pegada, realidade aumentada móvel e novos dispositivos móveis.

O usuário pode interagir com seus dados pessoais através do dispositivo móvel como: sua localização, dados de saúde e atividade, finanças pessoais e previsão do tempo local (HORAK et al., 2021). Segundo Brehmer et al (2018) os aplicativos para monitorar dados pessoais de saúde, viagens e finanças são projetados para uso móvel ou com uma mentalidade *mobile-first*. Uma abordagem *mobile-first* pode ser *web* móvel, aplicativos móveis nativos ou ambos (MULLINS, 2015)

Abraham (2019) em sua pesquisa buscou responder como os *smartphones* permitem e restringem os mapas móveis e como os mapas móveis estão sendo projetados atualmente neste contexto de restrições e capacidades desses dispositivos. O quadro 1 apresenta as capacidades de mapeamento móvel relacionadas ao *design* físico de *smartphones*.

QUADRO 1 – CAPACIDADES DE MAPEAMENTO MÓVEL RELACIONADAS AO DESIGN FÍSICO DE SMARTPHONES

Capacidade	Código	Definição
Interatividade	Alto falante	Dispositivo incluído em um smartphone que produz saída de áudio para ser ouvido pelo ouvinte.
	Microfone	Dispositivo incluído em um smartphone que capta áudio e converte as ondas sonoras em sinal elétrico.
	<i>Bluetooth</i>	Tecnologia de comunicação de ondas curtas que pode ser usada para conectar <i>smartphones</i> a outros dispositivos habilitados para Bluetooth.
	Vibração	Um tipo de alerta de smartphone em que o dispositivo é movido fisicamente por um pequeno motor elétrico interno.
	Visualização tátil	A codificação de informações através do toque.
Mobilidade	Sensores de Localização	Sensores de <i>smartphones</i> que aprimoram seus recursos de reconhecimento de localização.
	Acelerômetro	Sensor de localização que detecta a rapidez com que um dispositivo está se movendo
	Giroscópio	Sensor de localização que detecta o <i>pitch and roll</i> do dispositivo
	Bússola	Sensor de localização que detecta a direção cardinal para a qual o dispositivo está apontando
	Barômetro	Sensor de localização que pode detectar mudanças de elevação
GPS	Receptor <i>GPS</i>	Sensor de localização que detecta a localização do dispositivo usando <i>GNSS</i>
	<i>GNSS</i>	<i>Global Navigation Satellite System</i> , uma rede de satélites usada para triangular a localização do usuário
	<i>A-GPS</i>	<i>GPS</i> assistido, um sinal de <i>GPS</i> que foi aumentado com <i>Wi-Fi</i> ou dados de celular para melhorar a precisão da localização.

Fonte: Adaptado de Abraham (2019)

Abraham (2019) sugere que mais pesquisas sejam realizadas abordando os seguintes temas: estudos de usuários para entender as convenções de projeto em mapas móveis e sua relação com as expectativas, engajamento e usabilidade do usuário; Realidade Aumentada (AR) e o uso de câmeras no mapeamento.

De acordo com Roth (2019) o projeto cartográfico para dispositivos móveis sendo pensado primeiramente para o *mobile (mobile-first)* possui algumas questões de pesquisa em aberto que são: projeções, escala e generalização, simbologia e a interface.

As questões levantadas por Roth (2019) em seus respectivos tópicos são:

- Projeção

Como projeções egocêntricas em mapas móveis impactam a aquisição de conhecimento espacial?

Quais técnicas de visualização de foco + contexto são úteis para o projeto cartográfico *mobile first*?

Como as projeções egocêntricas devem responder a dispositivos não móveis?

- Escala e generalização

Como generalizar mapas móveis?

Qual nível de detalhe é apropriado para a realidade aumentada móvel?

Como generalizar consistentemente mapas móveis para navegação *indoor* e *outdoor*?

A generalização cartográfica deve depender da velocidade em que o usuário se move com o mapa e não da escala para a cartografia *mobile-first*?

- Simbologia:

Como melhorar o *design* da cartografia de hambúrguer (a sobreposição de camadas de dados sobre um conjunto de mapas base)? Este tipo de representação exige que sejam repensados os princípios de simbolização, tipografia e hierarquia visual para melhorar o design *mobile-first*.

O que é o projeto de mapa temático *mobile first*?

Como a simbolização multimodal, não intrusiva e não visual pode ser usada em mapas móveis?

- Interface

Qual é a eficácia das soluções de interface do usuário emergentes para operadores de interação móvel?

Quais interações de mapa móvel podem ser realizadas por movimentos físicos ou de avatar, em vez de exigir uma interface do usuário adicional no mapa?

Como projetar experiências cartográficas inclusivas *mobile first*?

2.2 MOBILE FIRST

O crescente número de usuários de dispositivos móveis muda o foco de desenvolvimento *web* para uma abordagem *mobile first*, que se trata de uma mudança de paradigma para projetar e implementar os aplicativos primeiro para dispositivos móveis e depois adaptá-los progressivamente para outros dispositivos. Deste modo, o projeto inicia-se em uma resolução de tela móvel como referência e é aprimorado progressivamente utilizando consultas de mídia para se adaptar a outros contextos (PRAKASH, 2020).

O conceito *Mobile First* foi proposto pelo especialista em interface Luke Wroblewski em 2009 (BARBOSA; PORTO, 2015; VARRELA, 2015). Wroblewski (2009) citou 3 razões pelas quais os aplicativos da *web* deviam ser projetados primeiro para dispositivos móveis que são: o aumento de acesso à *web* através do crescente uso de celulares; necessidade de se concentrar somente nos dados e ações mais importantes em um aplicativo devido ao espaço limitado da tela e, os recursos e sensores presentes nos dispositivos móveis permitindo o desenvolvimento de aplicativos com reconhecimento de contexto.

Segundo Lima (2022) o conceito *mobile first* se refere ao desenvolvimento de *sites* e aplicativos focados na versão móvel, priorizando a estrutura e funcionalidades a serem utilizadas no dispositivo móvel. Para Ricker e Roth (2018) *mobile first* é uma abordagem onde os *designers* começam desenvolver a visualização em telas pequenas e depois expandem para telas maiores, pois os dispositivos móveis apresentam maiores restrições na entrega de conteúdo, layout e estilo. De acordo com Wroblewski (2012) desenvolver para dispositivos móveis requer atenção para as restrições que eles possuem. Uma das restrições é o espaço de tela reduzido, onde somente as informações necessárias devem ser consideradas e isso requer um esforço maior dos desenvolvedores para decidir quais são os conteúdos e as funcionalidades realmente importantes. Esse esforço não é em vão, pois garantir que o usuário tenha mais facilidade de interagir com o que ele realmente precisa, também é uma vantagem na interação em dispositivo *desktop*, e esse é um motivo de se pensar em *mobile first*.

Mullins (2015) diz que o *design* mais enxuto utilizado para dispositivos móveis também pode ser apropriado para *sites* de grande formato. De acordo com Hernández-Nieto, Sánxhez e Salinas (2015) a estratégia de *design mobile first* considera que o conteúdo do *site* deve ser construído com as partes indispensáveis e nos menores tamanhos de dispositivos para que um novo layout contendo o conteúdo crucial seja gerado para diferentes *viewports*. O *web design* responsivo permite a adaptação dos layouts em diferentes dispositivos e deste modo pode-se definir primeiro uma experiência móvel e adaptar progressivamente o layout à medida que os recursos dos dispositivos mudam. Projetar e adaptar o layout inclui o reposicionamento de elementos, o aumento do tamanho de imagens e elementos ou a remoção destes (WROBLEWSKI, 2012). *Mobile First* associado ao *web design* responsivo é uma prática eficaz e viável para o desenvolvimento *web* destinado a dispositivos móveis (BARBOSA; PORTO, 2015).

Os dispositivos móveis estão em constante desenvolvimento e cada vez mais recursos estão disponíveis para serem utilizados nas aplicações desenvolvidas para atender às necessidades dos usuários (WROBLEWSKI, 2012). Muitos dispositivos móveis possuem acelerômetros, sensores de luz, sensores de pressão e câmeras que permitem detectar eventos como mudanças de posição e orientação no espaço, a pegada e postura da mão do usuário, eventos de toque com níveis

variados de pressão e a aparência de um rosto. Os dispositivos móveis também possuem microfones que permitem que o usuário fale, grave e experimente o áudio. Também fornecem *feedback* háptico ou vibrotátil como meio de fornecer notificações ou de indicar que uma interação foi reconhecida pelo dispositivo. Os dispositivos móveis também possuem rastreamento de geolocalização via *GPS*, *WiFi* e *Bluetooth* (HORAK et al., 2021)

Prakash (2020) diz que o projeto de *sites* para celular se difere do projeto de *sites* para *desktop* além de termos visuais, pois também há a característica de tamanho de tela, falta de dispositivos apontadores (exemplo: *mouse*), velocidades limitadas de download e upload e diferença nos objetivos do usuário. É importante considerar que dispositivos móveis são sensíveis aos toques, deste modo é importante garantir que os usuários possam acessar o *site* com as mãos, assim quaisquer ações que dependem do *mouse* no uso *desktop* precisam ser repensadas para a versão móvel (WROBLEWSKI, 2012).

De acordo com Prakash (2020) a abordagem *mobile first* deve fazer parte dos requisitos e do *design* da interface do usuário para todas as aplicações futuras, e este deve ser o padrão para a implementação de aplicativos. Para Harb et al. (2011) *mobile first* se refere ao projeto de *sites* para dispositivos móveis primeiro, cuidando de como o *site* estará em um navegador *mobile* e posteriormente, após adaptado para *desktop*, também fornecer uma ótima experiência ao usuário em ambos os navegadores *mobile* e *desktop*.

Para Voutilainen, Salonen e Mikkonen (2015) o *design* de interfaces para dispositivos móveis deve ser uma tarefa de alta prioridade e deve estar no início do desenvolvimento de aplicativos da *web*, pois o *design* de interface na perspectiva *mobile first* torna as interfaces para dispositivos de dimensões maiores mais fáceis de implementar. Aktan e Wiren-Hallqvist (2014) desenvolveram um guia de *design* para *e-commerce* usando do conceito *mobile first* e criaram um protótipo da interface de *site e-commerce* e então constataram que a abordagem *mobile first* é uma boa estratégia para priorizar conteúdos e criar exibições para diferentes tipos de tela. Silva (2015) desenvolveu uma aplicação de escrita colaborativa em tempo real, que pode ser utilizada nas plataformas *iOS* e *Android*, utilizando da metodologia *mobile first*. Varrela (2015) criou um *site* responsivo, sendo este um guia de arquitetura

baseado em localização, utilizando do conceito *mobile first* e atingiu bons resultados de usabilidade em dispositivos móveis. Zulkarnain (2019) aplicou a abordagem *mobile-first* para a de interface de um *website* de uma escola para atender as necessidades dos usuários e obteve melhora na usabilidade do sistema.

Os dispositivos móveis geralmente cabem na palma da mão dos usuários, sendo carregados com eles frequentemente, logo o contexto de uso é bastante diversificado, ou seja, ao acessar aplicações via dispositivos móveis, os usuários podem estar em meio a situações diversas influenciando na qualidade de sua experiência. Projetar *sites mobile first* torna a experiência do usuário melhor, pois pode considerar os mais restritivos contextos de uso, o que certamente também resultará em uma boa experiência em contextos de uso mais confortáveis (WROBLEWSKI, 2012).

2.3 UX

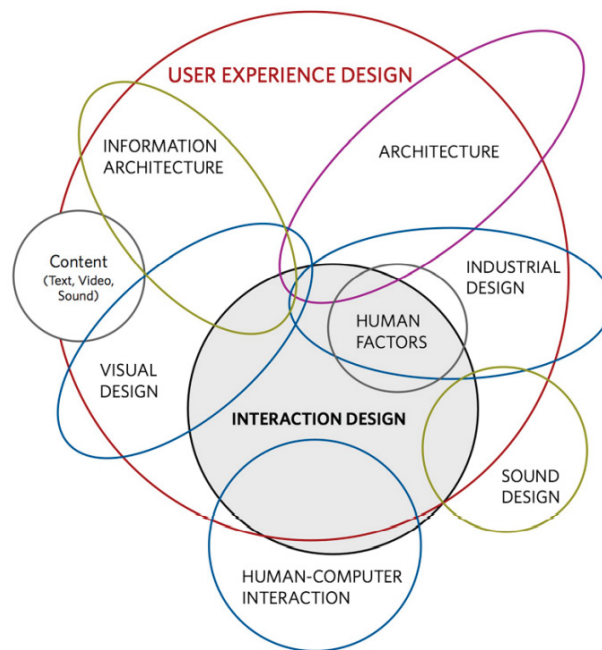
O termo experiência do usuário (*UX*) consiste na experiência geral relacionada à percepção, reação e comportamento do usuário ao interagir com o sistema (JOO, 2017). De acordo com Roth (2017) o *design* de experiência do usuário (*UX*) se refere ao conjunto de decisões que torna uma ferramenta interativa bem-sucedida. *User experience (UX)* se trata de como a pessoa se sente ao interagir com o sistema (NURPALAH et al., 2021). Mullins (2015) afirma que a *UX* deve estar presente em todo o projeto, desde o início do ciclo de vida do produto e constantemente iterada.

O *designer* de *UX* tem o papel de facilitar a tarefa do usuário e garantir que ele seja capaz de fazer uso do produto com o mínimo esforço para aprender como usá-lo. Envolver os usuários garante que o produto seja adequado para a finalidade pretendida e no ambiente de utilização, tornando os desenvolvimentos de produtos mais eficazes, eficientes e seguros. Este envolvimento torna possível que os *designers* consigam gerenciar as expectativas do usuário sobre o novo produto (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004). De acordo com Loeffler et al

(2021) os cartógrafos exercem a função de *designer* de *UX* devido ao fato de que a criação de mapas ser nitidamente focada para o usuário.

A disciplina *UX design* está relacionada a uma série de outras disciplinas, assim como é possível ver no diagrama construído por Dan Saffer (2007) apresentado na figura 2.

FIGURA 2 – RELAÇÃO DE DISCIPLINAS COM UX DESIGN



FONTE: Saffer (2007).

De acordo com Teixeira (2014) são subáreas do *UX design*: arquitetura de informação, usabilidade, *design* de interação, taxonomia, estratégia de *design* e pesquisa com usuários. Para Mullins (2015) *UX* é interdisciplinar e que em grupos como de engenharia, desenvolvimento, produto, criativo ou operacional, a *UX* pode abranger funções variadas. Mullins(2015) também lista algumas das principais áreas abordadas em *UX* que são: visual, informação, *web* e *design* de conteúdo, arquitetura de aplicativo, branding, criação e redação de conteúdo e análise entre outras.

Os 'entregáveis' de *UX design* têm como objetivo facilitar a comunicação entre os membros da equipe, documentar decisões e *insights* sobre as necessidades dos usuários e garantir o alinhamento da equipe sobre tudo que está

sendo criado. Os entregáveis variam de acordo com o projeto e costumam ser influenciados pelos processos e métodos de outras áreas relacionadas (TEIXEIRA, 2014). Para Mullins (2015) as entregas de *design* devem usar ferramentas e métodos que facilitem a implementação dentro do processo de *design* e desenvolvimento. O quadro 2 mostra alguns métodos e entregáveis utilizados por *UX designers*.

QUADRO 2 - MÉTODOS E ENTREGÁVEIS DE UX DESIGN

<p>Definição da estratégia</p> <p>Métodos utilizados no início do projeto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Blueprint Mapa que exhibe os pontos de contato entre consumidor e marca e os processos internos necessários para que a interação aconteça. ● Consumer Journey Map Diagrama que explora os múltiplos passos tomados pelo consumidor à medida que eles se engajam com o serviço. ● User Stories Detalhamento de cada tarefa que o usuário deseja cumprir ao interagir com o produto. ● Personas Personificação do público-alvo. ● Análise competitiva Análise dos produtos concorrentes que mapeia as funcionalidades existentes em cada um deles de forma comparativa ● Proposição de valor Método redutivo nos estágios iniciais da definição do produto que mapeia seus aspectos principais: o que o produto é, para quem ele foi criado e como/quando ele será usado. ● Entrevista com Stakeholders Roteiros de entrevista com os principais <i>stakeholders</i> de um projeto para coletar <i>insights</i> sobre os seus objetivos.
<p>Geração de ideias</p> <p>Métodos utilizados na etapa criativa para coletar ideias entre os membros da equipe</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Brainstorming Processo coletivo de geração de ideias. ● Moodboard Conjunto de imagens e referências que podem se transformar no estilo visual do produto em questão. ● Storyboards História em quadrinhos da série de ações que os usuários tomarão enquanto estão usando o produto. ● Fluxo do usuário Representação visual do fluxo do usuário para completar tarefas dentro do produto.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Análise de tarefas Detalhamento das informações e ações necessárias para que o usuário complete uma tarefa. ● Taxonomia Exploração em torno das múltiplas formas de categorizar conteúdo e informação.
<p>Planejamento do produto</p> <p>Métodos usados para planejar e desejar o produto</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Auditoria de conteúdo Listagem de todo o conteúdo disponível em um <i>site</i>. ● Análise heurística Análise minuciosa de um produto de boas e más práticas de <i>UX</i>, usando princípios conhecidos de <i>design</i> de interação. Ajuda a visualizar o estado atual do sistema em matéria de usabilidade, eficiência e eficácia da experiência. ● Sitemap Diagrama das páginas de um <i>site</i> organizadas hierarquicamente. Ajuda a visualizar a estrutura básica e a navegação entre as diferentes partes do sistema. ● Roadmap de funcionalidades Plano de evolução do produto, com as funcionalidades já priorizadas. ● Cenários e casos de uso Lista dos cenários possíveis enquanto os usuários estão interagindo com o produto. ● Análise métricas Análise dos números fornecidos por alguma ferramenta de métricas que dão <i>insights</i> sobre como os usuários interagem com o produto: número de cliques, tempo de navegação, palavras-chave buscadas etc.
<p>Pesquisa e validação</p> <p>Métodos para entender como o usuário pensa, o que espera do produto e como interage com ele.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Focus Group Painel de discussão com vários usuários sobre determinado assunto ou questão. ● Pesquisa quantitativa Questões que produzem um número como resultado. ● Teste de usabilidade Uma entrevista com o usuário, na qual pede-se a ele que realize uma série de tarefas em um protótipo ou no produto final. À medida que o usuário interage com o produto, o pesquisador faz anotações sobre seu comportamento e suas opiniões. Ajuda a validar fluxos, layouts e funcionalidades. ● Card Sorting Os usuários agrupam conteúdos e funcionalidades em categorias. ● Teste A/B

	<p>Disponibilizar duas versões diferentes do produto para diferentes usuários e ver qual delas tem melhores resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Eyetracking Tecnologia que analisa o movimento dos olhos do usuário à medida que ele interage com o produto. ● Análise de acessibilidade Estudo que mede se o <i>site</i> pode ser usado por qualquer pessoa, incluindo usuários com necessidades especiais.
<p>Desenho de interfaces</p> <p>Métodos que documentam como determinada tela deve funcionar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Sketches Forma rápida de rabiscar uma nova interface usando papel e caneta. ● Wireframes Guia visual que representa a estrutura da página, sua hierarquia e os principais elementos que a compõem. ● Protótipos Simulação da navegação e das funcionalidades de um <i>site</i>, pode ser composto por wireframes clicáveis ou layouts. ● Biblioteca de padrões Lista prática com exemplos dos padrões de interação que serão usados em todo o site.

FONTE: Adaptado de Teixeira (2014)

De acordo com Garret (2010) o *design* de interação descreve o possível comportamento do usuário e define como o sistema irá acomodar e responder a esse comportamento. A preocupação central do *design* de interação é a experiência do usuário (*UX*), tendo seu foco em desenvolver produtos interativos que sejam utilizáveis, isto é, fácil de aprender, eficaz de usar e que forneçam uma experiência agradável ao usuário. Para projetar produtos interativos é necessário considerar quem vai usá-los, como e onde eles vão ser usados e quais atividades que as pessoas estão fazendo ao interagir com os produtos, pois a adequação de diferentes interfaces e arranjos de dispositivos de entrada e saída depende dos tipos de atividades a serem suportadas (PREECE; SHARP; ROGERS, 2015).

De acordo com Roth (2017), a forma como muitos mapas são produzidos e acessados nos dias atuais é altamente interativa, pois são entregues de forma *on-line* e também por meio de dispositivos móveis. Logo, deve-se considerar a interação um complemento fundamental para a representação em cartografia e

visualização. Cabe então, aplicar os conceitos de *UI* e *UX* para o uso de produtos interativos, sejam estes baseados em mapas ou não.

Muitos dos produtos feitos para a interação com o usuário, tais como *smartphones* e *sites* de redes sociais, foram projetados principalmente pensando no usuário e eles tendem a ser fáceis e agradáveis de usar (PREECE; SHARP; ROGERS, 2015). O *design* centrado no usuário (*UCD*) é um termo que abrange filosofia e métodos que se concentram em envolver os usuários no projeto de sistemas computadorizados levando ao desenvolvimento de projeto mais satisfatórios e utilizáveis (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004). O *design* centrado no usuário (*UCD*) incorpora a perspectiva do usuário no processo de desenvolvimento do *software* para que o sistema resultante seja utilizável (MAGUIRE, 2001).

De acordo com Roth, Ross e MacEachren (2015) a falta de acesso aos usuários-alvo, falta de dinheiro e tempo para incluir os usuários e a crença de que os desenvolvedores e *designers* sabem mais que os próprios usuários, faz com que o projeto se desvincule da abordagem centrada no usuário. Porém, esta abordagem tende a economizar os recursos dos projetos ao invés de desperdiçá-los.

Em projetos *UCD*, os usuários são consultados sobre suas necessidades e também são envolvidos em momentos específicos durante o processo de *design*, isso normalmente ocorre durante a coleta de requisitos e em testes de usabilidade (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004). De acordo com Preece, Sharp e Rogers (2015) a usabilidade visa garantir que os produtos interativos sejam fáceis de aprender, eficazes de usar e agradáveis ao usuário, sendo ela dividida nos objetivos: eficácia, eficiência, segurança, utilidade, aprendizagem e memorabilidade.

De acordo com Garret (2010) *UCD* é a prática de criar experiências de usuários atraentes e eficientes, levando o usuário em consideração em todas as etapas do desenvolvimento do produto. O envolvimento ativo dos usuários finais do sistema é um dos principais pontos positivos do *design* focado no usuário, pois estes possuem o conhecimento do contexto no qual o sistema será utilizado (MAGUIRE, 2001).

Ao acessar um *site*, a primeira coisa que o usuário se depara é com a sua interface e ter um *design* de interface claro e atrativo é um fator de sucesso para um

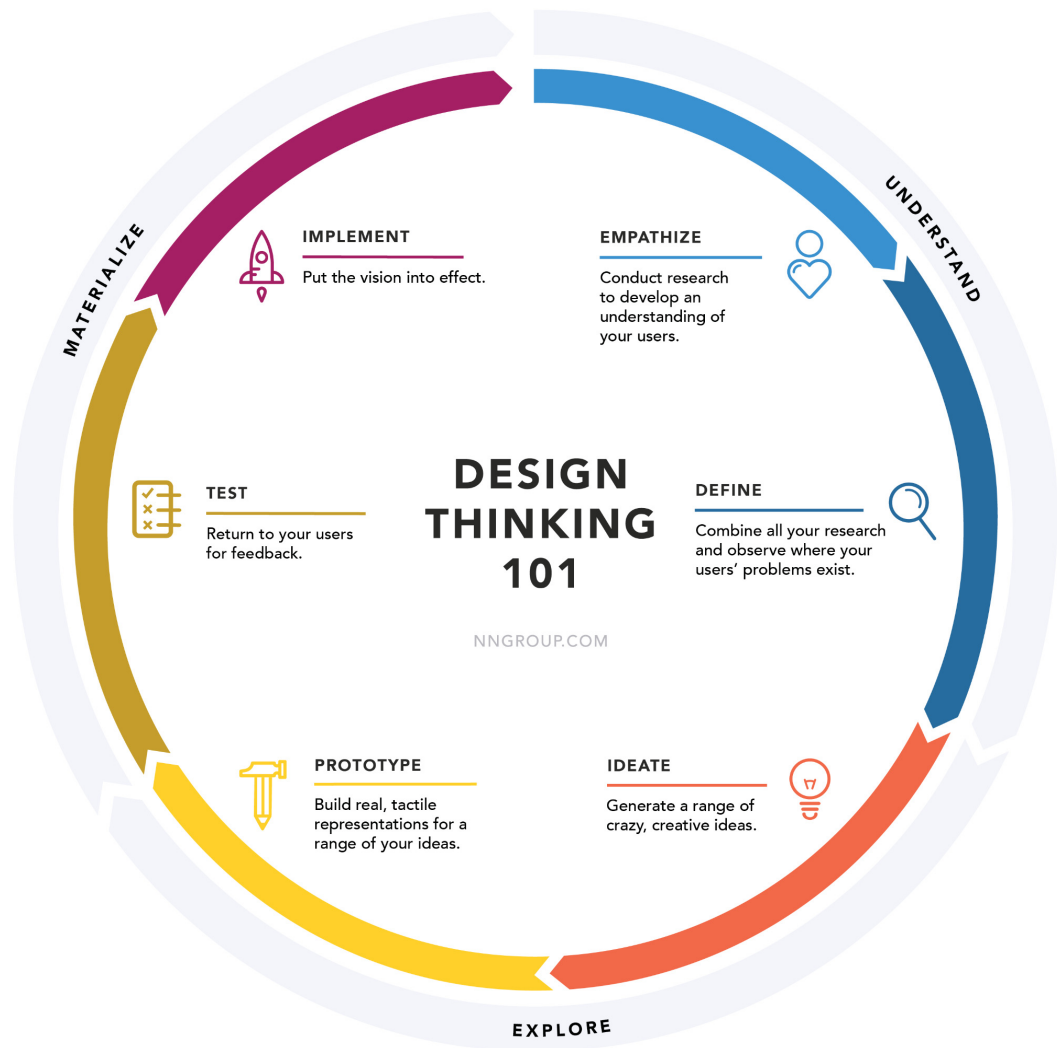
sistema de informação. Isso é possível graças ao *UI/UX design*. *User Interface (UI)* é o projeto de interface para máquinas e *softwares* (computadores, telefones celulares e demais dispositivos) com a função de conectar informações no sistema operacional (NURPALAH et al., 2021). De acordo com Roth (2017) o *design* da interface do usuário (*UI*) se trata do conjunto de decisões que leva ao desenvolvimento bem-sucedido de uma ferramenta interativa.

Interface de usuário (*UI*) é o meio pelo qual o usuário interage com o sistema através de comandos e técnicas para operar o sistema, acessar o conteúdo e inserir dados (JOO, 2017). A interface é uma ferramenta que permite, no mapeamento digital, o usuário manipular mapas e suas informações geográficas subjacentes e, a diferença de interação entre o *design mobile first* (onde se é possível tocar a tela com os dedos) e *pós-WIMP* (uso de janelas, ícones, menus e ponteiros) na cartografia interfere em como os *layouts* de interface são projetados (ROTH, 2017).

As interfaces possuem uma relação íntima entre *design* e interação (JOO, 2017). Segundo Mendonça (2013) as interfaces cartográficas possuem um potencial superior às representações analógicas no quesito de relação com os usuários, pois concede a eles um nível de interação mais profundo.

Design thinking consiste em uma abordagem de solução de problemas (NORMAN, 2013). De acordo com Nallan e Jaiswal (2019) o *design thinking* e o *design* centrado no usuário são muito semelhantes e se complementam ao serem aplicados em produtos e interfaces digitais, pois ambos possuem os mesmos princípios de empatia com o usuário. O processo de *design thinking* segue o fluxo de 1º Entender, 2º explorar e 3º materializar. Neste fluxo então contidas seis fases: empatizar, definir, idealizar, prototipar, testar e implementar (GIBBONS, 2016).

FIGURA 3 – FASES DO DESIGN THINKING



FONTE: NNGROUP (2016).

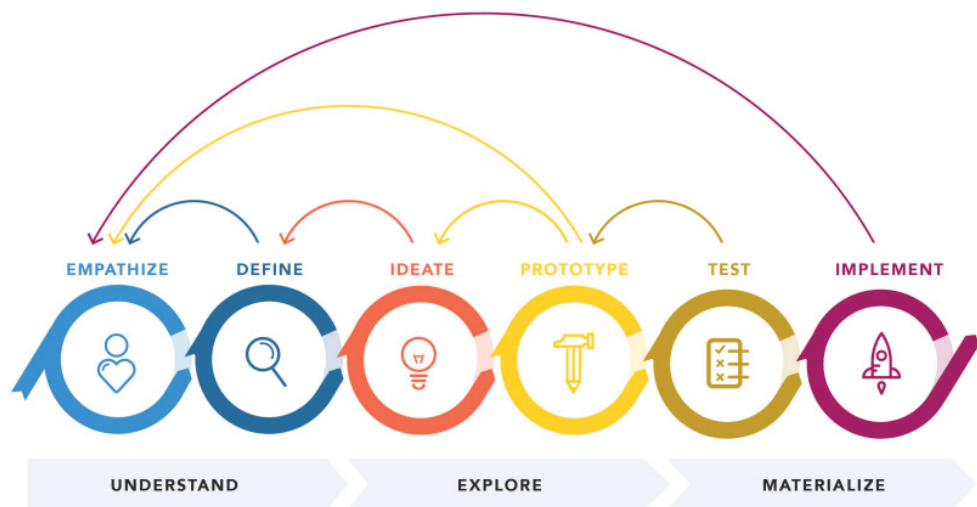
De acordo com Gibbons (2016) as fases do *design thinking* podem ser descritas da seguinte forma:

- Empatia: Fase para conduzir pesquisas com o objetivo de conhecer os usuários, isto é, o que fazem, dizem, pensam e como se sentem.
- Definir: Esta é a fase de, com base nas pesquisas da fase de empatia, identificar as necessidades dos usuários.
- Idealizar: Esta fase é o momento de reunir ideias (*brainstorming*) que atendam às necessidades dos usuários identificadas na fase anterior.
- Protótipo: Fase de construir representações reais e táteis das ideias.

- Teste: Fase de apresentar o protótipo aos usuários e obter *feedback*.
- Implementar: Fase de colocar em prática, transformar a ideia em algo real.

Cada fase do processo de *design thinking* pode ser interativa e cíclica (GIBBONS, 2016) como exemplificado na figura 4.

FIGURA 4 – EXEMPLO CÍCLICO E ITERATIVO DO DESIGN THINKING



FONTE: NNGROUP (2016).

2.4 ENGENHARIA DE REQUISITOS

A Engenharia de Requisitos é uma área da Engenharia de *Software*, sendo a etapa de criação e refinamento dos requisitos de *software* (SILVA; BENITTI, 2011). O processo de engenharia de requisitos resulta na especificação do sistema, que é realizada por quatro atividades distintas que são: elicitaco, anlise, documentaco e validaco (SLUTER; ELZAKKER; IVANOVA, 2016). O gerenciamento de requisitos é realizado a partir da identificaco de requisitos, gerenciamento de mudanas e rastreabilidade de requisitos (SILVA; BENITTI, 2011).

São poucos os trabalhos científicos que abordam e especificam a definição de requisitos para aplicações de geoinformação (SLUTER; ELZAKKER; IVANOVA, 2016). A elicitação de requisitos dos usuários fez parte da metodologia usada por Sluter et al. (2013) para a definição de símbolos padrão para mapas de rede viária para planejamento urbano. Ramos e Sluter (2017) utilizaram das técnicas de engenharia de requisitos para determinar como as características da informação geográfica devem ser consideradas e incluídas no projeto de interfaces usuários de um sistema de geoinformação projetado para um sistema de cálculo da contribuição de melhoria. Nubiato (2019) utilizou do processo de engenharia de requisitos para propor requisitos para aquisição de sistema de informações territorial por administrações públicas municipais. Sarot, Delazari e Camboim (2021) definiram os requisitos para os usuários a fim de construir um banco de dados espacial para representação e análise de ambientes internos.

As necessidades dos usuários influenciam diretamente na definição das ferramentas interativas contidas no sistema. A aplicação das técnicas de Engenharia de Requisitos melhora a qualidade do *software* e minimiza a ocorrência de erros no desenvolvimento (SLUTER; ELZAKKER; IVANOVA, 2016).

O termo 'requisito' se refere a uma definição detalhada e formal de uma função de um sistema. Os requisitos de usuários são declarações de quais serviços o sistema deve fornecer aos usuários e com quais restrições o sistema deve operar. Os requisitos de sistema são descrições detalhadas das funções, serviços e restrições operacionais do sistema de *software*, deste modo, o documento de requisitos do sistema define exatamente o que será implementado (SOMMERVILLE, 2001).

De acordo com Lindgaard et al. (2006) as listas de requisitos são uma das formas de documentar e apresentar resultado de análises das necessidades dos usuários. Lindgaard et al. (2006) afirmam que sem uma forma de priorizar os requisitos, facilmente poderão ser ignorados até mesmo os requisitos mais importantes para o usuário e dependendo de como os requisitos são expressos, poderá ser difícil a sua compreensão para o projeto. De acordo com Sommerville (2001) os requisitos de usuário são expressos em uma linguagem natural com diagramas, pois os seus leitores não costumam se preocupar com a forma como o

sistema será implementado, enquanto os leitores dos requisitos do sistema precisam conhecer o que detalhadamente o sistema fará porque geralmente estão envolvidos na implementação do sistema.

Os requisitos podem ser classificados entre requisitos funcionais e requisitos não funcionais. Os requisitos funcionais descrevem as funções do sistema e os requisitos não funcionais informam as condições de comportamento e as limitações que o *software* deve atender (SILVA; BENITTI, 2011).

A especificação dos requisitos funcionais deve ser completa e consistente. Completa porque todos os serviços requeridos pelo usuário devem ser definidos e consistentes porque os requisitos não podem ter definições contraditórias. Entretanto, já é esperado que sistemas grandes e completos dificilmente consigam alcançar a completude e consistência dos requisitos (SOMMERVILLE, 2001)

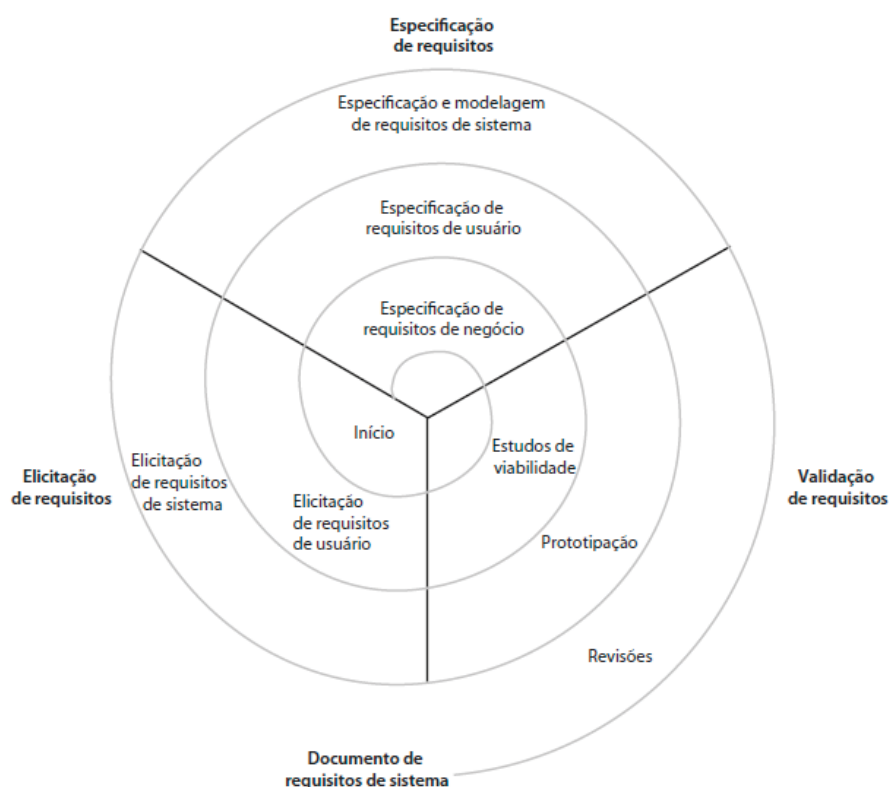
Os requisitos não funcionais não estão diretamente relacionados com os serviços específicos oferecidos pelo sistema aos usuários. Eles surgem das necessidades dos usuários, a partir de restrições de orçamento, necessidade de interoperabilidade com outros sistemas tanto de *software* como também de *hardware*, a partir de políticas organizacionais e também a partir de fatores externos, como por exemplo, regulamentos de segurança ou legislações de privacidade. Os requisitos não funcionais também podem estar relacionados às propriedades decorrentes do sistema, tais como confiabilidade, tempo de resposta e ocupação de área. Não atender a um requisito não funcional pode resultar na inutilização de todo o sistema (SOMMERVILLE, 2001).

O documento de requisitos de *software*, também denominado Especificação de requisitos de *Software*, trata-se de uma declaração oficial do que deve ser implementado. Nele deve incluir os requisitos do usuário para o sistema e os requisitos de sistema especificados. Há casos em que os requisitos de usuário e de sistema são unidos em uma única descrição e há casos em que os requisitos de usuário estão na introdução à especificação de requisitos do sistema. Uma norma genérica que pode ser adaptada é a norma *IEEE* para documentos de requisitos (IEEE, 1998) (SOMMERVILLE, 2001).

Para Sommerville (2001) o processo de engenharia de requisitos é composto por estudo de viabilidade que visa avaliar se o sistema será útil, elicitação

e análise para o descobrimento dos requisitos, especificação para converter os requisitos para a forma padrão e, validação para verificar se os requisitos estão de acordo com o sistema desejado pelo cliente/usuário. Este processo quando aplicado na prática costuma acontecer de forma interativa intercalando as atividades do processo até que se resulte na saída de um documento de requisitos de sistema. Esse processo interativo pode ser estruturado em espiral como apresentado na figura 5.

FIGURA 5 – ESTRUTURA EM ESPIRAL DO PROCESSO DE ENGENHARIA DE REQUISITOS



FONTE: Sommerville (2001).

A etapa pioneira em engenharia de requisitos para o desenvolvimento do *software* é a elicitação e esta é de suma importância para a construção do *software* (MOTA, 2017). A elicitação é responsável pelo descobrimento do problema a ser solucionado e pela identificação das necessidades dos usuários e esta pode ser realizada por diferentes métodos de acordo com o cenário do *software* a ser desenvolvido (SILVA; BENITTI, 2011).

Na elicitação de requisitos, os engenheiros de *software* consultam os clientes e usuários finais do sistema a fim de obter informações sobre o domínio da aplicação, os serviços que o sistema deve oferecer, as restrições de *hardware* e entre outros fatores que influenciam o desenvolvimento do sistema. A elicitação e análise de requisitos envolvem diversos tipos de pessoas, os *stakeholders*, que podem ser usuários finais que irão interagir com o sistema, desenvolvedores do sistema, gerentes de negócios, especialistas de domínio, representantes sindicais e qualquer outra pessoa que possua alguma ligação com o sistema (SOMMERVILLE, 2001).

De acordo com Sommerville (2001) a elicitação de requisitos é uma atividade centrada em pessoas. Os autores Silva e Benitti (2011) e Mota (2017) realizaram um levantamento de métodos utilizados para a etapa de elicitação de requisitos. Cabe aos desenvolvedores do *software* escolher quais dos métodos são adequados para esta etapa. Dentre os métodos levantados estão:

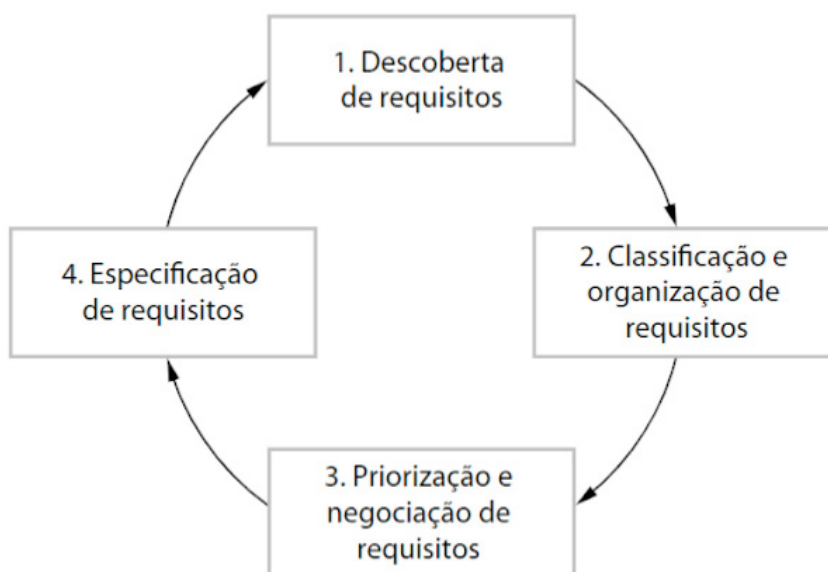
- **Entrevista:** É a técnica mais comum utilizada na etapa de elicitação. É considerada uma técnica simples e que pode ser utilizada na maioria das circunstâncias. Pode ser constituída de perguntas livres contribuindo para a descoberta de requisitos e soluções. Também pode ser realizada de forma estruturada com um roteiro de perguntas específicas.
- **Questionário:** Muito utilizado quando se deseja consultar um número grande de pessoas ao mesmo tempo. Consiste em um documento utilizado para guiar uma ou mais pessoas a responder uma ou mais perguntas (JUNIOR, 2005).
- **Brainstorming:** Esta técnica consiste em geração e redução de ideias, trata-se de uma reunião entre os *stakeholders* para se levantar ideias em um curto espaço de tempo, normalmente é utilizada no início do projeto.
- **JAD - Joint Application Development:** Esta técnica consiste em um modelo de reunião que tem como objetivo acelerar o processo de desenvolvimento do software, obtendo um senso comum entre os *stakeholders*.
- **Etnografia:** Trata-se de uma técnica utilizada para estudar as pessoas em seus ambientes naturais facilitando o descobrimento de conhecimento tácito.

- Reuso de requisitos: Esta técnica consiste na procura de requisitos em documentos já existentes, isto é, são requisitos levantados em projetos anteriores que podem ser reutilizados. Os requisitos levantados com esta técnica podem ser utilizados sem nenhuma alteração ou podem ser adequados ao novo projeto. Para Sluter, Elzaker e Ivanova (2016) quando se trata da atualização de um sistema já existente é necessário ter o conhecimento da versão anterior a que está sendo projetada.

- Prototipação: Esta técnica é apropriada para a criação de novos sistemas, dando aos *stakeholders* uma noção do que pode conter no projeto.

Sommerville (2001) apresenta um modelo de processo de elicitação e análise de requisitos que funciona de forma cíclica, apresentada na figura 6. As etapas deste ciclo são:

FIGURA 6 – PROCESSO DE ELICITAÇÃO E ANÁLISE DE REQUISITOS



FONTE: Sommerville (2001).

1. Descoberta de requisitos: Quando há a interação com os *stakeholders* do sistema para levantar os requisitos.

2. Classificação e organização de requisitos: A partir dos requisitos não estruturados, reúne requisitos relacionados e os organiza em classes coerentes.

3. Priorização e negociação de requisitos: Nesta etapa é realizada a priorização e negociação de requisitos quando há conflito entre os requisitos apresentados pelo *stakeholders*.

4. Especificação de requisitos: Os requisitos são documentados.

A validação de requisitos é a etapa para verificar se os requisitos definidos estão de acordo com o sistema desejado pelo cliente, nesta etapa é verificada a validade, consistência, completude, realismo e verificabilidade dos requisitos (SOMMERVILLE, 2001).

As técnicas de validação de requisitos podem ser aplicadas isoladamente ou em conjunto. Algumas técnicas apontadas por Sommerville (2001) são:

- Revisões de requisitos: Uma equipe de revisores analisa sistematicamente os requisitos a fim de verificar erros e inconsistências.
- Prototipação: Um modelo executável do sistema é demonstrado para os usuários finais e eles experimentam a fim de verificar se as suas necessidades reais são atendidas.
- Geração de casos de teste: Os requisitos são testados para revelar problemas de requisitos.

2.5 UFPR CAMPUSMAP

De acordo com Sluter, Elzaker e Ivanova (2016) as soluções de geoinformação atingem um nível de qualidade maior quando são desenvolvidas com o foco no usuário e quando há a definição dos requisitos no início do projeto. O UCM foi desenvolvido utilizando técnicas *UCD - User Centered Design* e de Engenharia de Requisitos para melhorar a usabilidade do usuário com o sistema e o processo de desenvolvimento (MARTINS, 2021).

O UCM foi desenvolvido com o objetivo de fornecer rotas *indoor* e *outdoor* utilizando de um sistema interativo de navegação em campus universitário da Universidade Federal do Paraná (LIMA, 2020). Em sua concepção, foi utilizado o método *brainstorming* para a elicitação de requisitos, sendo os *stakeholders* alunos, professores e funcionários que frequentam o campus e participaram da implantação do projeto e, também foram utilizadas questões elaboradas por Sluter, Van Elzaker e Ivánová (2016) que tratam especificamente da geoinformação na elicitação dos requisitos e necessidades dos usuários (LIMA, 2020). Os requisitos funcionais e requisitos não funcionais levantados na concepção do sistema estão listados no quadro 3.

QUADRO 3 – LISTA DE REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS E REQUISITOS FUNCIONAIS

Tipo de requisitos	Descrição dos requisitos
Não Funcionais	<p>Adotar como referência as especificações técnicas da ET-EDGV para modelagem do BGD;</p> <p>Implementar um BGD com os dados da base cartográfica e ambientes <i>indoor</i> disponíveis;</p> <p>Utilizar padrões de geoserviço nas normas da OGC e INDE;</p> <p>Fazer uso de <i>software</i> livre;</p> <p>Ser multiusuário, multiplataforma e multitarefa;</p> <p>Permitir escalabilidade;</p> <p>Permitir descentralização de acesso e persistência de dados;</p> <p>Definição da Simbologia adotada;</p> <p>Escolha do Sistema de Referência;</p> <p>Responsividade da interface para dispositivos móveis.</p>
Funcionais	<p>Apresentar a janela do mapa;</p> <p>Apresentar a janela de ferramentas disponíveis no sistema;</p> <p>Controlar o acesso do usuário;</p> <p>Apresentar mapa base com conteúdo mínimo;</p> <p>Apresentar mapa base com visualização de imagem de satélite;</p> <p>Apresentar base cartográfica dos campi;</p> <p>Apresentar mapas de ambientes <i>indoor</i>;</p> <p>Permitir escolha de mapas bases de visualização;</p> <p>Permitir a escolha de ambientes <i>indoor</i> por andar;</p> <p>Disponibilizar ferramentas de manipulação do mapa: i) Aproximar; ii) Afastar; iii) Aproximar para área; e iv) Extensão total;</p> <p>Disponibilizar ferramentas de consultas dos atributos nomes do edifício e ambiente indoor no mapa;</p> <p>Mostrar atributos de elementos do mapa;</p> <p>Permitir a criação de rotas a partir de localização de elementos no mapa.</p> <p>Ligar e desligar elementos do mapa;</p> <p>Mensagens de alertas ao usuário indicando erros e suas possíveis soluções;</p> <p>Trocar camadas de visualização no mapa;</p> <p>Gerenciar usuários: i) Cadastrar usuário; ii) Registrar usuário cadastrado</p>

FONTE: Adaptado de Lima (2020).

O UCM utilizou para a implementação do Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) o *software PostgreSQL* e sua extensão *PostGIS* para dados espaciais. O *software Geoserver* foi utilizado para o gerenciamento dos dados e também teve a função de servidor de mapas para a aplicação, oferecendo os geoserviços *WMS (Web Map Service)* e *WFS (Web Feature Service)*. A *interface* do webSIG foi desenvolvida com as linguagens de desenvolvimento *HTML* e *CSS*, a linguagem de programação *Javascript* e as bibliotecas *Bootstrap* e *Leaflet* (LIMA, 2020). O sistema foi desenvolvido com o aspecto multiplataforma, isto é, responsivo, tornando possível a exibição em diferentes dispositivos. Para o desenvolvimento da *interface* do usuário foi realizada uma avaliação heurística com base nas heurísticas de Nielsen (1994) e de Kumar e Goundar (2019) (LIMA, 2020).

Ao desenvolver uma solução de geoinformação de qualidade o objetivo é atingir bons indicadores de eficácia, eficiência e satisfação do usuário (SLUTER; ELZAKKER; IVANOVA, 2016), estes indicadores foram testados no UCM a partir de testes de usabilidade por meio de cumprimento de tarefas em dispositivos *desktop* e móvel (MARTINS, 2021). Para avaliar o UCM foi realizada avaliação heurística, avaliação ergonômica em dispositivos móveis, teste de acompanhamento de uso e questionário, esta avaliação resultou em aperfeiçoamentos sugeridos para os requisitos do sistema apresentado no quadro 4 (MARTINS, 2021).

QUADRO 4 – REQUISITOS DO UCM QUE NECESSITAM DE APERFEIÇOAMENTOS

Tipo de requisitos	Descrição	
	Desktop	Dispositivo móvel
Não funcionais		Disponibilização de App.
Funcionais	<p>Apresentar escala legível;</p> <p>Disponibilizar ferramentas de consultas dos atributos dos nomes do edifício e ambiente <i>indoor</i> no mapa;</p> <p>Disponibilizar Legenda;</p> <p>Mudanças nos andares no ambiente <i>Indoor</i>;</p> <p>Ferramentas de medição de distâncias e áreas;</p> <p>Permitir a criação de rotas a partir de localização de elementos no mapa;</p> <p>Mensagens de alertas ao usuário indicando erros e suas possíveis soluções;</p> <p>Download de dados;</p> <p>Função de “Autocompletar” textos.</p>	<p>Apresentar escala legível;</p> <p>Disponibilizar ferramentas de consultas dos atributos dos nomes do edifício e ambiente <i>indoor</i> no mapa;</p> <p>Disponibilizar Legenda;</p> <p>Mudanças nos andares no ambiente <i>Indoor</i>;</p> <p>Ferramentas de medição de distâncias e áreas;</p> <p>Permitir a criação de rotas a partir de localização de elementos no mapa;</p> <p>Mensagens de alertas ao usuário indicando erros e suas possíveis soluções;</p> <p>Download de dados;</p> <p>Função de “Autocompletar” textos.</p>

FONTE: Adaptado de Martins (2021)

De acordo com os resultados dos testes realizados foi constatado que é possível utilizar o sistema em diferentes dispositivos, porém os maiores problemas de utilização se dão pela interação realizada em dispositivos móveis (MARTINS, 2021).

2.6 ABORDAGENS PARA DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES MÓVEIS

Para criar uma experiência *web* móvel para os usuários existem as opções de criar um aplicativo nativo para o produto *web* ou de fazer um *site* otimizado para celular ou um aplicativo *web* (HARB et al., 2011). Aplicativos móveis podem ser

desenvolvidos de quatro maneiras: aplicativos nativos, aplicativos da *web* móvel, aplicativos híbridos e *Progressive Web App* (ADETUNJI et al., 2020).

2.6.1 Abordagem Nativa

De acordo com Harb et al. (2011) os aplicativos nativos dão acesso aos recursos de *hardware* dos dispositivos, como acesso aos sensores integrados, câmera e entradas de áudio, por exemplo. Para se construir um aplicativo nativo, se faz necessário considerar qual a plataforma, pois cada plataforma requer uma tecnologia, uma linguagem de programação e técnicas específicas (HARB et al., 2011).

De acordo com Adetunji et al. (2020), as vantagens dos aplicativos nativos são:

- Possuem acesso total aos recursos e sensores do dispositivo móvel;
- Oferece uma aparência nativa de *UI*;
- São disponibilizados em lojas de aplicativos;
- Têm desempenho superior aos aplicativos da *web*;

Para Adetunji et al. (2020) as desvantagens da abordagem nativa são:

- Linguagens e ferramenta de desenvolvimento diferem de acordo com a plataforma;
- Depende de um alto tempo de desenvolvimento;
- Alto custo de teste e manutenção, pois os testes são realizados de acordo com a plataforma;
- São difíceis de desenvolver, requer desenvolvedores com alto nível de experiência.

2.6.2 Abordagem Híbrida

Aplicativos híbridos combinam recursos de aplicativos móveis da *web* e aplicativos nativos. A principal vantagem dessa abordagem é a compatibilidade com vários sistemas operacionais e a possibilidade de desenvolver utilizando estruturas baseadas em tecnologias da *web*, como HTML5, CSS e *JavaScript*. Os aplicativos híbridos, assim como os nativos, acessam funcionalidades como: armazenamento de dados, notificação, contatos e galeria e, também possuem acesso de *hardware* integrados aos dispositivos móveis como: sensor de movimento e vibração, câmera, navegação, giroscópio e outros (DENKO; PECNIK; FISTER, 2021)

De acordo com Adetunji et al. (2020), as vantagens da abordagem híbrida são:

- Os aplicativos híbridos são disponibilizados em lojas de aplicativos;
- O desenvolvimento é simplificado, pois utiliza uma única base de código para todas as plataformas
- Aplicativos híbridos acessam recursos nativos de dispositivos móveis

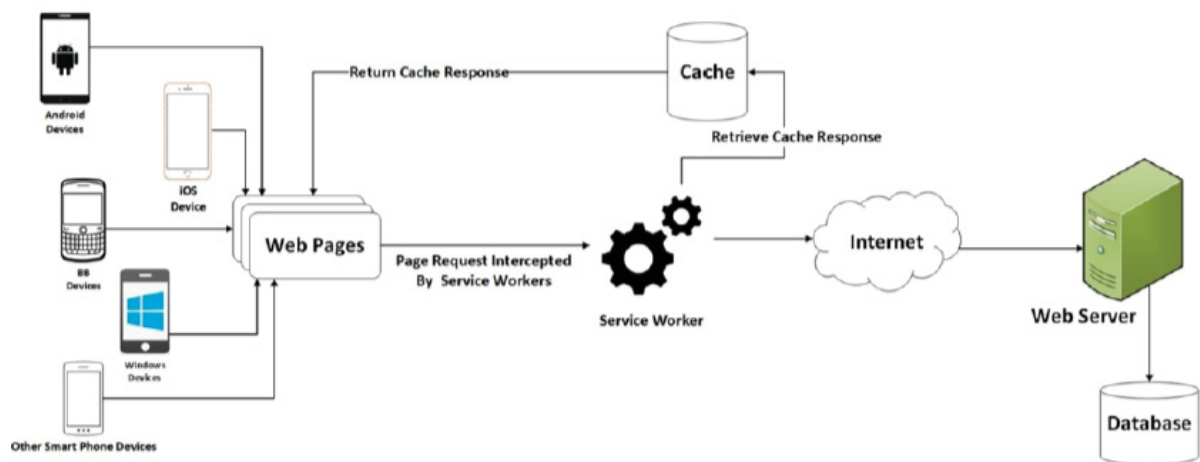
Adetunji et al. (2020) também listam algumas desvantagens da abordagem híbrida:

- A *UI* de aplicativos híbridos é inferior em desempenho se comparada às aplicações nativas;
- A ponte *JavaScript* sobrecarrega o desempenho ao acessar a API da plataforma específica do dispositivo;
- A *UX* do aplicativo híbrido é a mesma em todas as plataformas não sendo adaptado para os diferentes dispositivos móveis;
- São dependentes de conexão de *internet*;
- Está limitado ao que a ponte *JavaScript* é capaz de traduzir.

2.6.3 Abordagem *Progressive Web App (PWA)*

Um aplicativo *PWA* não requer instalação para uso, é servido a partir de um servidor remoto por meio de um protocolo seguro de transferência de hipertexto (*HTTPS*). A abordagem *PWA* fornece ao usuário uma experiência de aplicativo nativo e é desenvolvido uma única aplicação para todas as plataformas (ADETUNJI et al., 2020). A figura 7 mostra a arquitetura da abordagem *PWA*.

FIGURA 7 – ARQUITETURA DA ABORDAGEM DE DESENVOLVIMENTO PWA



FONTE: Adetunji et al. (2020).

As vantagens da abordagem de desenvolvimento PWA listadas por Adetunji et al. (2020) são:

- Fácil aprendizado de desenvolvimento usando tecnologias da *web*;
- Não é obrigatória a instalação no dispositivo do usuário para uso;
- Aplicativo pode ser acessado offline;
- Promove engajamento do usuário;
- São seguros, pois os aplicativos *PWA* são executados apenas no protocolo *HTTPS*;

- É desenvolvido um único aplicativo que pode ser executado em qualquer plataforma usando navegadores móveis;
- Economiza custos de desenvolvimento e manutenção, pois trata-se de uma única arquitetura de desenvolvimento.

As desvantagens listadas por Adetunji et al. (2020) são:

- Os *PWAs* não possuem total acesso aos recursos dos dispositivos móveis;
- Os usuários não decidem quando o aplicativo será atualizado, pois o aplicativo é atualizado automaticamente, não depende de permissão.
- Atualmente são poucos os navegadores que suportam essa tecnologia.

2.6.4 Comparação entre abordagens

Adetunji et al. (2020) comparam as abordagens citadas com base em seus recursos, esta comparação está apresentada no quadro 5.

QUADRO 5 - COMPARAÇÃO DE RECURSOS ENTRE ABORDAGENS

Recursos	Abordagem		
	Nativa	Híbrida	PWA
Instalável	Sim	Sim	Sim
Capacidade <i>off-line</i>	Limitado	Limitado	Sim
Testável antes da instalação	Não	Sim	Sim
Disponibilidade do App em <i>Market Place</i>	Sim	Sim	Sim
Notificação <i>push</i>	Sim	Sim	Sim
Disponibilidade entre plataforma	Não	Sim	Sim
Acesso a <i>hardware</i> e plataforma	Sim	Sim	Limitado
Sincronização em segundo plano	Sim	Sim	Sim
Camada de segurança	Não	Não	Sim
Capacidade de <i>link</i>	Não	Não	Sim
Capacidade de marcador	Não	Não	Sim
Atualização constante	Não	Não	Sim
Fricção de distribuição	Alto	Alto	Baixo
Capacidade da área de trabalho (<i>desktop</i>)	Não	Não	Sim

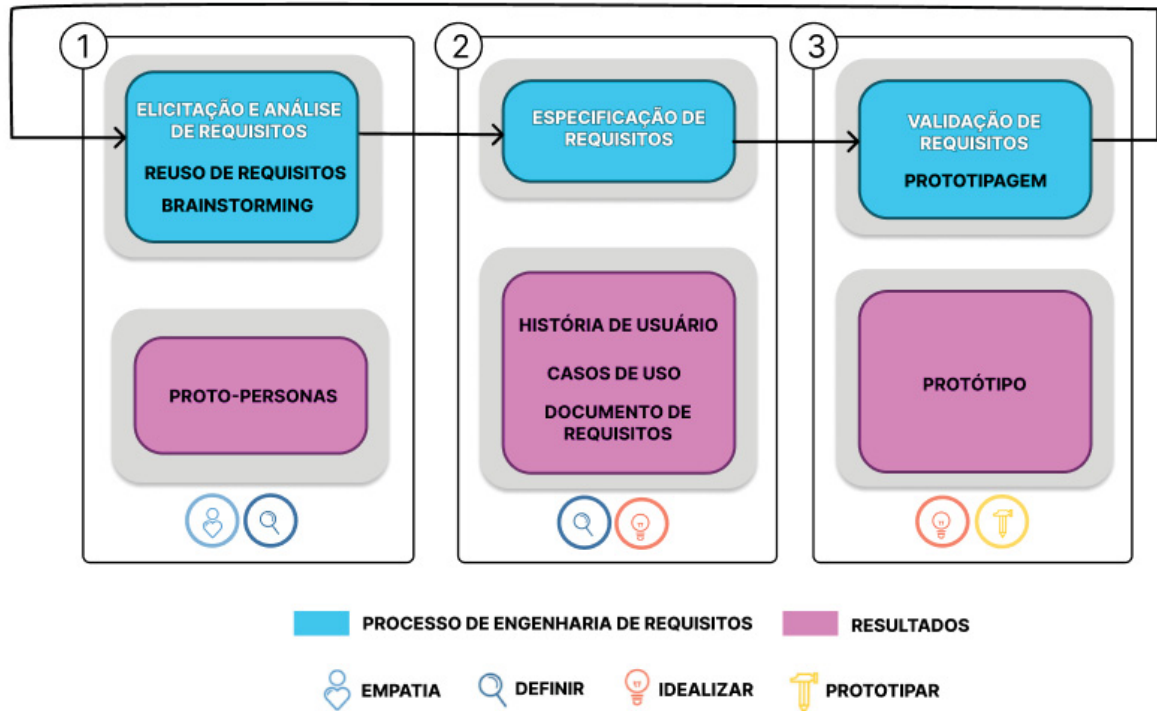
FONTE: Adaptado de Adetunji et al. (2020)

3 METODOLOGIA

A figura 8 apresenta a metodologia desta pesquisa que é composta por três etapas. As etapas seguem o fluxo do processo de engenharia de requisitos que é cíclico e iterativo. Cada uma das etapas resulta em um ou mais produtos que servem como base para a etapa seguinte, sendo cada produto atualizável conforme necessário. Além de seguir o fluxo do processo de engenharia de requisitos, a metodologia foi inspirada em métodos de *UX design* e na abordagem *design thinking*. A abordagem de solução de problemas *design thinking* também é cíclica e interativa e pode ser adaptada conforme necessário. Neste trabalho, apenas as primeiras quatro fases do *design thinking* foram concluídas.

A primeira etapa consiste na (1) Elicitação e análise de requisitos, os métodos utilizados foram reuso de requisitos e *brainstorming*, onde um primeiro produto toma forma, sendo este, as proto-personas. A segunda etapa consiste na (2) Especificação de requisitos, resultando em três produtos: histórias de usuários, diagrama de casos de uso e documento de requisitos. Na segunda etapa o resultado principal é o documento de requisitos, os demais produtos auxiliam a criação dos requisitos do sistema (funcionais e não funcionais). A terceira etapa consiste na (3) validação de requisitos e o método escolhido foi a prototipagem, sendo esta da interface do sistema, de alta fidelidade e interativa.

FIGURA 8 – ESQUEMA DA METODOLOGIA DE PESQUISA.



FONTE: A Autora (2022).

3.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados para a presente pesquisa estão listados abaixo seguido do seu propósito:

- Lista de Requisitos Funcionais e Não Funcionais sugeridos por Martins (2021) - foi utilizada para o de reuso de requisitos da etapa de elicitação de requisitos do processo de engenharia de requisitos;
- UFPR CampusMap versão web – foi utilizada para o de reuso de requisitos e para comparação com a interface proposta nesta pesquisa;
- Lápis e papel – foram utilizados para os wireframes criados no decorrer desta pesquisa, sendo as ideias de interfaces esboçadas para votação e para a proposta de protótipo em baixa fidelidade;

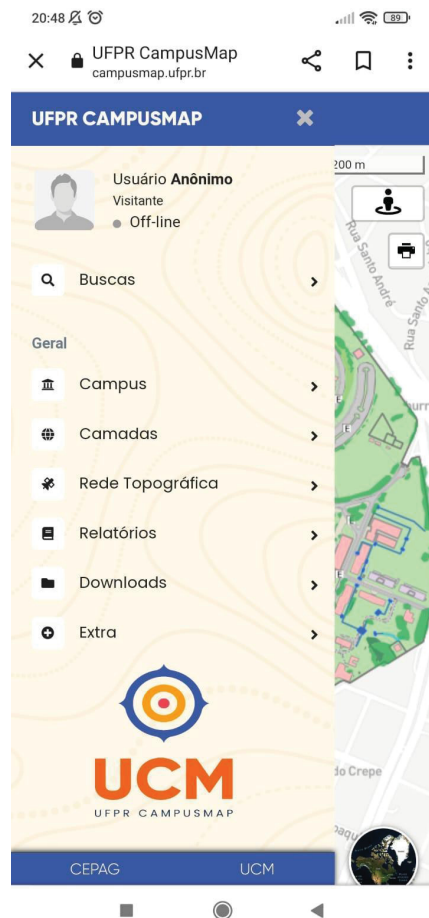
- Figma – ferramenta gratuita de *design* de interface colaborativa utilizada para a criação do protótipo de alta fidelidade da interface móvel e para a elaboração do diagrama de casos de uso;
- *Google Forms* - criador de formulário *online* do Google que foi utilizado para a votação da proposta de interface inicial para o sistema móvel;
- Imagens do banco de imagens *This Person Does Not Exist* – utilizadas para compor as proto-personas criadas na pesquisa;
- *Powerpoint* – utilizado para apresentação nas sessões de *brainstorming*;
- *GoogleMeet* – plataforma de videoconferência utilizada na sessão de *brainstorming* híbrida;
- *Smartphone* Xiami M2101K7BL, tela *DotDisplay* AMOLED de 6,43", sistema operacional *Android* 11 – utilizado para acessar a versão atual do UCM a fim de comparar as interfaces *web* atual e a proposta nesta pesquisa;
- *Brandbook* – Manual da Marca UCM – utilizado como guia para uso de padrões da marca, tais como especificação de cores, logo e fontes;
- Fontes: *Gilroy* e *Material Icons* – utilizadas no protótipo da interface de alta fidelidade para textos e ícones.

3.2 CONTEXTO – UCM

O caso de estudo desta pesquisa consiste no WebSIG UFPR CampusMap. Atualmente trata-se de uma aplicação *web* responsiva que foi desenvolvida para ambiente *desktop*. Desde a sua concepção, a aplicação segue sendo constantemente aprimorada pelos pesquisadores e estagiários do CEPAG, adicionando novas funcionalidades. A visualização da página *web* em dispositivo móvel é graças ao *design* responsivo como mostrado na figura 9.

FIGURA 9 - VISUALIZAÇÃO DO WEBSIG UCM EM DISPOSITIVO MÓVEL

(a) página inicial sobreposta pelo menu principal



(b) página inicial com o menu minimizado



FONTE: A Autora (2022).

3.3 ELICITAÇÃO E ANÁLISE REQUISITOS

Para esta pesquisa os métodos de elicitação utilizados foram reuso de requisitos e *brainstorming*.

3.3.1 Reuso de requisitos

De acordo com Favaro et al. (2012) na indústria espacial, é comum manter arquiteturas de referência, o que implica na reutilização de requisitos. A reutilização de requisitos pode ocorrer em três casos distintos: quando o produto permanece igual, quando o produto possui pontos em comum ao anterior e é necessário que o atual tenha especificações mais avançadas e quando há a necessidade de se customizar ou adaptar os requisitos.

Na criação do UCM, Lima (2020) levantou requisitos para o sistema e desenvolveu uma versão *desktop* e responsiva. Posteriormente, Martins (2021) avaliou o sistema no uso em dispositivo *desktop* e em dispositivo móvel considerando avaliação heurística, teste de usabilidade e ergonomia, resultando em possíveis aperfeiçoamentos para os requisitos do UCM. Através da análise destes requisitos e da versão atual do sistema que continua em produção e em constante aperfeiçoamento, foi realizado um reaproveitamento de requisitos.

3.3.2 *Brainstorming*

Uma sessão de *Brainstorming* consiste em uma reunião de um grupo de pessoas discutindo a fim de elicitar os requisitos (BARBOSA et al., 2009). De acordo com Teixeira (2014) o *brainstorming* é um método de *UX design*. No *design thinking* o *brainstorming* faz parte da fase de idealização, sendo esta, a terceira fase do processo (GIBBONS, 2016).

Duas sessões de *brainstorming* foram realizadas, e cada sessão contou com um grupo distinto. A primeira sessão foi composta por estagiários do CEPAG e professores, totalizando um grupo de sete participantes. A segunda sessão foi híbrida (participação presencial e online) composta por dois participantes pesquisadores (mestrado e doutorado) do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Ambas as reuniões foram dirigidas e contaram com uma apresentação inicial em powerpoint a fim de contextualizar os participantes do propósito da

sessão. A apresentação utilizada nas sessões de *brainstorming* pode ser acessada no seguinte *link*: *Brainstorming*.

3.3.3 Proto-personas

De acordo com Teixeira (2014) as personas são um retrato de quem é o usuário do produto. De acordo com Lowdermilk (2013) e com Garret (2010), as personas são personagens de ficção que consistem na personificação de usuários reais.

Personas são criadas através de *insights* extraídos de pesquisa e fazem com que os *designers* e desenvolvedores tenham empatia com os consumidores durante o processo de *design* (TEIXEIRA, 2014). As personas também podem ser chamadas de modelos de usuário ou perfis de usuário (GARRET, 2010). Ao criar persona se obtém uma documentação de quem é o usuário, seu perfil demográfico, suas necessidades, desejos e anseios quando buscam uma solução para o seu problema (TEIXEIRA, 2014). Atribuir à persona um nome e um rosto contribui para que os *designers* e desenvolvedores mantenham os usuários em mente durante o processo de *design* (GARRET, 2010).

As proto-personas não são resultado de pesquisa com usuários como as personas. As proto-personas são criadas em reuniões de *brainstorming*, onde os *stakeholders* definem a proto-persona com base em sua experiência sobre quem é o usuário do produto (GOTHELF, 2012). As proto-personas fornecem alinhamento, entendimento compartilhado e empatia pelos usuários do produto (HAMPSHIRE; CALIFANO; SPINKS, 2022). Após a criação de proto-persona, é recomendável que estas sejam validadas com pesquisas em campo para atingir maior precisão (GOTHELF, 2012).

Nesta pesquisa, a partir dos *insights* das sessões de *brainstorming*, foram criadas proto-personas. Durante a reunião de *brainstorming*, os participantes pensaram nos possíveis usuários. Foi levantada a questão de que existem usuários vinculados a instituição (alunos e servidores) que por frequentar constantemente os campi da universidade provavelmente fariam mais uso do sistema e que usuários

sem vínculo com a instituição fariam menos uso do sistema, mas as funcionalidades para todos os tipos de usuário seriam, em sua maioria, as mesmas.

As proto-personas permitiram que as ideias fossem mais direcionadas aos diferentes tipos de usuários e em como o sistema poderia satisfazê-los. As proto-personas são como personas, porém foram criadas com base no conhecimento dos *stakeholders* que participaram das sessões de *brainstorming*. As imagens utilizadas para representar cada proto-persona foram geradas em [This Person Does Not Exist - Free AI Face Generator](#), e tratam-se de imagens de pessoas fictícias. As personas são muito úteis na primeira e na segunda fase do *design thinking* que são: Empatia e Definição. De acordo com Teixeira (2014), persona é um método utilizado para a definição de estratégia em projetos de *UX design*.

3.4 ESPECIFICAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO DOS REQUISITOS

3.4.1 História de usuário

De acordo com Spinks, Califano e Hampshire (2022) para criar histórias de usuário os seguintes pontos devem ser seguidos:

- Identificar quem é o usuário;
- Descobrir o que ele quer alcançar;
- Destacar o por que ele deseja alcançar.

A partir dos *insights* obtidos nas reuniões de *brainstorming*, as histórias de usuários foram criadas. Durante a reunião de *brainstorming*, os participantes foram encorajados a pensar nos diferentes usuários que utilizam o sistema e potenciais usuários que poderão utilizar a plataforma, quais suas necessidades e motivações. A fim de organizar e especificar melhor as necessidades e motivações dos usuários, as histórias foram escritas.

O padrão adotado para a escrita das histórias de usuário foi preencher as lacunas apresentadas na figura 10.

FIGURA 10 - PADRÃO PARA HISTÓRIA DE USUÁRIO

COMO (tipo de usuário) _____
EU QUERO (o que deseja alcançar) _____
PARA QUE (por qual razão deseja alcançar) _____

FONTE: A Autora (2023).

3.4.2 Casos de uso

De acordo com Lauesen (2003) os casos de uso descrevem o que o sistema faz e como ele interage com o usuário. De acordo com Sommerville (2001) os modelos de casos de uso servem como uma especificação do sistema. Eles identificam as interações individuais entre o sistema e seus usuários ou outros sistemas.

O diagrama de casos de uso foi elaborado utilizando a ferramenta de *design* Figma. Os atores definidos foram: usuário, usuário cadastrado e administrador. Cada balão foi preenchido com uma ação de ator de acordo com os requisitos funcionais do sistema.

3.4.3 Documento de requisitos

A especificação e documentação de requisitos foi desenvolvida com base na norma IEEE para documentos de requisitos (IEEE, 1998) e no modelo de estrutura de documentos de requisitos de Sommerville (2001) e adaptada conforme necessário.

O quadro 6 apresenta a estrutura do documento de requisitos criado para o sistema.

QUADRO 6 - CONTEÚDO DO DOCUMENTO DE REQUISITOS

Capítulo	Conteúdo
Introdução	Descreve a necessidade para o sistema. Descreve brevemente as funções do sistema.
Especificação de requisitos do sistema	Descreve detalhadamente os requisitos funcionais e não funcionais do sistema.

FONTE: A Autora (2022).

A figura 11 mostra um exemplo da tabela utilizada para a especificação de requisitos do sistema.

FIGURA 11 - EXEMPLO DE TABELA DE REQUISITO DO SISTEMA

Código	Título
Descrição	
Dependências	
Razão	

FONTE: A Autora (2022).

3.5 VALIDAÇÃO DOS REQUISITOS

Existem muitas técnicas de validação de requisitos e elas podem ser usadas individualmente ou em conjunto (SOMMERVILLE, 2001). De acordo com uma pesquisa realizada por Mokerar et al. (2018) a respeito das técnicas de validação utilizadas em processos de desenvolvimento de *software*, foi constatado que a prototipagem de requisitos é uma das técnicas mais utilizadas para a validação de requisitos.

3.5.1 Prototipação

De acordo com Pernice (2016) um protótipo de interface do usuário é uma hipótese, isto é, uma possível solução para um problema de *design* específico e a forma mais direta de testar a hipótese é observando os usuários a utilizando.

Wireframe é um desenho simples da estrutura de uma interface que demonstra como o produto deverá funcionar. O *wireframe* apresenta uma interface com menor fidelidade, enquanto os protótipos se aproximam muito da interface do produto final (Teixeira, 2014). Realizar testes com o protótipo permite aprender sobre as interações e reações dos usuários e depois melhorar o *design* da interface (Pernice, 2016).

De acordo com Teixeira (2014) os protótipos são versões interativas dos *wireframes* e os objetivos de protótipos funcionais são: representar links entre telas, detalhar as interações entre um estado e outro do sistema e se aproximar o máximo da representação da interface para facilitar os testes com usuários.

A fidelidade de protótipo trata do quanto ele é próximo da aparência do sistema final e pode variar nas áreas de interatividade, visuais e de conteúdo e comandos (Pernice, 2016). O quadro 7 exemplifica a variação nas áreas mencionadas.

QUADRO 7 - FIDELIDADE DE PROTÓTIPO

	Baixa fidelidade	Alta fidelidade
Interatividade		
Links e menus clicáveis	Alvos não funcionam.	Muitos ou todos os alvos funcionam.
Resposta automática às ações do usuário	Não existe resposta automática. as telas são apresentadas ao usuário em tempo real por uma pessoa.	Existe resposta automática. Os links no protótipo são feitos para funcionar por meio de uma ferramenta de prototipagem.
Visuais		
Hierarquia visual realista, prioridade dos elementos da tela e tamanho da tela	Apenas alguns ou nenhum dos atributos visuais do sistema ao vivo final são capturados. Espaçamento e priorização de elementos podem ou não ser preservados.	Gráficos, espaçamento e <i>layout</i> parecem com um sistema ao vivo (mesmo que o protótipo seja apresentado no papel).
Hierarquia de conteúdo e navegação		
Conteúdo	O protótipo inclui apenas um resumo do conteúdo ou um substituto para as imagens do produto.	O protótipo inclui todo o conteúdo que apareceria no <i>design</i> final (por exemplo, artigos completos, texto descritivo do produto e imagens).

FONTE: Adaptado de Pernice (2016)

De acordo com Sommerville (2001), a prototipação é um modelo executável do sistema utilizado para demonstração de modo que os usuários possam verificar se as suas necessidades foram atendidas. Yang, Ke e Li (2019) afirmam que a prototipagem é um método eficaz e eficiente de validação de requisitos.

A prototipação é a quarta fase do *design thinking* (GIBBONS, 2016) e o protótipo é um dos entregáveis de *UX design* (TEIXEIRA, 2014).

Nesta pesquisa foi desenvolvido um protótipo de interface de alta fidelidade criado na ferramenta de *design* Figma. O Figma permite que sejam adicionadas interações a interface criada. Antes do desenvolvimento do protótipo de alta fidelidade, foram criados protótipos da interface inicial de baixa fidelidade com base nas ideias levantadas na reunião de *brainstorming*, pois demanda menos tempo para realizar alterações em um protótipo de baixa fidelidade. Os protótipos foram apresentados via formulário *online*, onde ocorreu uma votação para escolher a ideia

de protótipo mais apropriada. As propostas de interface foram apresentadas em protótipos de baixa fidelidade e exibidos para votação. O formulário apresentou as propostas em duas etapas. Na primeira etapa, os protótipos de baixa fidelidade foram apresentados sem explicação e na segunda etapa foi adicionada a explicação a respeito de cada proposta. Para que os participantes pudessem contribuir com ideias para refinar as propostas apresentadas, além de perguntas fechadas, foram acrescentadas perguntas abertas. Os participantes também poderiam, se desejassem, fazer *upload* do seu próprio protótipo de baixa fidelidade, porém, ninguém o fez. Os participantes também responderam o porquê as demais alternativas de interface não foram escolhidas e quais erros encontraram nelas para serem descartadas.

Com base no protótipo de baixa fidelidade escolhido e apontamentos dos participantes da pesquisa, foi desenvolvido um esboço das demais páginas e posteriormente criado o protótipo de alta fidelidade. O esboço, também conhecido como *wireframe*, foi feito com lápis e papel a fim de projetar como seriam as principais telas do sistema de forma simples e rápida. Depois disso, cada tela foi recriada com a ferramenta de *design* Figma, contendo todos os detalhes possíveis, como botões, mapa e textos. No Figma, interações entre as telas foram criadas, de modo a alcançar o nível de um protótipo de interface de alta fidelidade. Algumas interações não foram possíveis de serem simuladas, que é o caso do *zoom* e o uso de algumas ferramentas de edição presentes no sistema.

3.6 ABORDAGENS DE IMPLEMENTAÇÃO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Para criar um sistema é necessário conhecer as possibilidades, isto é, quais são os materiais existentes para que o sistema seja criado. Nesta pesquisa, o objetivo é proporcionar ao usuário do UCM uma boa experiência ao utilizar o sistema em dispositivos móveis. Deste modo, buscou-se conhecer as abordagens de desenvolvimento disponíveis para a implementação do sistema que atenda aos

requisitos levantados para a versão aqui denominada *Mobile First* do sistema proposto.

De acordo com os requisitos não funcionais, houve o conhecimento de quais são as limitações do sistema e quais são os recursos necessários para que este seja produzido. De forma a atender o máximo de requisitos funcionais e não funcionais possíveis, analisando os prós e contras de cada abordagem foi feita a escolha da abordagem mais adequada, que possibilita a implementação das funcionalidades do sistema proposto.

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos apresentados nesta seção são: reuso de requisitos, resultados das sessões de *brainstorming*, proto-personas, histórias de usuários, diagrama de casos de uso, documento de requisitos e protótipo.

4.1 REUSO DE REQUISITOS

O reuso de requisitos considerou requisitos apresentados por Lima (2020) e Martins (2021). O quadro 8 apresenta os requisitos aproveitados para a proposição desta pesquisa.

QUADRO 8 - REUSO DE REQUISITOS

Requisitos funcionais
Apresentar a janela do mapa
Apresentar a janela de ferramentas disponíveis no sistema
Apresentar mapa base com conteúdo mínimo
Apresentar mapa base com visualização de imagem de satélite
Apresentar base cartográfica dos campi
Apresentar mapas de ambientes <i>indoor</i>
Permitir escolha de mapas bases de visualização
Permitir a escolha de ambientes <i>indoor</i> por andar
Mostrar atributos de elementos do mapa
Permitir a criação de rotas a partir de localização de elementos no mapa
Exibir mensagens de alertas ao usuário indicando erros e suas possíveis soluções;
Trocar camadas de visualização no mapa;
Disponibilizar Legenda;
Ferramentas de medição de distâncias e áreas;

FONTE: A Autora (2023)

4.2 BRAINSTORMING

Nas sessões de *brainstorming* chegou-se à conclusão de que diferentes tipos de usuários farão uso do sistema que são alunos da universidade, servidores, prestadores de serviços e a comunidade externa que se beneficia dos serviços prestados pela universidade. Esses tipos de usuários foram classificados em usuário interno e em usuário externo de acordo com a frequência que frequentam os campi da universidade. A partir desta análise foram criadas as proto-personas.

Além dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema, muitas questões foram levantadas e discutidas nas sessões, as principais delas são: como as funcionalidades ficariam disponíveis na interface; exclusão dos botões que possam ser substituídos por comandos de toque na tela do dispositivo; como disponibilizar informações adicionais como sobre as linhas de ônibus que interligam os campi, serviços prestados à comunidade e eventos que são esporádicos; e ideias para o layout da interface inicial do sistema.

4.3 PROTO-PERSONAS

As figuras 12, 13, 14 e 15 apresentam as proto-personas criadas a partir das sessões de *brainstorming* e classificadas de acordo com a frequência de visitas aos campi da universidade.

FIGURA 12 – PROTO-PERSONA JULIANA

**JULIANA LEMES | 18 ANOS****Caloura de Nutrição**

Tem aulas nos campi Botânico e Centro Politécnico em período diurno.

Nasceu e morou no interior do Paraná: Ponta Grossa.

Já havia visitado Curitiba quando criança, mas não conhecia os campi da UFPR antes de se mudar para fazer a graduação.

USUÁRIO INTERNO

FONTE: A Autora (2022).

A proto-persona apresentada na figura 12 é a Juliana Lemes, recém chegada em Curitiba para cursar o curso de Nutrição. Juliana ainda não conhece os campi da UFPR, sendo este um ambiente desconhecido para ela. Juliana é classificada como usuário interno e muito frequente, pois tem vínculo com a universidade e deve frequentar a universidade em todos os dias letivos.

FIGURA 13 – PROTO-PERSONA MARINA

**MARINA LOBO | 43 ANOS****Técnica de enfermagem**

Nasceu e morou em Curitiba a vida toda. Mora próximo ao campus Agrárias, onde costuma fazer feira de produtos orgânicos.

Também teve consulta com dentista na Casa 4 do campus Botânico, onde sempre recorre em casos de dor de dente.

Tem um filho que estuda Engenharia Mecânica na UFPR.

USUÁRIO EXTERNO

FONTE: A Autora (2022).

A proto-persona apresentada na figura 13 é a Marina Lobo, ela não tem vínculo direto com a universidade, pois não estuda ou trabalha nela, mas tem um filho que é aluno da universidade. Marina conhece os serviços que a universidade presta e que são abertos para a comunidade externa, então Marina aproveita para comprar produtos orgânicos vendidos em uma feira da universidade e utiliza do atendimento gratuito de dentista. Ela é classificada como usuário externo e pouco frequente.

FIGURA 14 - PROTO-PERSONA FELIPE



FELIPE GOMES | 26 ANOS
Entregador
Aplicativos de comida

Mora no bairro Jardim das Américas (próximo ao Campus Centro Politécnico), não tem o costume de frequentar os campi da UFPR. Apenas visita os campi da UFPR quando solicitada entrega.

USUÁRIO EXTERNO

FONTE: A Autora (2022).

A proto-persona apresentada na figura 14 é o Felipe Gomes, ele não tem vínculo com a universidade e é classificado como usuário externo e pouco frequente, pois visita os campi da universidade apenas quando tem entrega para realizar.

FIGURA 15 - PROTO-PERSONA EDSON



EDSON SANTOS | 46 ANOS
Secretário de Departamento

Servidor da UFPR - trabalha no campus da Reitoria.

Responsável por questões administrativas, tais como: matrícula de alunos, inventários, etc.

USUÁRIO INTERNO





FONTE: A Autora (2022).

A proto-persona apresentada na figura 15 é o Edson Santos, funcionário da universidade, classificado como usuário interno e muito frequente. Edson é responsável por atividades de cunho administrativo.

4.4 HISTÓRIAS DE USUÁRIOS

As histórias de usuários estão no quadro 9. Com base nas histórias de usuário, concluiu-se que as principais funções que atendem as necessidades dos usuários são de buscas, localização do usuário e rotas. No quadro 9, a letra L se refere a localização, a letra B se refere a busca e a letra R se refere a rota. As proto-personas foram classificadas em usuário interno e em usuário externo, sendo o usuário interno aquele que frequenta as dependências da Universidade com maior constância e o usuário externo é aquele que visita a universidade esporadicamente.

QUADRO 9 - HISTÓRIAS DE USUÁRIOS

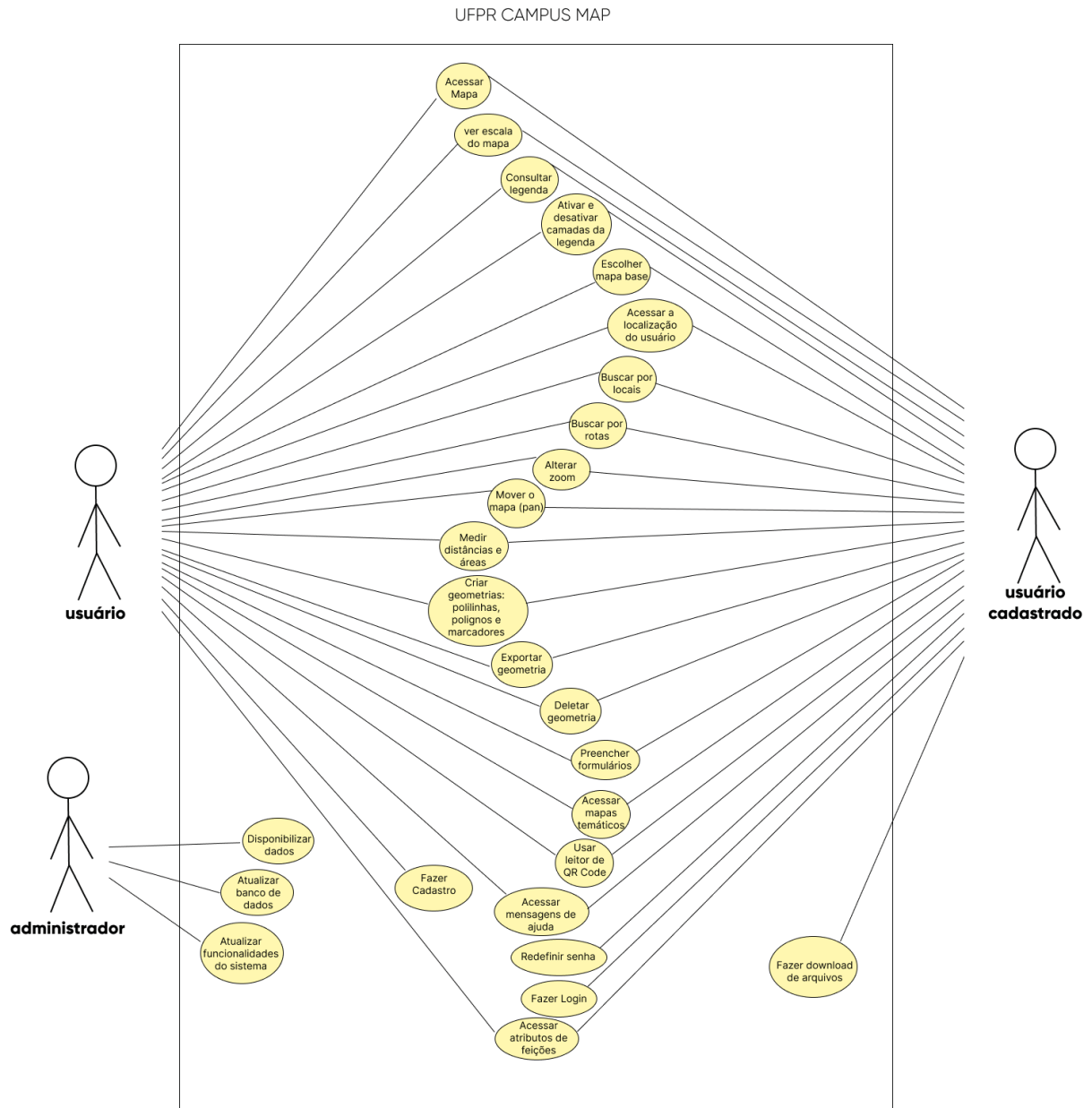
Como	Eu quero	Para que	L	B	R
 Entregador - Usuário externo	encontrar o local da entrega dentro do Campus C. Politécnico	eu consiga realizar a entrega.	x	x	x
	conhecer o caminho mais curto até o local de entrega	eu consiga realizar a entrega sem perder muito tempo.	x	x	x
	saber onde estou no Campus	eu possa me localizar	x		
 Caloura do curso de Nutrição -Usuário interno	encontrar o RU mais próximo	eu possa almoçar.	x	x	x
	encontrar a sala de aula X	eu possa assistir aula		x	
	encontrar o ponto de ônibus	eu possa embarcar no intercampi		x	
	saber onde minha colega de curso está	eu possa ir até ela	x	x	x
	saber o caminho até a biblioteca X	eu possa ir até a biblioteca X	x	x	x
	saber onde estou (minha localização no campus)	eu possa me localizar	x		
	poder salvar meus locais de interesse	eu possa consultar os locais onde tenho aulas.		x	
 Técnica de Enfermagem - Usuário externo	saber em qual campus tem feira de orgânicos	eu possa ir fazer compras.		x	
	saber onde tem atendimento de dentista	eu possa ir me consultar		x	
	saber a localização do prédio onde meu filho estuda	eu possa ir buscá-lo.	x	x	x
	saber onde fica o auditório X	eu possa participar do evento X.	x	x	x
	saber qual o banheiro mais próximo	eu possa ir usar o banheiro.	x	x	x
	saber onde está acontecendo a feira de livros	eu possa ir comprar livros	x	x	x
 Secretário de departamento - Usuário interno	solicitar adição e atualização de informações no UCM	eu possa informar alunos/servidores.			
	consultar a área de polígonos	eu possa saber qual a área de espaços específicos.		x	
	consultar a capacidade de lotação dos espaços	eu possa saber qual capacidade de lotação dos espaços.		x	
	consultar nome da pessoa responsável por espaço/sala.	eu possa saber qual a pessoa responsável por um espaço/sala específico.		x	

FONTE: A Autora (2023).

4.5 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

O diagrama de casos de uso apresenta três atores que são usuário, usuário cadastrado e administrador. Os balões em amarelo são as ações que podem ser realizadas pelos atores ligados a eles. O usuário e o usuário cadastrado podem executar as seguintes ações: Acessar mapa, ver escala do mapa, consultar legenda, ativar e desativar camadas da legenda, escolher mapa base, acessar a localização do usuário, buscar por locais, buscar por rotas, alterar zoom, medir distâncias e áreas, criar e exportar geometrias, deletar geometrias, preencher formulários, acessar mapas temáticos, ler *QR code*, acessar mensagens de ajuda, acessar atributos de feições, alterar zoom, mover o mapa e fazer cadastro. Somente o usuário cadastrado pode realizar o *download* de alguns arquivos específicos disponibilizados no sistema, fazer *login* e redefinir senha. O administrador é responsável por disponibilizar todos os dados necessários para o sistema, atualizar o banco de dados e atualizar as funcionalidades do sistema. A figura 16 apresenta o diagrama de casos de uso que também pode ser acessado pelo seguinte link: [Casos de Uso – Figma](#).

FIGURA 16 – DIAGRAMA DE CASOS DE USO



FONTE: A Autora (2023).

4.6 DOCUMENTO DE REQUISITOS

A partir dos requisitos reunidos do reuso de requisitos e levantados nas sessões de *brainstorming* foi feita uma listagem de requisitos, esta lista foi analisada e editada de forma iterativa à medida que o protótipo da interface também foi

tomando forma. Cada requisito foi descrito e para cada requisito foram apontadas suas dependências que são requisitos necessários para que o requisito em questão seja possível de ser implementado. Os quadros 10 e 11 apresentam exemplos da especificação de requisitos funcional e não funcional, respectivamente. O documento de requisitos foi composto pela especificação dos requisitos funcionais e não funcionais e está localizado no APÊNDICE I.

QUADRO 10 - EXEMPLO ESPECIFICAÇÃO DE UM REQUISITO FUNCIONAL

Código	Título
RF 03	Apresentar mapa base com visualização de satélite
Descrição	O sistema deve apresentar um mapa base com visualização de satélite, que consiste em uma base cartográfica formada por imagens de satélite.
Dependências	RF 01
Razão	O usuário pode preferir visualizar os elementos cartográficos em uma base cartográfica constituída por imagens de satélite.

FONTE: A Autora (2023).

QUADRO 11 - EXEMPLO ESPECIFICAÇÃO DE UM REQUISITO NÃO FUNCIONAL

Código	Título
RNF 02	Estar disponível para Android e iOS
Descrição	O sistema deve ser desenvolvido de modo a ser acessível via dispositivos com sistemas operacionais Android e iOS para que o maior número possível de usuários possa fazer uso do sistema sem limitação quanto ao sistema operacional do dispositivo.
Dependências	Não se aplica
Razão	Atender usuários de dispositivos com sistemas operacionais Android e iOS

FONTE: A Autora (2023).

4.6.1 Requisitos não funcionais

O quadro 12 apresenta uma lista dos requisitos não funcionais.

QUADRO 12 – REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

id	Requisito não funcional
RNF 01	Priorizar tecnologias livres (open source)
RNF 02	Estar disponível para <i>Android</i> e <i>iOS</i>
RNF 03	Possuir interface com <i>design</i> responsivo
RNF 04	O sistema deve respeitar o tempo máximo de 15 segundos durante os processamentos.
RNF 05	O sistema deve ser atrativo ao usuário, de fácil aprendizado e recordação
RNF 06	Fazer uso da arquitetura de desenvolvimento de aplicações para ambiente <i>Mobile</i> .
RNF 07	Permitir escalabilidade.

FONTE: A Autora (2023).

4.6.2 Requisitos funcionais

O quadro 13 apresenta uma lista dos requisitos funcionais.

QUADRO 13 – REQUISITOS FUNCIONAIS

id	Requisito Funcional
RF 01	Apresentar a janela do mapa
RF 02	Apresentar mapa base com conteúdo mínimo (OpenStreetMap ou outro)
RF 03	Apresentar mapa base com visualização de imagem de satélite;
RF 04	Apresentar base cartográfica dos campi
RF 05	Permitir escolha de mapas bases de visualização (OpenStretMap ou satélite)
RF 06	Disponibilizar Legenda
RF 07	Disponibilizar ferramentas de medição de distâncias e áreas
RF 08	Permitir a criação de geometrias: i) Linhas; ii)Poligonos; iii)Marcadores.
RF 09	Permitir o download de geometrias
RF 10	Mostrar atributos de elementos do mapa em pop-pups
RF 11	Disponibilizar formulário de sugestões e/ou atualizações
RF 12	Solicitar/Permitir acesso a localização do usuário
RF 13	Exibir na tela inicial o campus onde o usuário se encontra
RF 14	Mostrar a escala do mapa
RF 15	Permitir buscas por locais: i)Por edifícios; ii)Por salas; iii) Por campi.
RF 16	Permitir buscas por rotas
RF 17	Permitir cadastro de novos usuários
RF 18	Permitir login
RF 19	Permitir que o usuário solicite redefinição de senha
RF 20	Permitir que o usuário se localize por leitura de QR Code
RF 21	Permitir habilitação e desabilitação de camadas
RF 22	Disponibilizar camadas temáticas (Mapa temático)
RF 23	Disponibilizar camadas de Rede Topográfica
RF 24	Exibir mensagens de alertas ao usuário indicando erros e suas possíveis soluções
RF 25	Exibir mensagens de ajuda na navegação do sistema (quando solicitado pelo usuários)
RF 26	Permitir troca de andar de edifícios
RF 27	Permitir o download de dados e arquivos
RF 28	Permitir zoom e pan

FONTE: A Autora (2023).

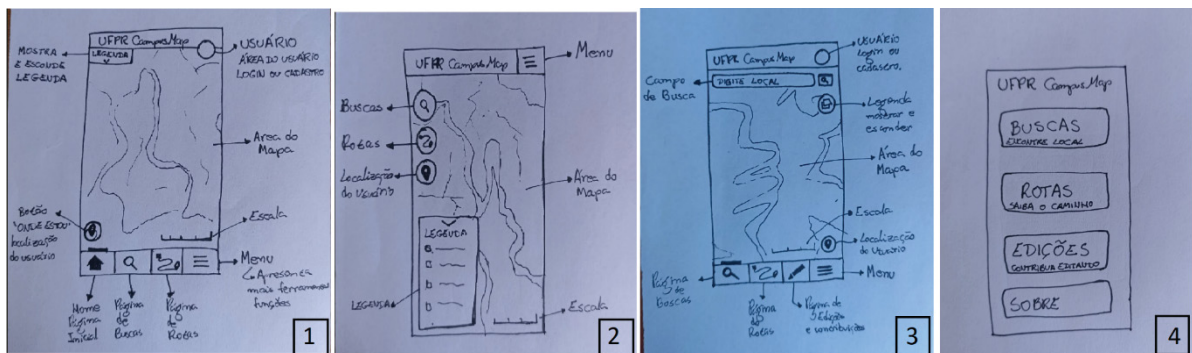
4.7 PROTÓTIPO

Na elaboração do protótipo da interface de alta fidelidade inicialmente foram criadas opções de *wireframes* da tela inicial do sistema. Foi criado um formulário para escolha do *wireframe* que os usuários consideraram mais adequado. A partir da opção de *wireframe* mais votada e das considerações feitas pelos participantes que responderam o formulário foi elaborado um *wireframe* das demais telas do sistema e a partir deste foi criado o protótipo.

4.7.1 Formulário

O formulário apresentou duas etapas, sendo a primeira etapa apenas apresentando os *wireframes* e a segunda etapa apresentando uma explicação sobre a elaboração de cada *wireframe*. A figura 17 mostra as propostas de interface exibidas no formulário para votação.

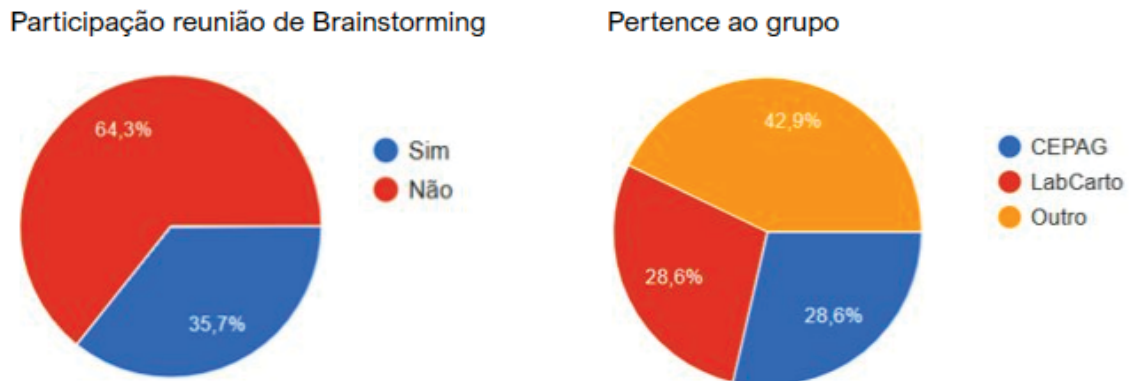
FIGURA 17 - PROPOSTAS DE INTERFACE



FONTE: A Autora (2023)

O formulário foi respondido por 14 pessoas de forma anônima. 5 dos participantes haviam participado da reunião de *brainstorming* (figura 18).

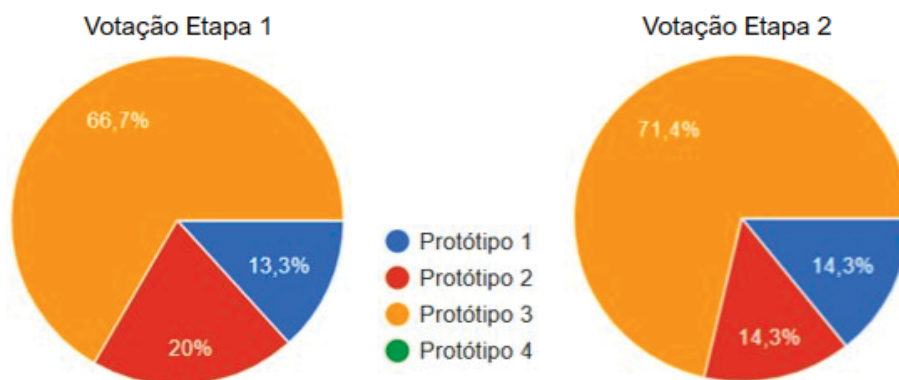
FIGURA 18 – PARTICIPANTES



FONTE: A Autora (2023).

Foi perguntado qual dos *wireframes* apresentados era o mais adequado e em ambas as etapas do formulário, sem e com explicação a respeito da proposta, o *wireframe* vencedor foi o *wireframe* 3 (Figura 19). Como o resultado foi semelhante em ambas as etapas, conclui-se que a explicação sobre o *wireframe* não influenciou na escolha dos participantes da pesquisa.

FIGURA 19 – RESULTADOS DAS VOTAÇÕES



FONTE: A Autora (2023).

Foi solicitado que o participante justificasse o porquê os *wireframes* não escolhidos não eram adequados. As justificativas dos participantes que escolheram o *wireframe* 3 são apresentadas no quadro 14. No formulário, os *wireframes* foram denominados de protótipos de baixa fidelidade, por esse motivo as respostas se referem a protótipos.

QUADRO 14 – JUSTIFICATIVAS PARA A ESCOLHA DO PROTÓTIPO 3

Etapa 1 – Sem explicação a respeito do protótipo
O protótipo 3 dá a impressão de ser mais organizado. A área do mapa fica em destaque sem nenhuma função em cima. As opções ficam organizadas e as funções que normalmente há nos outros aplicativos estão nas mesmas posições, como a função menu e a de <i>login</i> do usuário.
Mais próximo de outras aplicações de mapas. Aplicação com menus similares ao padrão <i>android</i> .
O protótipo 3 apresenta uma facilidade de acesso nas funcionalidades básicas, pois estão dispostas na parte inferior da tela, onde é possível acessar de maneira fácil. O <i>design</i> da tela em geral lembra a maioria dos App de mobilidade, o que na minha opinião facilita o manuseio do usuário “leigo”, isso é importante pois fará com que as pessoas em geral a utilizem.
A disposição dos elementos na tela está mais leve. Entretanto senti falta de ferramentas que aparecem nos outros protótipos, como “onde estou”.
O campo de busca está bem evidente e os ícones não atrapalham a área de visualização do mapa.
O protótipo 3 me parece mais familiar com o que estou acostumado, não há muitos elementos cobrindo o mapa e está bem organizado. Tem duas lupas, não sei se servem ao mesmo propósito.
Na opção 3 eu consigo sentir que já conheço o aplicativo por ser parecido com outros. Então fica bem mais fácil de manusear.
Apresenta uma interface principal com mais informações. Mais fácil de encontrar as opções de menu e de comando mais óbvias de buscas iniciais que se desejam fazer no aplicativo.
No protótipo 3 ao mesmo tempo em que existe uma boa área “limpa” para o mapa, também existe uma barra de pesquisa já na primeira tela com a qual o usuário terá contato, como a função de busca é provavelmente a mais usada é interessante que ela tenha um acesso rápido
Etapa 2 – Com explicação a respeito do protótipo
Pois a interface aparenta ser mais organizada e intuitiva.
A similaridade com o Google Maps facilita o entendimento por usuários que já utilizam esse app.
Pelos motivos disposto anteriormente e o explicitado pelo autor. Um modelo parecido com os que já existem em aplicativos de mobilidade fará com que o usuário não tenha dificuldade em seu manuseio.
Disposição das funções na parte de baixo, legenda retrátil, foco no mapa e na busca.
Acho que pela familiaridade de ser Google Maps então fui instigada a manter a ideia do mais comum pra mim
Porque me lembra o Google Maps, como explicado
Pela facilidade de uso
Porque coincide com a explicação do porquê as informações principais de busca estão na tela principal
Pela facilidade em acessar a função principal e também pela interface familiar ao Google Maps
O mesmo articula bem elementos de cartografia, cartografia ubíqua e interface intuitiva para múltiplos níveis de conhecimentos dos usuários.

FONTE: A Autora (2023).

As respostas do porquê as demais alternativas de interface não foram escolhidas e quais erros foram encontrados nelas para serem descartadas estão apresentadas no quadro 15. Dois participantes não apontaram erros nos *wireframes*.

QUADRO 15 – ERROS APONTADOS PELOS PARTICIPANTES

Respostas dos participantes que escolheram o protótipo 3
Protótipo 4. Mapeamentos <i>web</i> , em especial para dispositivos móveis que não trazem o produto cartográfico no framework, semelhante a mapas <i>web</i> mais usuais como Google Maps, Bing Maps, Mapas iOS etc., não despertam interesse por parte dos usuários não-especialistas.
No protótipo 1 eu apenas incluiria a barra de pesquisas. No protótipo 2 eu acredito que a interface torna-se poluída com as ferramentas sobre o mapa. O protótipo 4 pode não ser ideal para quem quer obter a informação que está buscando o mais rápido possível.
Não escolhi os outros protótipos porque acho mais difícil de encontrar botões e comando que não estão visíveis na tela principal
Não escolhi o protótipo 4 porque apresenta botões, acredito que isso exige maior navegação entre páginas e não é muito prático. O protótipo 2 tem uma legenda cobrindo o mapa, e o protótipo 1 é praticamente o mesmo do 3, então fiquei com o 3 porque me é mais familiar
O 1 tem a legenda em cima e se abrir vai cobrir o mapa, o 2 tem a legenda muito grande na área do mapa e o 4 não é atrativo e não é visual, logo parece ser menos prático
O 1 é parecido com o escolhido e também é interessante. O 2 não gostei dos botões a esquerda para navegar. O 4 atrasa o acesso ao mapa com uma tela a mais para entrar.
O modelo 1 e 3 se aproximam mais do que eu considero adequado, isto é, uma tela limpa e como facilidade de acesso à todas as informações necessárias, nesse quesito é descartado o 2 e 4. A escolha definitiva pelo 3 fica pelo exposto nas respostas anteriores que é o fato de ser um modelo mais 'usual'.
O foco em funções do lado esquerdo superior da tela acredito que não seja compatível com a ergonomia em telas maiores que 5' para pessoas destros.
No 1 e 2 eu não gostei das opções estarem em cima da área do mapa e de como a função legenda está representada. Já a 4 opção seria boa se fosse a interface do menu, quando entra no perfil do usuário ou algo assim, mas ter que sair do mapa para fazer uma busca ou edição "dá muito trabalho".
Respostas dos participantes que não escolheram o protótipo 3
Protótipo 1 – desnecessário ter um botão para home, botão menu pegando metade da barra metade do mapa. Protótipo 3 – com barra superior, barra de buscas, barra inferior, você perdeu 25% de área do mapa Protótipo 4 – imagine que entrei no menu Buscas para ver onde é um local, mas descobri que o local fica bem longe de onde estou ou tem muitos corredores até lá. Decidi que seria melhor gerar uma rota para não me perder. Seria preciso retornar à tela principal apresentada e entrar em Rotas, procurar novamente o local desejado... Isso não é prático. Seria melhor se essas duas funções (busca e rota) trabalhassem de forma integrada, pois uma rota depende de uma busca.
Os outros são interessantes, porém parecem menos intuitivos e diretos
Protótipo 2 – Botões flutuantes diminuem a visualização do mapa num geral, mas gosto do menu aproveitando o "espaço perdido" pela logo do UCM Protótipo 4 – Acho que ter mais janelas para entrar e ficar nesse vai e volta deixa tira a boa experiência de uso do app

FONTE: A Autora (2023).

4.7.2 Wireframe

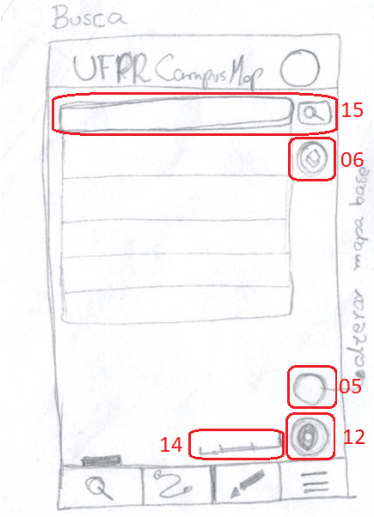
A figura 20 mostra o wireframe feito com lápis e papel escaneado. Os quadros 16, 17, 18 e 19 mostram alguns dos requisitos que foram contemplados na elaboração do wireframe.

FIGURA 20 – WIREFRAME PROPOSTO



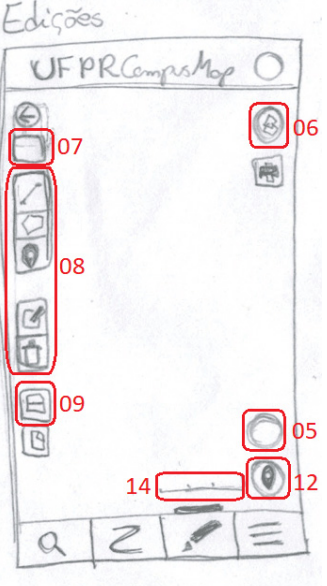
FONTE: A Autora (2023).

QUADRO 16 – WIREFRAME DA PÁGINA DE BUSCA E REQUISITOS

	Requisitos
	RF 05 - Permitir escolha de mapa base de visualização
	RF 06 - Disponibilizar Legenda
	RF 12 - Permitir acesso a localização do usuário
	RF 14 - Mostrar a escala do mapa
	RF 15 - Permitir buscas por locais

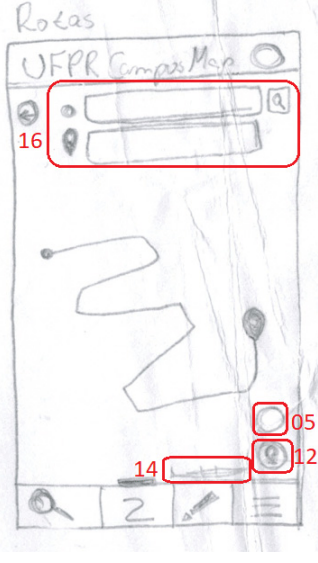
FONTE: A Autora (2023).

QUADRO 17 – WIREFRAME DA PÁGINA DE EDIÇÕES E REQUISITOS

	Requisitos
	RF 05 - Permitir escolha de mapa base de visualização
	RF 06 - Disponibilizar Legenda
	RF 07 - Disponibilizar ferramentas de medição de distâncias e áreas
	RF 08 - Permitir a criação de geometrias
	RF 09 - Permitir o download de geometrias
	RF 12 - Permitir acesso a localização do usuário
	RF 14 - Mostrar a escala do mapa

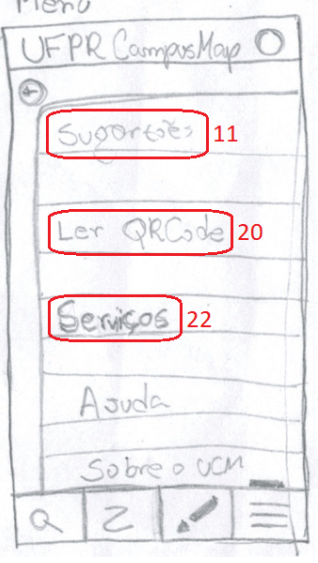
FONTE: A Autora (2023).

QUADRO 18 – WIREFRAME DA PÁGINA DE ROTAS E REQUISITOS

	<p>Requisitos</p> <p>RF 05 - Permitir escolha de mapa base de visualização</p> <p>RF 12 - Permitir acesso a localização do usuário</p> <p>RF 14 - Mostrar a escala do mapa</p> <p>RF 16 - Permitir buscas por rotas</p>
---	---

FONTE: A Autora (2023).

QUADRO 19 – WIREFRAME DA PÁGINA DE MENU E REQUISITOS

	<p>Requisitos</p> <p>RF 11 - Disponibilizar formulário de sugestões e/ou atualizações no pop-up e no menu.</p> <p>RF 20 - Permitir que o usuário se localize por leitura de QR Code</p> <p>RF 22 - Disponibilizar camadas temáticas</p>
---	---

FONTE: A Autora (2023).

4.7.3 Protótipo de alta fidelidade

A figura 21 mostra as telas do protótipo de alta fidelidade desenvolvido na ferramenta de *design* Figma e uma cópia do projeto pode ser acessada no seguinte *link*: [UCM Mobile First – Figma](#). O protótipo interativo pode ser acessado pelo seguinte *link*: [▶ Page 1 - UCM interativo \(figma.com\)](#). As figuras 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30 mostram algumas telas ao lado do *wireframe* correspondente. As figuras 31, 32, 33, 34, 35 e 36 apresentam telas que não foram elaboradas em *wireframe*, mas que atendem aos requisitos funcionais do sistema.

FIGURA 21 - PROTÓTIPO DA INTERFACE



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 22 - PROTÓTIPO DA INTERFACE



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 23 – WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE BUSCA

(a) wireframe

(b) protótipo de alta fidelidade



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 24 – WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE BUSCA E ROTA

(a) *wireframe*

(b) protótipo de alta fidelidade



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 25 – WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE ROTA

(a) *wireframe*

(b) protótipo de alta fidelidade

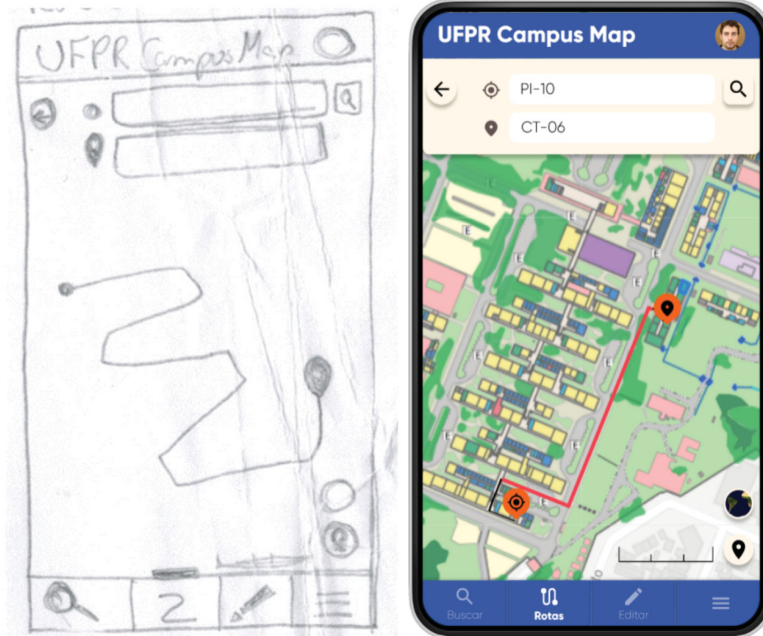


FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 26 – WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE ROTA

(a) *wireframe*

(b) protótipo de alta fidelidade

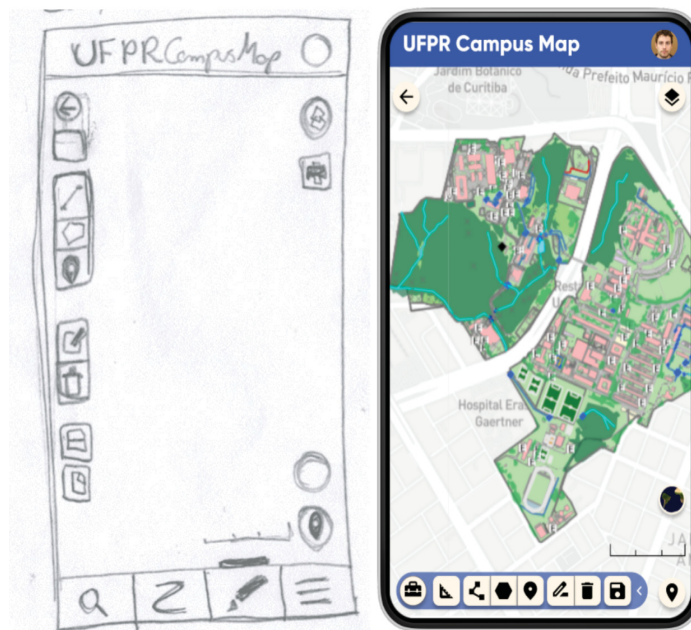


FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 27 – WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE EDIÇÕES

(a) *wireframe*

(b) protótipo de alta fidelidade

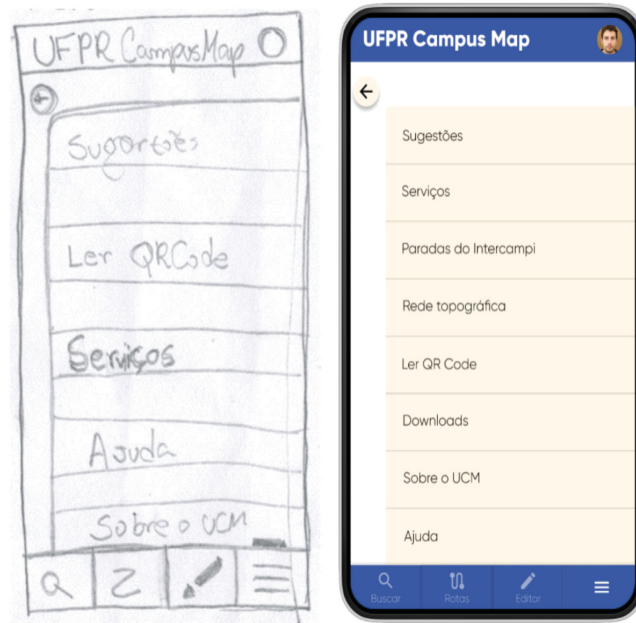


FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 28 – WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE MENU

(a) wireframe

(b) protótipo de alta fidelidade

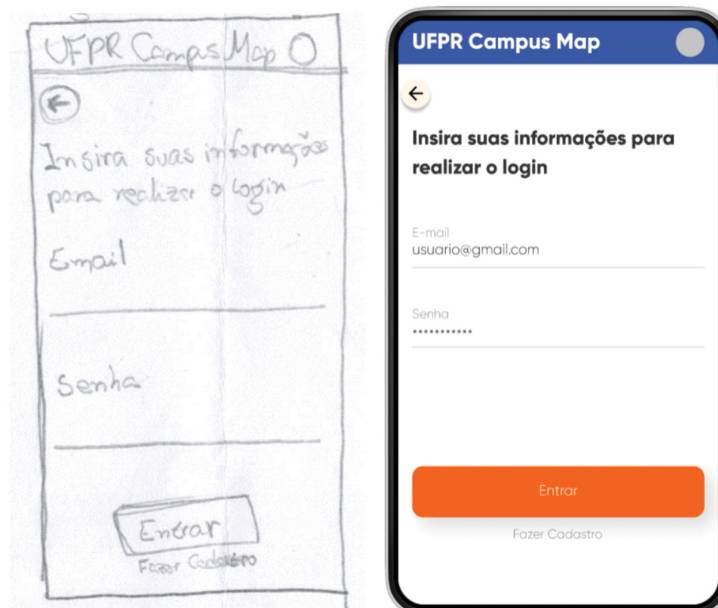


FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 29 – WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE LOGIN

(a) wireframe

(b) protótipo de alta fidelidade



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 30 – WIREFRAME E PROTÓTIPO DA INTERFACE DE CADASTRO

(a) wireframe

(b) protótipo de alta fidelidade

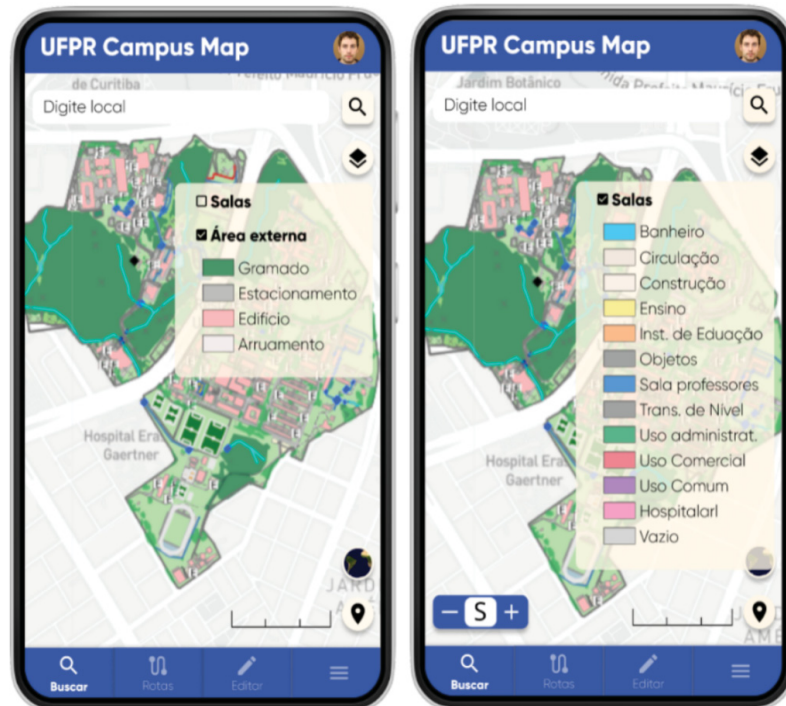


FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 31 – PROTÓTIPO DA INTERFACE COM LEGENDAS

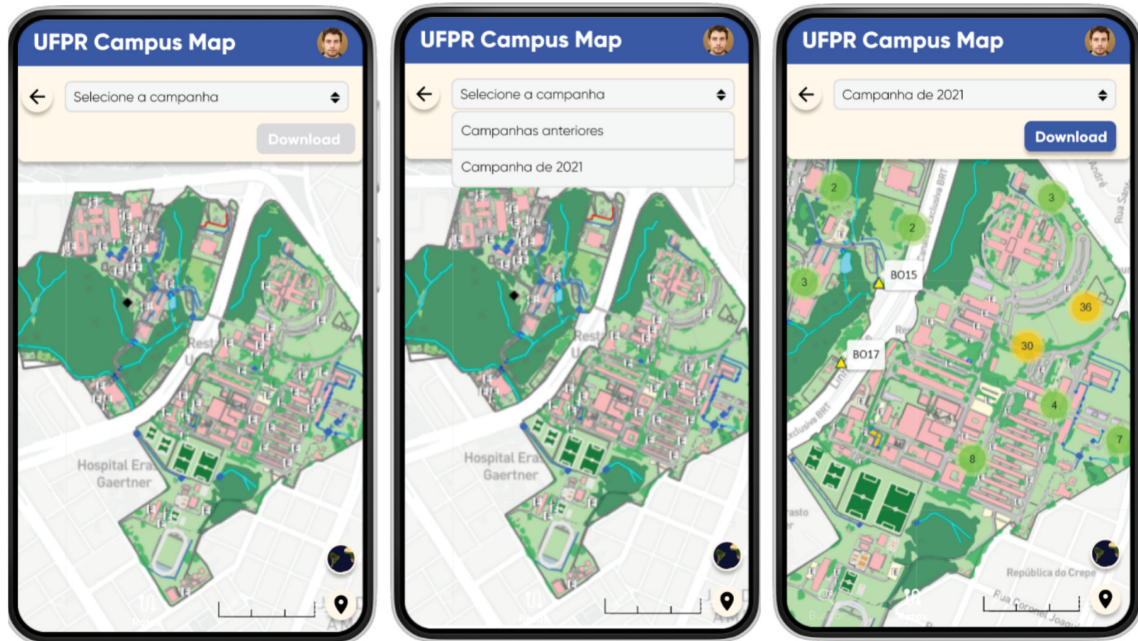
(a) legenda área externa

(b) legenda camadas indoor



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 32 – PROTÓTIPO CONSULTA DE REDE TOPOGRÁFICA



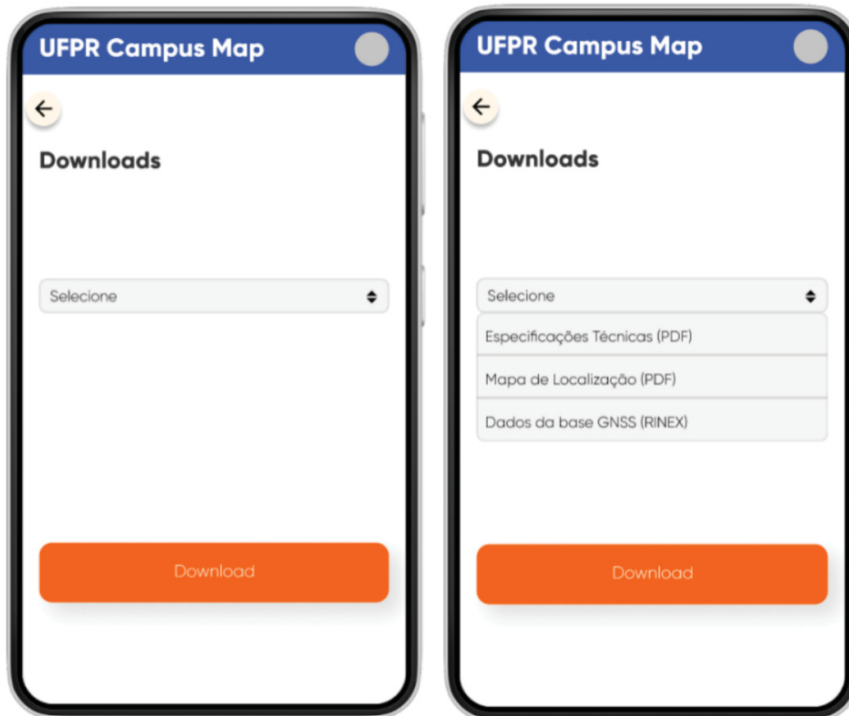
FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 33 – PROTÓTIPO LEITURA DE QR CODE



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 34 – PROTÓTIPO DOWNLOADS DE ARQUIVOS



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 35 – PROTÓTIPO LOCALIZAÇÃO DO USUÁRIO



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 36 – PROTÓTIPO POP-UP E ATRIBUTOS



FONTE: A Autora (2023).

Para que as interfaces sejam interativas, foi necessário adicionar a cada elemento, como por exemplo botões e *links*, uma interação. No Figma isso foi possível de ser realizado como apresentado na figura 37, onde cada ramificação representa uma interação. Além das interações representadas nas ramificações da figura 37, foi adicionado rolagem de tela na vertical para acessar o conteúdo que excede a altura da tela da página como por exemplo nas páginas de formulário e de texto 'sobre o UCM' e rolagem vertical e horizontal nas imagens de mapa base.

4.7.4 Comparativo de interfaces

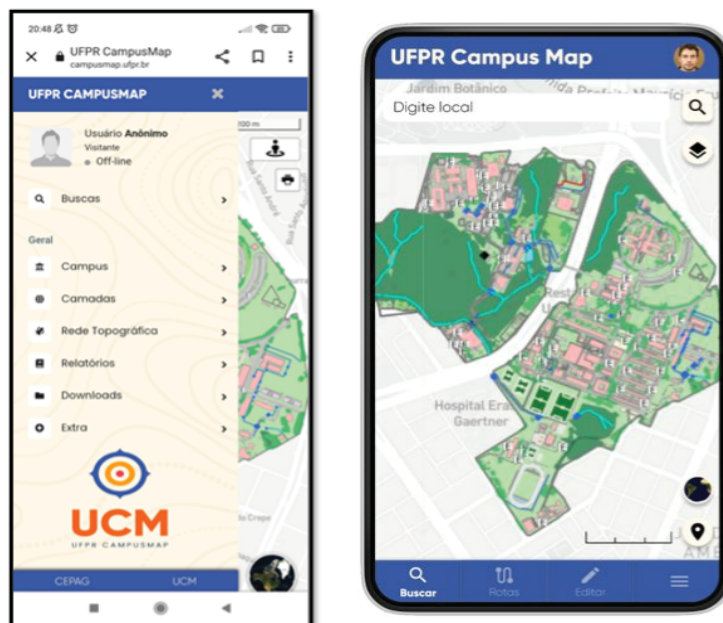
Neste tópico é apresentado um comparativo entre as interfaces do sistema atual, visualizado em dispositivo móvel e do proposto enfatizando as mudanças propostas considerando a interação e visualização em dispositivo móvel.

- Tela inicial do sistema

FIGURA 38 - COMPARAÇÃO DA TELA INICIAL

(a) interface do sistema atual

(b) interface do sistema proposto



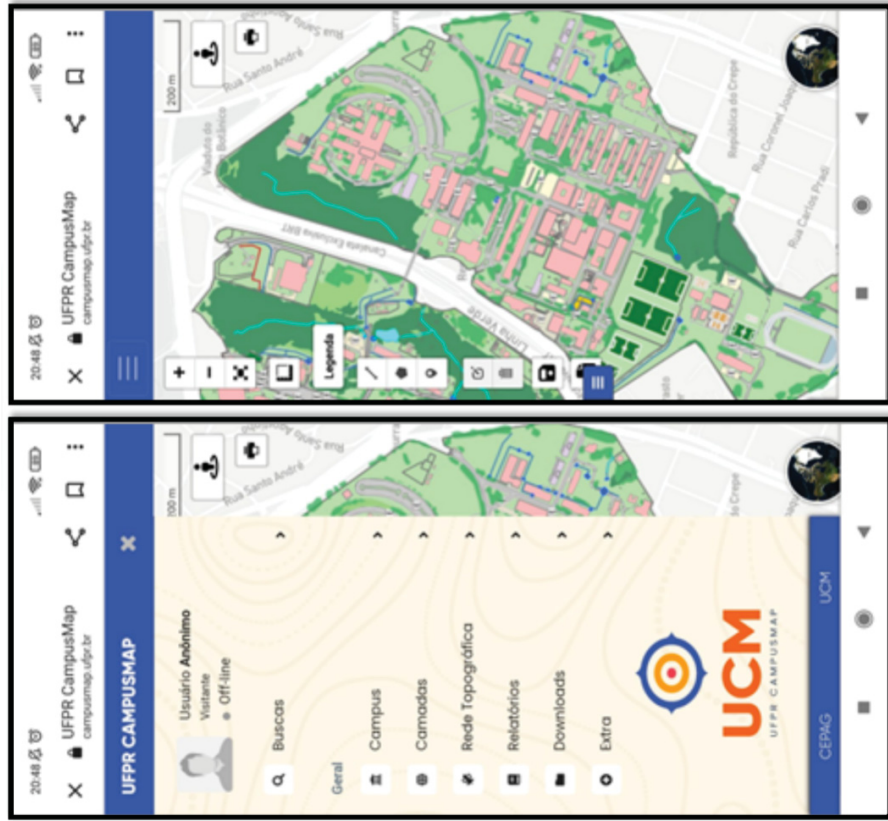
FONTE: A Autora (2023).

Ao acessar o UCM via dispositivo móvel, atualmente, o usuário se depara com o menu principal cobrindo o mapa e precisa minimizá-lo para visualizar o mapa. Na interface proposta o mapa compõe a maior área do *layout* da interface e as funcionalidades do sistema estão distribuídas ao redor.

- Disposição das ferramentas

FIGURA 39 - COMPARAÇÃO DA DISPOSIÇÃO DA DISPOSIÇÃO DAS FERRAMENTAS

(a) interface do sistema atual



(b) interface do sistema proposto



As funcionalidades de busca, habilitação de camadas, acesso a relatórios e solicitação de *downloads* se concentram no menu principal na versão atual do sistema. Na versão proposta, a funcionalidade de busca aparece na parte superior da tela, logo na página inicial, pois a página inicial coincide com a página de busca. As demais funcionalidades estão distribuídas sobre o mapa e em outras páginas.

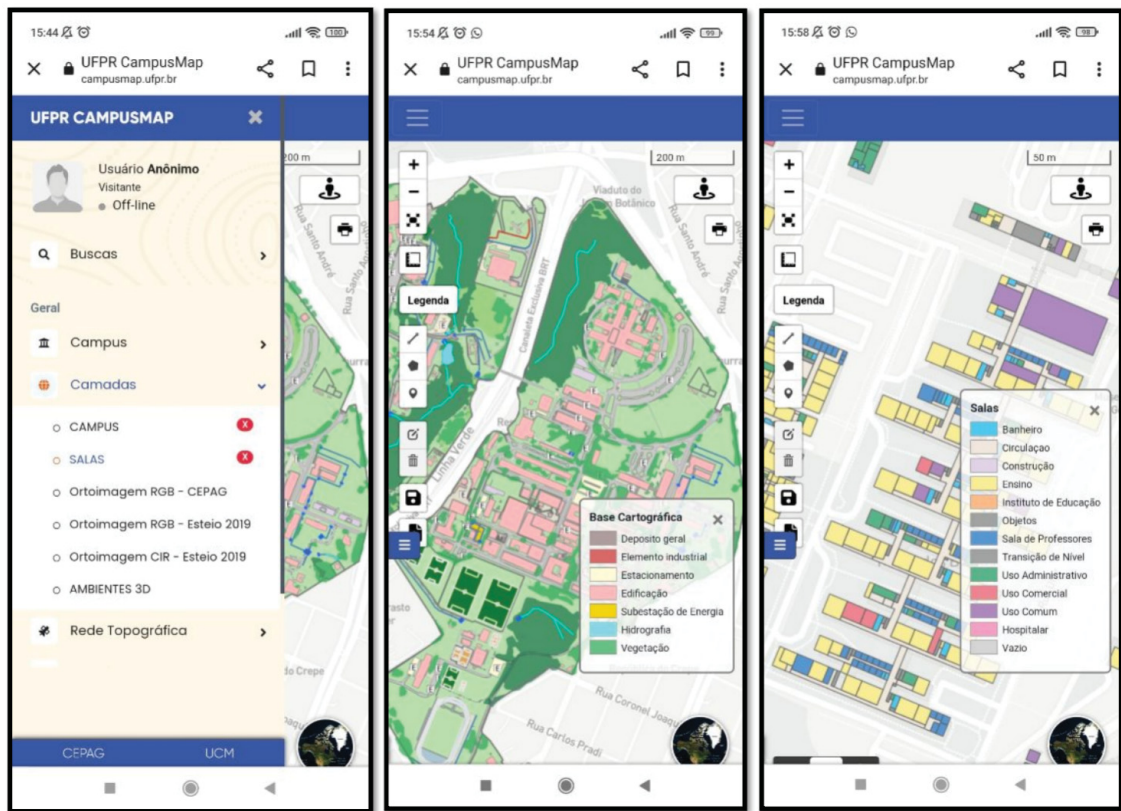
As ferramentas de edição estão na lateral esquerda da interface atual. Na interface proposta, as ferramentas de edição aparecem quando o usuário acessa a página de edição e elas ficam na parte inferior da tela ocupando o espaço antes destinado para o *menu bars*.

Na interface proposta, algumas ferramentas permanecem sobre o mapa, são elas: troca de mapa base, localização do usuário, mostrar legenda e alterar andar dos edifícios.

- Habilitação de camadas

FIGURA 40 - COMPARAÇÃO DA HABILITAÇÃO DE CAMADAS

(a) interface do sistema atual



(b) interface do sistema proposto



FONTE: A Autora (2023).

A habilitação de camadas ocorre de forma semelhante nas duas versões (atual e proposta), porém, na atual o usuário precisa voltar ao menu da lateral esquerda para habilitar a visualização da camada desejada. Na versão proposta, a camada é habilitada pela legenda.

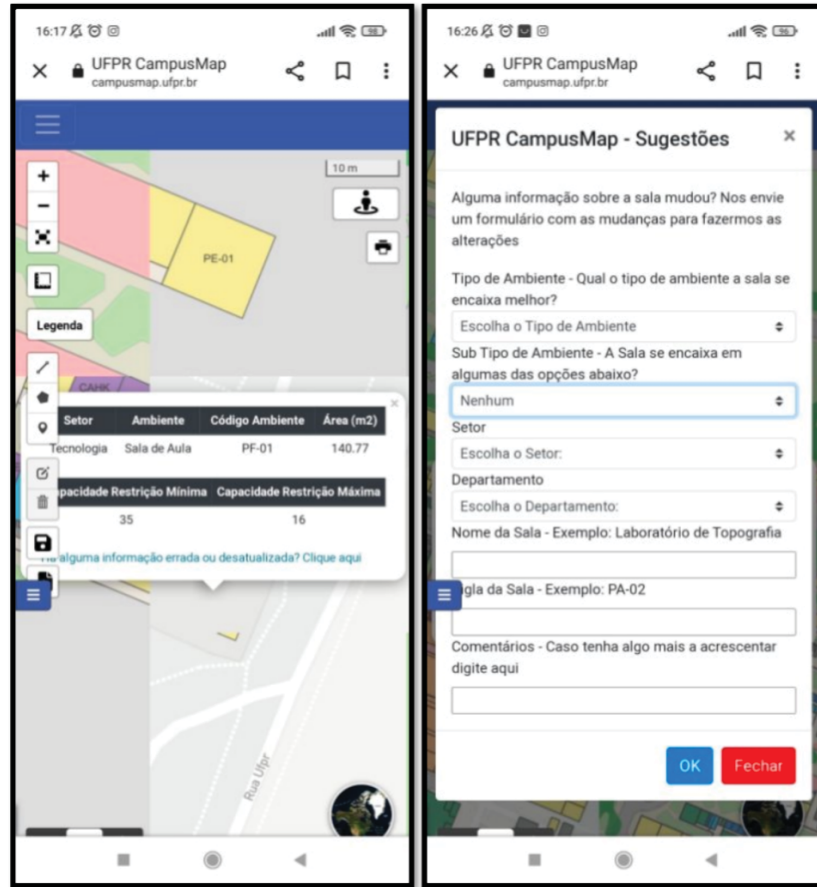
Em ambos, a ferramenta de alterar o andar dos edifícios só aparece quando a camada de dados *indoor* (salas) está visível. No sistema atual, a ferramenta de alterar o andar dos edifícios fica sobreposta pelos botões de navegação do dispositivo *Android*.

Na versão atual, para fechar a janela de legenda, o usuário deve clicar sobre o 'x' e na versão proposta o usuário abre e fecha a janela de legenda ao clicar sobre o botão de legenda.

- Uso de pop-up e formulário

FIGURA 41 - COMPARAÇÃO DO USO DE POP-UP E FORMULÁRIO

(a) interface do sistema atual



(b) interface do sistema proposto



FONTE: A Autora (2023).

Em ambas as versões, o usuário acessa o *pop-up* ao clicar na feição, isto é, alguma sala. Na versão atual o *pop-up* é sobreposto pelas ferramentas de edição. Na versão proposta, a *pop-up* apresenta uma quantidade reduzida de atributos a fim de utilizar pouco espaço da tela, tem o botão '+ informações' que leva o usuário até a tabela de atributos completa. As *pop-ups* das duas versões possuem um *link* que direciona o usuário para um formulário, onde o usuário pode sugerir alterações e atualizações dos atributos.

No formulário da versão proposta, o usuário deve deslizar o dedo sobre a tela para acessar o conteúdo completo.

- Busca por rota

FIGURA 42 - BUSCA POR ROTA



FONTE: A Autora (2023).

No sistema atual a funcionalidade de busca por rotas não está disponível no momento, pois carece de mais pesquisa e aprimoramento. Na versão proposta, o usuário pode formar rotas por dois caminhos. Um dos caminhos é realizar primeiro a busca por local, quando o local é localizado, aparece um botão de rotas que vai permitir que o usuário insira o local de partida. O outro caminho é através da aba 'rotas' do *menu bars* que direciona o usuário para uma página onde ele pode inserir duas localidades (partida e destino).

Buscou-se elaborar uma simulação de cada um dos requisitos propostos no protótipo da interface, porém, por se tratar de um protótipo de interface e também devido a limitação de interações do Figma, não foi possível simular para validar alguns deles que são os apresentados no quadro 20.

QUADRO 20 – REQUISITOS NÃO SIMULADOS NO PROTÓTIPO

RF 07	Disponibilizar ferramentas de medição de distâncias e áreas
RF 08	Permitir a criação de geometrias: i) Linhas; ii)Poligonos; iii)Marcadores;
RF 25	Exibir mensagens de ajuda na navegação do sistema
RF 28	Permitir zoom e pan

FONTE: A Autora (2023).

As ferramentas de medição de distâncias e áreas e de criação de geometria estão disponíveis na interface, porém o uso delas não foi possível de ser simulado. Apenas a função de mover o mapa foi possível de ser simulada, mas não é possível ampliar.

4.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE ABORDAGEM DE DESENVOLVIMENTO

Três tipos de abordagens de desenvolvimento para aplicações móveis foram apresentados: nativa, híbrida e *PWA*. Considerando os requisitos especificados para a presente proposta, a abordagem de desenvolvimento considerada a mais apropriada é a híbrida.

A abordagem nativa possui muitos benefícios, porém para atender ao requisito de estar disponível para os sistemas operacionais *Android* e *iOS*, se faria necessário duas equipes de desenvolvimento diferentes, uma para cada sistema operacional, isso demandaria mais tempo, novos recursos humanos capacitados nas tecnologias necessárias e conseqüentemente um maior custo de desenvolvimento. Também seria necessário modificar a interface proposta para se adequar aos *guidelines* dos sistemas operacionais que são diferentes um do outro.

A abordagem *PWA* – *Progressive Web App* está progredindo, porém ainda não possui acesso completo ao *hardware* do aparelho, excluindo recursos que podem ser necessários para a incrementação de funcionalidades do sistema proposto, além de fornecer pouco suporte para o sistema operacional *iOS*. Por isso a solução *PWA* não seria a mais adequada para o momento, mas é algo que pode ser considerado futuramente ou repensado caso o projeto de desenvolvimento para a versão *mobile* se prolongue a tempo de a *PWA* incluir acesso completo ao *hardware* do dispositivo móvel.

Por fim, a abordagem de desenvolvimento híbrida foi considerada a mais apropriada para o momento por atender aos requisitos do sistema e permitir o uso de linguagens de programação e mesma base de arquivos que já são utilizadas na versão existente para *web*. Com a abordagem híbrida será possível aproximar-se ao máximo de um aplicativo nativo e permanecer com a mesma interface para todos os sistemas operacionais.

5 CONCLUSÕES

A fim de solucionar o problema evidenciado por Martins (2021) sobre a usabilidade do sistema UFPR CampusMap em dispositivos móveis, a presente pesquisa propôs uma nova versão do sistema com base no conceito *mobile-first*, que consistiu em projetar primeiro para dispositivos móveis considerando suas limitações e recursos. A proposição *mobile-first* do sistema UCM foi composta pela elaboração de um documento de requisitos e pela criação de um protótipo de interface interativo. Para solucionar o problema em questão foram integrados de forma combinada a abordagem *design thinking*, uso de métodos ágeis e entregáveis de *UX design* ao processo de engenharia de requisitos. O foco da solução foi garantir ao usuário de dispositivo móvel satisfação ao utilizar o UCM.

O reuso de requisitos foi a primeira técnica de elicitação de requisitos utilizada devido a proposta desta pesquisa ter como ponto de partida um sistema existente e atuante, foram aproveitados requisitos da concepção do sistema e provenientes da consulta e análise das funcionalidades presentes na versão atual. Isso proporcionou um esboço dos primeiros requisitos como ponto de partida para a inclusão e aperfeiçoamento dos requisitos elicitados pelo método de *brainstorming*, que se mostrou um método eficaz devido a participação dos *stakeholders* que mantinham envolvimento com o desenvolvimento do sistema e também eram usuários do mesmo. A junção dos dois métodos foi suficiente.

As sessões de *brainstorming* cumpriram o duplo papel de definir e descrever os usuários, na construção de proto-personas e, de elicitar os requisitos do sistema. Graças, também, à colaboração dos *stakeholders* e dos *insights* gerados em sessão foi possível escrever as histórias de usuário que levaram à conclusão de que as principais funcionalidades do sistema são busca, rotas e localização. Definiu-se também que todos os usuários, mesmo que classificados como internos ou externos, teriam acesso a mesma interface e que as principais funcionalidades, mais requisitadas, teriam que estar em evidência.

A participação dos *stakeholders* na seleção do wireframe mais adequado para a prototipação contribuiu para a criação de um protótipo mais preciso, uma vez que questões relevantes foram levantadas por meio de perguntas abertas no

formulário, permitindo o aprimoramento do *wireframe* escolhido. Embora essa atividade tenha alcançado seu objetivo esperado, o resultado poderia ter sido ainda melhor se diferentes pessoas apresentassem suas perspectivas em uma reunião presencial, tanto na escolha dos wireframes a serem votados quanto na votação em si. Essa abordagem colaborativa e dinâmica para a idealização do protótipo teria acelerado o processo.

As histórias de usuários serviram como subsídio para a especificação dos requisitos, mas a especificação de requisitos e o diagrama de casos de uso foram criados de forma iterativa, ou seja, elaborados ao mesmo tempo.

A terceira etapa do processo de engenharia de requisitos que consistiu na validação dos requisitos por meio da prototipação foi o que mais gerou mudanças na especificação dos requisitos, pois à medida que o protótipo da interface foi sendo construído, novas dúvidas e *insights* foram surgindo, confirmando que o processo de engenharia de requisitos é cíclico e iterativo e pode ser realizado quantas vezes forem necessárias.

A abordagem de desenvolvimento sugerida foi escolhida com base nos requisitos do sistema. Se o custo e os recursos humanos fossem ilimitados, a escolha poderia ter sido diferente, mas também foi levado em consideração a real probabilidade de implementação. Espera-se que essa pesquisa gere frutos e que a presente proposta seja implementada, provavelmente pelos pesquisadores e estagiários do CEPAG que já trabalham com o sistema desenvolvido para *web*. A abordagem de desenvolvimento híbrida é uma opção viável, pois é uma tecnologia bem consolidada que garante acesso a vários sensores de dispositivos móveis e atende aos sistemas operacionais *Android* e *iOS* e ainda aproveita das linguagens de desenvolvimento e programação que já são capacidades da equipe que atualmente compõe o CEPAG, excluindo a necessidade de criar novas equipes de desenvolvimento e aquisição de novos dispositivos.

A presente pesquisa alcançou seu objetivo geral ao propor a versão *mobile-first* do UCM CampusMap. É importante ressaltar que tanto o documento de requisitos quanto o protótipo são processos em constante evolução e estão sujeitos a alterações. Essa pesquisa representa o primeiro passo na concepção de uma

experiência satisfatória para os usuários que utilizarão o UCM por meio de dispositivos móveis.

Novas pesquisas podem ser recomendadas a partir desta: testar o protótipo da interface com usuários e aprimorá-lo antes de iniciar a implementação do sistema móvel; desenvolver um *design* responsivo para diferentes dispositivos móveis, incluindo telas dobráveis/flexíveis; criar um protótipo de uma nova versão para *desktop* com base na abordagem *mobile-first*, aprimorando-a para telas maiores; comparar essa nova versão com a versão inicialmente desenvolvida para *desktop*, a fim de validar a hipótese de que o conceito *mobile-first* resulta em melhores interfaces para telas de *desktop*.

Esta pesquisa concentrou-se exclusivamente na interface do sistema, enquanto questões relacionadas ao projeto cartográfico ainda estão em aberto. Conforme demonstrado neste estudo, o uso de dispositivos móveis está em constante crescimento, assim como a emergência de novos tipos de dispositivos móveis, o que apresenta novos desafios para o uso da cartografia em plataformas móveis.

6 REFERÊNCIAS

- Abraham, L. (2019). Where do we go from here? Understanding mobile map design, geography. University of Wisconsin-Madison
- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications*, 37(4), 445-456.
- Adetunji, O., Ajaegbu, C., Otuneme, N., & Omotosho, O. J. (2020). Dawning of Progressive Web Applications (PWA): Edging Out the Pitfalls of Traditional Mobile Development. *Am. Sci. Res. J. Eng. Technol. Sci.(ASRJETS)*, 68(1), 85-99.
- Aktan, M., & Wirén-Hallqvist, U. (2014). Developing a responsive mobile-first design guide for e-commerce with the users in focus (Dissertation). Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-112458>
- Barbosa, G. A. R., Barbosa, M. W., Santana, I. S., & Fernandes, U. (2009). Evoluindo um processo de elicitação de requisitos com foco na seleção da técnica mais adequada de elicitação. *ISys - Brazilian Journal of Information Systems*, 2. <https://doi.org/10.5753/isys.2009.150>
- Barbosa, V. S., Porto, R. T. (2015). *Mobile First: o resultado da interação entre internet, dispositivos de acesso e interface*. XII EVIDOSOL e IX CILTEC-Online - junho/2015
- Bastos Júnior, P. D. O. (2005). Elicitação de requisitos de software através da utilização de questionários. *Rio de Janeiro: PUC-Rio, Departamento de Informática*.
- Brehmer, M., Lee, B., Stasko, J., & Tominski, C. (2021). Interacting with visualization on mobile devices. In *Mobile Data Visualization* (pp. 67-110). Chapman and Hall/CRC.
- Chittaro, L. (2006). Visualizing Information on Mobile. Devices. *Computer*, 39(3), 40–45. <https://doi.org/10.1109/mc.2006.109>
- Costa, N. P. D. O., Duarte Filho, N. F., & Duarte, A. F. (2012). Avaliação comparativa de sistemas operacionais para dispositivos móveis: foco em suas funcionalidades. In *CONTECSI - international conference on information systems and technology management* (Vol. 9, pp. 1-15).
- Davidson, B. D. (2014). *Cartographic design for mobile devices: A case study using the UW-Madison interactive campus map* (Doctoral dissertation).
- De Lange, N., & Plass, C. (2008). WebGIS with Google maps. *Digital Earth Summit on Geoinformatics*, 176-181.
- Denko, B., Pečnik, Š., & Fister Jr., I. (2021). A Comprehensive Comparison of Hybrid Mobile Application Development Frameworks. *International Journal of Security and Privacy in Pervasive Computing*, 13(1), 78–90. <https://doi.org/10.4018/ijspcc.2021010105>

- Dillemuth, J. (2005). Map Design Evaluation for Mobile Display. *Cartography and Geographic Information Science*, 32(4), 285–301. <https://doi.org/10.1559/152304005775194773>
- Favaro, J., Mazzini, S., Schreiner, R., de Koning, H. P., & Olive, X. (2012, July). 3.6. 2 next generation requirements engineering. In *INCOSE International Symposium* (Vol. 22, No. 1, pp. 461-474).
- Fortunato, D., & Bernardino, J. (2018, June). Progressive web apps: An alternative to the native mobile Apps. In *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE.
- Garrett, J. J. (2011). *The elements of user experience: user-centered design for the Web and beyond* (2nd ed.). New Riders.
- Gothelf, J. (2012) Using Proto-Personas for Executive Alignment. Disponível em: <https://uxmag.com/articles/using-proto-personas-for-executive-alignment>
- Goulimis, E. D., Spanaki, M., & Tsoulos, L. (2003). *Context-based cartographic display on mobile devices*. na.
- GSMA. (2023). Working Groups. Disponível em: <https://www.gsma.com/aboutus/>
- Harb, E. et al. (2011). Responsive web design. Disponível em: <https://courses.isds.tugraz.at/iaweb/surveys/ws2011/g3-survey-resp-web-design.pdf>
- Hampshire, N., Califano, G., & Spinks, D. (2022). *Mastering Collaboration in a Product Team*. Apress.
- Hernández-Nieto, C., Sánchez, X., & Salinas, P. (2015). A Mobile First Approach for the Development of a Sustainability Game. *Procedia Computer Science*, 75, 182–185. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.236>
- Horak, T., Aigner, W., Brehmer, M., Joshi, A., & Tominski, C. (2021). Responsive visualization design for mobile devices. In *Mobile Data Visualization* (pp. 33-66). Chapman and Hall/CRC.
- Joo, H. S. (2017). A Study on the development of experts according to UI / UX understanding. *KOREA SCIENCE & ART FORUM*, 31, 401–411. <https://doi.org/10.17548/ksaf.2017.12.30.401>
- Lauesen, S. (2003). Task descriptions as functional requirements. *IEEE software*, 20(2), 58-65.
- Lindgaard, G., Dillon, R., Trbovich, P., White, R., Fernandes, G., Lundahl, S., & Pinnamaneni, A. (2006). User Needs Analysis and requirements engineering: Theory and practice. *Interacting with Computers*, 18(1), 47–70. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2005.06.003>
- Lima, M. D. C. (2020). *Desenvolvimento de um WebGIS para campus universitário com práticas de UCD* (Doctoral dissertation, Brazil).
- Lima, L. (2022). Mobile First: a importância da aplicabilidade. Disponível em <https://blog.ploomes.com/mobile-first/>
- Lowdermilk, T. Design Centrado no Usuário: Um guia para o desenvolvimento de aplicativos amigáveis. Novatec Editora, 24 de mai. de 2019 - 184 páginas

- Maguire, M. (2001). Methods to support human-centred design. *International Journal of Human-Computer Studies*, 55(4), 587–634. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2001.0503>
- Martins, V. E. Avaliação de usabilidade e ergonomia do webgis UFPR Campus Map (UCM) acessado em dispositivos desktop e móvel. (2021). Dissertação [mestrado]. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências da Terra. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. 157 p.
- Maziero, L. T. P. (2007). Influência dos aspectos das interfaces na comunicação dos mapas interativos e a proposição de diretrizes para o design dessas interfaces. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. 213 p.
- Mendonça, A. L. A. D. (2013). Avaliação de interfaces cartográficas para dispositivos com tela sensível ao multitoque. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba.
- Mohialden, Y. M. (2021). Mobile operating systems: survey. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(13), 4872-4375.
- Moketar, N. A., Kamalrudin, M., Yusof, M. M., & Sidek, S. (2018). A review on requirements validation for software development. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 96(11).
- Mota, K. & Hirma, K. (2017). Seleção de técnicas de elicitação de requisitos. 3692-3722. 10.5748/9788599693131-14CONTECSI/PS-4801. Data de acesso: 21 Jun. 2022
- Mullins, C. (2015, July). Responsive, mobile app, mobile first: untangling the UX design web in practical experience. In *Proceedings of the 33rd Annual International Conference on the Design of Communication* (pp. 1-6).
- Nallan, H., Jaiswal, M. UCD Vs. Design Thinking. Disponível em <https://think.design/blog/ucd-vs-design-thinking/>
- Nield, D. Gizmodobrasil: conheça todos os sensores do seu smartphone e como eles funcionam. 2020. Disponível em: <https://gizmodo.uol.com.br/sensores-smartphones-guia/>. Acesso em: 31 mar. 2022.
- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things*. Basic Books.
- Noskov, A., & Zipf, A. (2018, August). Backend and frontend strategies for deployment of WebGIS services. In *Sixth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2018)* (Vol. 10773, pp. 158-167). SPIE.
- Nubiato, E. L. (2019). Proposta de requisitos para aquisição de sistema de informação territorial por administrações públicas municipais. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências da Terra. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. 379 p.
- Nurpalah, A., Pasha, M. S., Rhamdhan, D. D., Maulana, H., & Rafdhi, A. A. (2021). Effect of UI/UX Designer on Front End. *International Journal of Research and Applied Technology (INJURATECH)*, 1(2), 335-341.

Pernice, K. (2016). UX Prototypes: Low Fidelity vs. High Fidelity. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ux-prototype-hi-lo-fidelity/>

Prakash, B. (2020). Retrofitting Mobile First Design, Responsive Design: Driving Factors, Approach, Best Practices and Design Considerations. *Current Trends in Computer Sciences & Applications*, 2(2). <https://doi.org/10.32474/ctcsa.2020.02.000131>

Ramos, G., Sluter, C. (2017). Determination of geo-information characteristics in the user interaction with a system for betterment tax calculation. *Boletim de Ciências Geodésicas*. 23. 476-492. 10.1590/s1982-21702017000300032.

Ricker, B. A., & Roth, R. E. (2018). Mobile maps and responsive design. *Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge*, CV-40.

Roth, R. E., Ross, K. S., & MacEachren, A. M. (2015). User-centered design for interactive maps: A case study in crime analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(1), 262-301.

Roth, R. (2017). User interface and user experience (UI/UX) design. *Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge*, 2017(Q2).

Roth, R., Young, S., Nestel, C., Sack, C., Davidson, B., Janicki, J., ... & Zhang, G. (2018). Global landscapes: Teaching globalization through responsive mobile map design. *The Professional Geographer*, 70(3), 395-411.

Roth, R. E. (2019). How do user-centered design studies contribute to cartography? *GEOGRAFIE*, 124(2), 133–161. <https://doi.org/10.37040/geografie2019124020133>

Roth, R. (2019). What is mobile first cartographic design. In *ICA Joint Workshop on User Experience Design for Mobile Cartography*. Bern, Switzerland: International Cartographic Association.

Preece, J., Sharp, H., & Rogers, Y. (2015). *Interaction design: beyond human-computer interaction*. John Wiley & Sons.

Saffer, D. (2007) *Designing for Interaction, Second Edition: Creating Innovative Applications and Devices*. New Riders. 38 p.

Sarot, R. V., Delazari, L. S., & Camboim, S. P. (2021). Proposal of a spatial database for indoor navigation. *Acta Scientiarum. Technology*, 43, e51718. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v43i1.51718>

Sergieieva, K. (2022). Mapa SIG: Tipos De Mapeamento Interativo E Aplicativos. Disponível em <https://eos.com/pt/blog/mapa-sig/>

Serrano, N., Hernantes, J., & Gallardo, G., "Mobile Web Apps," in *IEEE Software*, vol. 30, no. 5, pp. 22-27, Sept.-Oct. 2013, doi: 10.1109/MS.2013.111.

Silva, R. C., Benitti, F. B. V. (2011). Introdução à engenharia de requisitos. Pró-reitoria de pós-graduação, pesquisa, extensão e cultura programa de mestrado acadêmico em computação aplicada. Universidade do Vale do Itajaí. 35 p.

Silva, D. H. L. G. (2015). Aplicativo multiplataforma de escrita colaborativa em tempo real. Monografia. Bacharelado em Sistemas de Informação – UNIVEM. 85 p.

- Sluter, C. R., Brandalize, M. C. B., van Elzakker, C. J. P., & Ivánová, I. (2013). Defining standard symbols for street network maps for urban planning based on user requirements. In *Annals of the 26th Cartographic Conference–ICC*.
- Sluter, C. R., van Elzakker, C. P., & Ivanova, I. (2017). Requirements elicitation for geo-information solutions. *The Cartographic Journal*, 54(1), 77-90.
- Sommerville, I. (2011). *Engenharia de Software*. tradução Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Gonçalves; revisão técnica Kechi Hirana. 9. ed., São Paulo: Person Prentice Hall.
- Spinks, D., Califano, G., Hampshire, N. (2022). *Mastering Collaboration in a Product Team: 70 Techniques to Help Teams Build Better Products*. APress; 1st ed. 166 p.
- Stats, S. G. (2018). Desktop vs mobile vs tablet market share worldwide. *URL* <http://gs.statcounter.com/platform-market-share/desktop-mobile-tablet>. Acesso em nov. 2021.
- Teixeira, F. (2014). *Introdução e Boas Práticas Em UX Design*. Casa do Código. 262 p.
- Varrel, Otto (2015). Mobile first as a best practice in web design. Disponível em: <https://www.theseus.fi/handle/10024/94252>
- Voutilainen, J. P., Salonen, J., & Mikkonen, T. (2015). On the design of a responsive user interface for a multi-device web service. In *2015 2nd ACM International Conference on Mobile Software Engineering and Systems* (pp. 60-63). IEEE.
- Wroblewski, L. (2011). *Mobile first: Foreword by Jeffrey Zeldmann*. Nova Iorque: A Book Apart. Acesso em nov. 2021.
- Zulkarnain, A. (2019). *Penerapan Mobile-First Design pada Antarmuka Website Profil Sekolah Menggunakan Metode Human-Centred Design (Studi Kasus: SMPN 21 Malang)*. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 13 (2). pp. 125-136. ISSN 2580-8397 (O); 0852-730X (P)

APÊNDICE 1 - DOCUMENTO DE REQUISITOS

Documento de Requisitos
UFPR CAMPUSMAP
para dispositivos móveis

Controle de versões

Autor	Versão	Data
Thalita Lopes	v.1	09/02/2023

INTRODUÇÃO

Este documento tem como objetivo apresentar os requisitos da proposta de desenvolvimento da versão para dispositivos móveis do sistema UFPR Campus Map.

Atualmente o sistema existe na versão desenvolvida para *web* e atende usuários de dispositivos móveis através do design responsivo, porém o sistema apresenta problemas de uso na plataforma móvel e necessita de um projeto para dispositivos móveis.

O objetivo principal deste projeto é realizar o desenvolvimento de uma aplicação para dispositivos móveis que atenda ao objetivo do UFPR CampusMap: prover ao usuário do sistema uma base de dados atualizada sobre a estrutura dos campi, tanto de seus ambientes externos quanto internos e permitir a busca e definição de rotas entre pontos de interesse.

CENÁRIO ATUAL

A versão atual responsiva do sistema, quando utilizada via dispositivo móvel, não satisfaz o usuário. O sistema não atende o objetivo principal de permitir a busca e definição de rotas entre pontos de interesse. Demora para carregar a visualização e apresenta algumas ferramentas sobrepostas quando visualizado em telas de dispositivos móveis.

A solução para prover ao usuário um sistema eficaz e satisfatório para uso em dispositivo móvel é projetar o UFPR CampusMap para dispositivo móvel.

PREMISSAS

O sistema deve ser desenvolvido para dispositivos móveis e ser responsivo, de modo que se adeque aos diferentes tamanhos de dispositivos móveis.

Os dados necessários para execução do projeto, permanecem os mesmos da versão web existente e são fornecidos, majoritariamente, pelo CEPAG - Centro de Pesquisas Aplicadas em Geoinformação e pelo Laboratório de Cartografia e SIG da UFPR.

REQUISITOS

Nesta seção são apresentados os requisitos funcionais e não funcionais que foram coletados como solução para a versão móvel do sistema UFPR CampusMap. Os requisitos funcionais são identificados pela sigla RF e os requisitos não funcionais são identificados pela sigla RNF.

REQUISITOS FUNCIONAIS

id	Requisito Funcional
RF 01	Apresentar a janela do mapa
RF 02	Apresentar mapa base com conteúdo mínimo
RF 03	Apresentar mapa base com visualização de imagem de satélite
RF 04	Apresentar base cartográfica dos campi
RF 05	Permitir escolha de mapas bases de visualização
RF 06	Disponibilizar Legenda
RF 07	Disponibilizar ferramentas de medição de distâncias e áreas
RF 08	Permitir a criação de geometrias: i) Linhas; ii)Poligonos; iii)Marcadores
RF 09	Permitir o download de geometrias
RF 10	Mostrar atributos de elementos do mapa em pop-ups
RF 11	Disponibilizar formulário de sugestões e/ou atualizações
RF 12	Solicitar/Permitir acesso a localização do usuário
RF 13	Exibir na tela inicial o campus onde o usuário se encontra
RF 14	Mostrar a escala do mapa
RF 15	Permitir buscas por locais: i)Por edifícios; ii)Por salas; iii) Por campi.
RF 16	Permitir buscas por rotas
RF 17	Permitir cadastro de novos usuários
RF 18	Permitir login
RF 19	Permitir que o usuário solicite redefinição de senha
RF 20	Permitir que o usuário se localize por leitura de QR Code
RF 21	Permitir habilitação e desabilitação de camadas
RF 22	Disponibilizar camadas temáticas
RF 23	Disponibilizar camadas de Rede Topográfica
RF 24	Exibir mensagens de alertas ao usuário indicando erros e suas possíveis soluções
RF 25	Exibir mensagens de ajuda na navegação do sistema

RF 26	Permitir troca de andar de edifícios
RF 27	Permitir o download de dados e arquivos
RF 28	Permitir zoom e pan

REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

id	Requisito não funcional
RNF 01	Priorizar tecnologias livres (open source)
RNF 02	Estar disponível para Android e iOS
RNF 03	Possuir interface com design responsivo
RNF 04	O sistema deve respeitar o tempo máximo de 15 segundos durante os processamentos.
RNF 05	O sistema deve ser atrativo ao usuário, de fácil aprendizado e recordação
RNF 06	Fazer uso da arquitetura de desenvolvimento de aplicações para ambiente Mobile.
RNF 07	Permitir escalabilidade.

ESPECIFICAÇÃO DOS REQUISITOS

Nesta seção são apresentadas as especificações de cada requisitos, estão organizadas em tabelas contendo código, título, descrição de dependências e razão.

REQUISITOS FUNCIONAIS

Código	Título
RF 01	Apresentar a janela do mapa;
Descrição	O sistema apresenta uma janela de mapa para que sejam exibidos a base cartográfica e demais elementos cartográficos. A janela do mapa é a parte principal da interface do usuário, nela estarão contidas a maior parte das funcionalidades do sistema.
Dependências	Não se aplica
Razão	O usuário poderá visualizar e interagir com o mapa e elementos no mapa.

Código	Título
RF 02	Apresentar mapa base com conteúdo mínimo
Descrição	O sistema deve apresentar um mapa base que consiste na base cartográfica, esta pode ser a base cartográfica do <i>Open Street Map</i> ou semelhante.
Dependências	RF 01
Razão	Os demais elementos cartográficos do sistema devem ser referenciados em uma base cartográfica.

Código	Título
RF 03	Apresentar mapa base com visualização de satélite
Descrição	O sistema deve apresentar um mapa base com visualização de satélite, que consiste em uma base cartográfica formada por imagens de satélite.
Dependências	RF 01
Razão	O usuário pode preferir visualizar os elementos cartográficos em uma base cartográfica constituída por imagens de satélite.

Código	Título
RF 04	Apresentar base cartográfica dos campi
Descrição	O sistema deve apresentar base cartográfica dos campi contendo os edifícios e demais elementos espaciais presentes nos campi.
Dependências	RF 01, RF 02 e RF 03
Razão	A base cartográfica dos campi constitui dos dados necessários para que o usuário possa adquirir as informações necessárias.

Código	Título
RF 05	Permitir escolha de mapa base de visualização
Descrição	O sistema deve permitir que o usuário escolha qual mapa base de visualização utilizar.
Dependências	RF 01, RF 02 e RF 03
Razão	A escolha de mapa base de visualização é por preferência do usuário. Cada usuário pode ter uma preferência diferente.

Código	Título
RF 06	Disponibilizar Legenda
Descrição	O sistema deve disponibilizar legenda para referenciar os elementos espaciais presentes na janela do mapa.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03 e RF 04
Razão	O usuário depende da legenda como consulta para reconhecer elementos espaciais e obter informações.

Código	Título
RF 07	Disponibilizar ferramentas de medição de distâncias e áreas
Descrição	O sistema deve fornecer ferramentas que permitam a medição de distância e áreas dos elementos espaciais presentes no mapa.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03 e RF 04
Razão	O usuário pode desejar fazer a medição de distâncias e áreas.

Código	Título
RF 08	Permitir a criação de geometrias
Descrição	O sistema deve fornecer ferramentas que permitam a criação de geometrias: linhas ou polilinhas, polígonos e marcadores (pontos).
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03 e RF 04
Razão	Permite que o usuário crie geometria para o fim desejado.

Código	Título
RF 09	Permitir o download de geometrias
Descrição	O sistema deve fornecer a opção de baixar as geometrias criadas nos formatos KML e GeoJson.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03, RF 04 e RF 08
Razão	O usuário poderá utilizar a geometria e/ou compartilhá-la.

Código	Título
RF 10	Mostrar atributos de elementos do mapa em pop-up
Descrição	O sistema deve apresentar, conforme requerido pelo o usuário, pop-ups com atributos da feição (elemento). Os pop-up devem conter opção de fechar.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03 e RF 04
Razão	Permitir que o usuário tenha acesso aos atributos de forma rápida.

Código	Título
RF 11	Disponibilizar formulário de sugestões e/ou atualizações
Descrição	O sistema deverá fornecer meio para acesso de formulário para que o usuário preencha. O formulário poderá ser acessado por link presente em pop-ups e pelo menu principal do sistema.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03, RF 04 e RF 10
Razão	O usuário pode sugerir atualizações e/ou apontar erros.

Código	Título
RF 12	Permitir acesso a localização do usuário
Descrição	O sistema, com a permissão do usuário, deve apresentar no mapa a localização do usuário.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03 e RF 04
Razão	O usuário poderá se localizar no mapa.

Código	Título
RF 13	Exibir na tela inicial o campus onde o usuário se encontra
Descrição	O sistema, na página inicial, deve apresentar o mapa com o centro do mapa no campus onde o usuário se encontra. Isso deve ocorrer, se o usuário permitir acesso a sua localização. Caso o usuário não permita o acesso a localização, o padrão será exibir o mapa com centro no Campus Centro Politécnico.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03 e RF 04
Razão	Contribuir para que o usuário se localize com maior facilidade ao utilizar o sistema.

Código	Título
RF 14	Mostrar a escala do mapa
Descrição	O sistema deve mostrar a escala do mapa. A escala deve ser dinâmica e deve acompanhar as manipulações na janela do mapa.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03 e RF 04
Razão	Permitir que o usuário consulte a escala.

Código	Título
RF 15	Permitir buscas por locais
Descrição	O sistema deve conter campo para buscas. O sistema deve permitir buscas por campus, salas e edifícios pelo mesmo campo de busca.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03 e RF 04
Razão	Permitir que o usuário encontre o local desejado.

Código	Título
RF 16	Permitir buscas por rotas
Descrição	O sistema deve criar e disponibilizar rotas com base em um ponto de partida e um ponto de chegada definidos pelo usuário.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03, RF 04 e RF 15
Razão	Permitir que o usuário acesse rotas para o trajeto desejado.

Código	Título
RF 17	Permitir cadastro de novos usuários
Descrição	O sistema deve permitir que os usuários se cadastrem para ter acesso ao download de alguns dados específicos do projeto UFPR Campus Map.
Dependências	Não se aplica
Razão	O usuário se tornar um usuário cadastrado e adquirir dados específicos que requerem cadastro do usuário.

Código	Título
RF 18	Permitir login de usuário
Descrição	O sistema deve permitir que o usuário cadastrado efetue login.
Dependências	RF 17
Razão	O usuário cadastrado efetuar login.

Código	Título
RF 19	Permitir que o usuário solicite redefinição de senha
Descrição	O sistema deve permitir que o usuário solicite a redefinição de sua senha, informando o e-mail cadastrado.
Dependências	RF 17
Razão	O usuário pode redefinir sua senha de acesso ao sistema.

Código	Título
RF 20	Permitir que o usuário se localize por leitura de QR Code
Descrição	O sistema deve fornecer ferramenta que, com permissão ao acesso da câmera do usuário, leia QR Codes espalhados pelo campus Centro Politécnico. O usuário poderá visualizar onde ele se encontra no mapa.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03 e RF 04
Razão	O usuário poderá se localizar no mapa através da leitura de um QR Code.

Código	Título
RF 21	Permitir habilitação e desabilitação de camadas
Descrição	O sistema deve fornecer opção de habilitação e desabilitação de camadas das camadas presentes na legenda.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03, RF 04 e RF 06
Razão	O usuário pode escolher quais camadas ele deseja ver e quais são necessárias para obter a informação que ele deseja.

Código	Título
RF 22	Disponibilizar camadas temáticas
Descrição	O sistema deve fornecer camadas com temas úteis aos usuários internos e externos, tais como serviços prestados pela universidade a comunidade, paradas de intercâmbio e entre outros. As camadas destacam as localidades destes serviços a fim de informar ao usuário quais serviços estão disponíveis e onde encontrá-los.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03, RF 04 e RF 06
Razão	O usuário poderá conhecer e encontrar os serviços prestados pela universidade.

Código	Título
RF 23	Disponibilizar camadas de Rede Topográfica
Descrição	O sistema deve fornecer camadas de Rede Topográfica classificadas de acordo com as campanhas realizadas de levantamento topográfico.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03, RF 04 e RF 06
Razão	O usuário poderá consultar a respeito da rede topográfica

Código	Título
RF 24	Exibir mensagens de alertas ao usuário indicando erros e suas possíveis soluções;
Descrição	O sistema deve ajudar o usuário nas tarefas com mensagens de alertas de erros informando possíveis soluções.
Dependências	Não se aplica
Razão	Ajudar o usuário a utilizar o sistema.

Código	Título
RF 25	Exibir mensagens de ajuda na navegação do sistema
Descrição	O sistema deve fornecer mensagens de ajuda na navegação do sistema quando o usuário solicitar ajuda.
Dependências	Não se aplica
Razão	Ajudar o usuário a utilizar o sistema.

Código	Título
RF 26	Permitir troca de andar de edifícios
Descrição	O sistema deve fornecer uma ferramenta que permita ao usuário trocar o andar do prédio que ele deseja visualizar. Ao trocar o andar, uma camada referente ao andar é habilitada. A ferramenta só ficará disponível quando a camada de salas, que é a camada de dados <i>indoor</i> , estiver habilitada para visualização.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03, RF 04 e RF 06
Razão	O usuário poderá visualizar a camada de um andar específico.

Código	Título
RF 27	Permitir o download de dados e arquivos
Descrição	O sistema deve permitir que o usuário faça download de dados e arquivos: Especificações técnicas, mapas de localização, dados da base GNSS. Somente usuários cadastrados poderá ter acesso aos dados de base GNSS.
Dependências	RF 17 e RF 18
Razão	O usuário poderá baixar arquivos.

Código	Título
RF 28	Permitir zoom e pan
Descrição	O sistema deve permitir que o usuário amplie e mova os mapas base e camadas sobre o mapa, isto é, o conteúdo contido dentro da janela de mapa.
Dependências	RF 01, RF 02, RF 03 e RF 04
Razão	O usuário poderá visualizar as camadas ampliadas e movê-las.