UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E ENGENHARIAS
Faculdade de Engenharia da Computação
Bacharelado em Engenharia da Computação

Trabalho de Conclusão de Curso

EXPERIÊNCIA DE USUÁRIO (UX) PARA PORTFÓLIO WEB COM INTERAÇÕES DE OBJETOS 3D

Cristina Vitória Leal Leite

Marabá - PA
2024

Cristina Vitória Leal Leite

EXPERIÊNCIA DE USUÁRIO (UX) PARA PORTFÓLIO WEB COM INTERAÇÕES DE OBJETOS 3D

Projeto Final de Curso, apresentado à Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador(a):
Prof(a). Dra. Zenaide Carvalho da Silva

Marabá - PA
2024

Cristina Vitória Leal Leite

EXPERIÊNCIA DE USUÁRIO (UX) PARA PORTFÓLIO WEB COM INTERAÇÕES DE OBJETOS 3D

Projeto Final de Curso, apresentado à Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia da Computação.

Marabá: 26 de Junho de 2024

BANCA QUALIFICADORA:

Prof(a). Dra. Zenaide Carvalho da Silva
(Orientadora - Prof(a). Dra. Zenaide Carvalho da Silva)

Prof(a). Dr. Warley Muricy Valente Junior
(Membro da Banca - Prof. Dr. Warley Muricy Valente Junior)

Prof(a). Dra. Leslye Estefania Castro Eras
(Membro da Banca - Prof(a). Dra. Leslye Estefania Castro Eras)

Marabá - PA
2024

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus familiares: meu pai, Antônio Dias Leite, minha mãe, Maria Raimunda Leal Leite, e meus irmãos: Carlos Henrique da Silva Leite, Cássia Gabriela Leal Leite, Carlos Antônio Leal Leite e Carol Iarla Leal Leite. Eles me deram assistência incondicional durante toda a jornada do meu curso. Seu apoio emocional foi crucial para que eu não desistisse nos momentos de dificuldade. Além disso, garantiram que nunca me faltasse nada necessário, proporcionando suporte material de forma constante. Apesar da luta contra a distância, conseguimos superar todos os obstáculos juntos, e por isso, sou eternamente grata.

Gostaria de dedicar uma menção especial ao meu querido irmão, Carlos Antônio Leal Leite, que infelizmente faleceu antes de eu terminar o curso. Carlos Antônio sempre foi meu ombro amigo e me deu apoio emocional constante. Embora ele não possa estar aqui para comemorar minha vitória de concluir a faculdade, seu amor e suporte incondicional continuam a me inspirar e fortalecer. Sua memória estará sempre presente em meu coração, e sua influência positiva foi fundamental para que eu chegasse até aqui.

À professora Zenaide Carvalho da Silva, minha orientadora, pelo suporte inestimável, orientação sábia e encorajamento constante ao longo deste trabalho. Seu conhecimento e dedicação foram essenciais para a conclusão deste TCC. Agradeço especialmente por me ajudar a estruturar e organizar o projeto, guiando-me com paciência e sabedoria em cada etapa do processo.

Ao Manoel Malon Costa de Moura, pela assistência crucial na configuração do ambiente sobre banco de dados e na utilização da ferramenta ModelViewer. Sua ajuda técnica e paciência foram fundamentais para superar os desafios técnicos deste projeto. Sua disponibilidade e expertise permitiram que eu avançasse com confiança e competência.

Gostaria também de agradecer aos professores, cujos ensinamentos e direcionamentos foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Vocês não apenas transmitiram conhecimento, mas também inspiraram e orientaram minhas escolhas, solidificando minha certeza na carreira que irei seguir.

Aos meus amigos Isac Galvão Santos e Lucas Antônio da Silva Lima e colegas da turma de 2019, e a todos os discentes que compartilharam esta jornada comigo, meu sincero agradecimento. O apoio de vocês em solucionar problemas de projetos em equipe, o esforço conjunto para concluir artigos, projetos, apresentações e atividades em datas próximas ou iguais, foi inestimável. Vocês mostraram o verdadeiro significado de camaradagem e empatia. As noites de estudo, a disposição para ajudar mesmo quem não fazia parte do grupo, e a capacidade de trabalhar em equipe são lembranças que levarei para sempre.

Essa experiência me mostrou a importância da colaboração e da solidariedade.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Suas palavras de incentivo, sugestões e apoio foram essenciais para a concretização deste projeto.

A todos vocês, meu sincero e profundo agradecimento.

RESUMO

A experiência do usuário (UX) desempenha um papel importante na interação com objetos 3D, especialmente no contexto digital. A interação com esses objetos vai além da simples visualização, proporcionando uma experiência imersiva e interativa que pode transformar a maneira como os usuários percebem e interagem com conteúdos online. Neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), foi abordado o papel da Experiência do Usuário (UX) na otimização de portfólios *web*, com foco na implementação de interações de objetos 3D. O objetivo principal é desenvolver e avaliar um portfólio *web* para uma empresa de materiais de construção em Marabá-PA, visando melhorar a experiência dos usuários através da imersão e interatividade proporcionadas pelos objetos 3D. Utilizando uma abordagem metodológica baseada em pesquisas bibliográficas e questionários quali-quantitativos, este estudo busca não apenas compreender o impacto das tecnologias imersivas na experiência do usuário *online*, mas também oferecer *insights* práticos para o desenvolvimento de portfólios *web* mais eficazes. As descobertas deste trabalho contribuem para uma compreensão mais profunda da usabilidade *digital* e suas implicações para o sucesso de produtos e serviços *online*, além de fornecer diretrizes práticas para *designers* e desenvolvedores interessados em aprimorar a experiência do usuário através de objetos 3D em *websites*.

Palavras-chave: Experiência do Usuário. Imersão. Interatividade. Objetos 3D. Portfólios *Web*. Usabilidade *Digital*.

ABSTRACT

The user experience (UX) plays an important role in the interaction with 3D objects, especially in the digital context. The interaction with these objects goes beyond simple visualization, providing an immersive and interactive experience that can transform the way users perceive and interact with online content. In this Final Graduation Project (TCC), the role of User Experience (UX) in the optimization of web portfolios was addressed, focusing on the implementation of 3D object interactions. The main objective is to develop and evaluate a web portfolio for a construction materials company in Marabá-PA, aiming to improve the user experience through the immersion and interactivity provided by 3D objects. Using a methodological approach based on bibliographic research and quali-quantitative questionnaires, this study seeks not only to understand the impact of immersive technologies on the online user experience but also to offer practical insights for the development of more effective web portfolios. The findings of this work contribute to a deeper understanding of digital usability and its implications for the success of online products and services, as well as provide practical guidelines for designers and developers interested in enhancing user experience through 3D objects on websites

***Keywords*: User Experience. Immersion. Interactivity. 3D Objects. Web Portfolios. Digital Usability.**

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Cada fase do processo de desnvolvimento desde projeto 27
Figura 2 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 01. 33
Figura 3 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 02. 34
Figura 4 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 03. 34
Figura 5 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 04. 35
Figura 6 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 05. 35
Figura 7 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 06. 36
Figura 8 – Resultados da Pesquisa Preliminar.. Questão 07. 36
Figura 9 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 08. 37
Figura 10 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 09. 37
Figura 11 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 10. 38
Figura 12 – Projeto Teste da Cafeteria 3D. Visualização frente. 39
Figura 13 – Projeto Teste da Cafeteria 3D. Visualização frente e lado. 39
Figura 14 – Projeto Teste da Cafeteria 3D. Visualização lado. 40
Figura 15 – Wireframe. 41
Figura 16 – Página de Carregamento 42
Figura 17 – Página Inicial 43
Figura 18 – Página de Catalogos de Produtos 44
Figura 19 – Página de Visualização do SubProduto 45
Figura 20 – Componentes Padronizados. Imagens e cores. 46
Figura 21 – Componentes Padronizados. Produtos 47
Figura 22 – Componentes Padronizados. Botões, select, cards, navbar e footer . . . 47
Figura 23 – Componentes Padronizados. Tipografia. 48
Figura 24 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Fria 1 50
Figura 25 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Fria 2 50
Figura 26 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Fria 3 50
Figura 27 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Quente 1 51
Figura 28 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Quente 2 51
Figura 29 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Quente 3 51
Figura 30 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Esgoto 1 52
Figura 31 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Esgoto 2 52
Figura 32 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Esgoto 3 52
Figura 33 – Modelagem do Banco de Dados em Tabelas 57
Figura 34 – Componentes de mudança de categorias 61
Figura 35 – Interações dos usuários nas diferentes telas do site. 62
Figura 36 – Quantidade de interações representado por cores. 62
Figura 37 – Mapa de calor do usuário 01 63
Figura 38 – Mapa de calor do usuário 02 64

Figura 39 – Mapa de calor do usuário 03 64
Figura 40 – Mapa de calor do usuário 04 65
Figura 41 – Mapa de calor do usuário 05 65
Figura 42 – Teste de usabilidade Questão 01. 66
Figura 43 – Teste de usabilidade Questão 02. 66
Figura 44 – Teste de usabilidade Questão 03. 67
Figura 45 – Teste de usabilidade Questão 05. 67
Figura 46 – Teste de usabilidade Questão 06. 68
Figura 47 – Teste de usabilidade Questão 06. 68
Figura 48 – Teste de usabilidade Questão 07. 69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação dos Trabalhos Relacionados 25
Tabela 2 – Objetivos de cada um dos trabalhos correlatos 26
Tabela 3 – Descrição das Etapas do Projeto e Ferramentas Utilizadas 31
Tabela 4 – Registros dos produtos de Água Fria 54
Tabela 5 – Registros dos produtos de Água Quente 55
Tabela 6 – Registros dos produtos de Esgoto 56
Tabela 7 – Dados dos usuários e ambiente de teste. 58
Tabela 8 – Tabela de interação do usuário com a interface. 62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UX	*User Experience*
UI	*User Interface*
3D	*Três dimenções*
HTML	*HyperText Markup Language*
CSS	*Cascading Style Sheets*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

1.1 Motivação ou Justificativa 15

1.2 Objetivo Geral 15

1.3 Objetivos Específicos 15

1.4 Estrutura do Trabalho 16

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 17

2.0.1 *User Experience* (UX) 17

2.0.2 *User Interface* (UI) 18

2.0.3 Heurísticas de Nielsen 18

2.0.4 Usabilidade 19

2.0.5 Testes de Usabilidade 20

2.0.6 Objetos 3D 21

2.0.7 Portfólio Web 22

2.1 Trabalhos Relacionados 22

3 METODOLOGIA 27

3.1 Etapa de Mapeamento de Usuário 27

3.2 Etapa do projeto teste 28

3.3 Etapa de *Wireframe* 28

3.4 Etapa de Prototipação Final 28

3.5 Etapa de *Design Systems* 29

3.6 Etapa de Desenvolvimento do *Front-End* 29

3.7 Etapa de Modelagem 3D 29

3.8 Etapa de Desenvolvimento do *Back-End* 30

3.9 Ferramentas e Justificativas 31

4 PORTFOLIO WEB COM OBJETOS 3D 33

4.1 Etapa de Mapeamento de Usuário 33

4.2 Etapa do projeto teste . . . 38
4.3 Etapa de *Wireframe* . . . 40
4.4 Etapa de Prototipação Final . . . 41
4.5 Etapa de *Design Systems* . . . 45
4.6 Etapa de Desenvolvimento do *Front-End* . . . 48
4.7 Etapa de Modelagem 3D . . . 49
4.8 Etapa de Desenvolvimento do *Back-End* . . . 53
4.8.1 Etapa integração Objeto 3D com web . . . 53

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES . . . 58
5.1 Preparação da Avaliação do Teste de Usabilidade . . . 58
5.1.1 Definição de Perfis dos Participantes . . . 58
5.1.2 Definição de Cenários . . . 59
5.1.3 Definição de Tarefas . . . 59
5.1.4 Realização do Experimento . . . 59
5.1.5 Execução das Atividades do Projeto . . . 60
5.1.6 Durante a aplicação do teste . . . 61
5.1.7 Análise das Interações . . . 61
5.1.8 Resposta ao Questionário de Experiência do Usuário . . . 65

6 CONCLUSÃO . . . 70
6.1 Melhorias Realizadas no Site . . . 70
6.2 Dificuldades Enfrentadas e Soluções Adotadas . . . 71
6.3 Trabalhos Futuros . . . 72
6.3.1 Integração de Visualizações 3D em Grandes Plataformas de E-commerce 73
6.3.2 Performance das Interações 3D em Dispositivos de Baixo Desempenho . 73
6.3.3 Acessibilidade para Pessoas com Deficiência . . . 74

REFERÊNCIAS . . . 75

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico e a crescente demanda por experiências digitais mais imersivas e interativas, o desenvolvimento de websites tem se tornado não apenas uma ferramenta de comunicação, mas também uma plataforma de experiências multifacetadas. De acordo com um levantamento realizado pela (AI, 2023), os brasileiros passam, em média, mais de 5 horas por dia conectados à internet, colocando o país em segundo lugar no ranking global de tempo gasto online. Nesse contexto, a usabilidade digital desempenha um papel fundamental no sucesso de produtos e serviços online, impactando diretamente a experiência do usuário, a satisfação do cliente e até mesmo os resultados financeiros das organizações. No entanto, garantir uma experiência de usuário satisfatória e eficiente não é uma tarefa trivial.

A dificuldade em alcançar a usabilidade digital ideal é amplamente reconhecida e documentada. Um exemplo emblemático é o caso do *MySpace*, uma das maiores redes sociais do mundo nos anos 2000. Apesar de sua popularidade inicial, o *MySpace* enfrentou críticas constantes devido à sua interface confusa, carregamento lento e falta de foco na experiência do usuário. Essas falhas de usabilidade contribuíram significativamente para a perda de uma grande base de usuários para seus concorrentes que ofereciam interfaces mais intuitivas e experiências mais atraentes.

Diante desses desafios, é crucial compreender os princípios fundamentais da usabilidade digital e explorar estratégias eficazes para superar as dificuldades e proporcionar experiências digitais mais satisfatórias para os usuários. Nesse contexto, a integração de objetos 3D em websites emerge como uma estratégia promissora para potencializar a interatividade e proporcionar aos usuários uma experiência visualmente rica e envolvente. Os objetos 3D em websites não apenas aumentam o apelo estético, mas também oferecem funcionalidades que podem transformar a interação do usuário. Por exemplo, em um site de comércio eletrônico, a visualização de produtos em 3D permite que os usuários examinem itens de todos os ângulos, proporcionando uma experiência de compra mais completa e confiável. Além disso, a possibilidade de manipular esses objetos em tempo real pode melhorar significativamente o entendimento do produto, resultando em decisões de compra mais informadas e aumentando a satisfação do cliente.

A implementação de objetos 3D pode, portanto, ser uma ferramenta poderosa para empresas que buscam diferenciar-se no mercado digital competitivo, melhorando tanto a usabilidade quanto a experiência geral do usuário.

Este estudo tem como propósito principal desenvolver e explorar um portfólio web voltado para uma empresa sediada em Marabá-PA, especializada na comercialização de materiais de construção. A iniciativa busca melhorar significativamente o índice de compras nessa categoria, atualmente muito baixo devido a preocupações dos usuários relacionadas à

confiabilidade e segurança. Para isso, será adotada uma abordagem centrada na integração de objetos tridimensionais (3D) como estratégia-chave para aumentar a interatividade e proporcionar uma experiência digital mais envolvente e satisfatória para os clientes em potencial.

1.1 Motivação ou Justificativa

Atualmente, muitas pessoas sentem insegurança ao realizar compras online. Essa preocupação é especialmente evidente no contexto da compra de materiais de construção, onde a experiência digital ainda enfrenta desafios significativos. Inspirado pelo entusiasmo por experiencia do usuário ou design de interface *UX/UI*, modelagem 3D e desenvolvimento web, este projeto foi desenvolvido para unir essas áreas com soluções empresariais inovadoras.

O objetivo é criar um portfólio *web* que permita interações com objetos 3D, oferecendo uma experiência de compra mais intuitiva e segura. Essa abordagem não só melhora a visualização dos produtos, mas também facilita a compreensão de suas características e aplicações, contribuindo para a tomada de decisão dos consumidores.

A cidade de Marabá/PA foi escolhida como foco do projeto, onde a tecnologia aplicada ao comércio eletrônico ainda tem muito espaço para evoluir. Através de pesquisas, foi identificado que o nicho de materiais de construção é um dos menos explorados no *e-commerce* local. Portanto, este projeto visa preencher essa lacuna, oferecendo uma solução prática e inovadora para melhorar a confiança dos consumidores e impulsionar as vendas online nesse setor.

Essa iniciativa não só pretende beneficiar os consumidores locais, mas também elevar o padrão tecnológico de Marabá, incentivando a adoção de práticas mais avançadas e eficientes no comércio eletrônico. A combinação de *UX/UI*, modelagem 3D e desenvolvimento web cria um ambiente rico e interativo que pode transformar a forma como as pessoas compram materiais de construção online, trazendo avanços significativos para a região.

1.2 Objetivo Geral

Desenvolver um portfólio *web* para uma empresa de materiais de construção em Marabá-PA, integrando objetos 3D para proporcionar uma experiência visualmente rica e envolvente, visando aumentar a imersão e o foco na experiência dos clientes em potencial.

1.3 Objetivos Específicos

Realizar a implementação de elementos tridimensionais para possibilitar a criação de uma experiência de usuário mais imersiva.

Desenvolver uma plataforma interativa que proporcione uma experiência digital envolvente e satisfatória, superando o conceito de um simples portfólio *web*.

Aprimorar a usabilidade e eficiência da *interface*, com foco em criar um sistema acessível e intuitivo.

Possibilitar uma experiência positiva para os usuários ao explorar o portfólio *web* da empresa de materiais de construção, atendendo de forma satisfatória às suas necessidades e expectativas.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este estudo está organizado em seis seções distintas para proporcionar uma abordagem sistemática e abrangente. Na Seção 2, são apresentadas a fundamentação teórica e as pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de *websites*, com ênfase na experiência do usuário e na implementação de objetos 3D. A metodologia utilizada é detalhada na Seção 3, enquanto os resultados obtidos são discutidos na Seção 4. Na Seção 5, são exploradas as implicações desses resultados e oferecidas recomendações práticas. Por fim, na Seção 6, são apresentadas as conclusões finais derivadas deste estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao desenvolver interfaces digitais eficazes, é importante dominar conceitos fundamentais que orientem o *design*, visando não apenas facilitar a usabilidade, mas também garantir a satisfação dos usuários. Nesta seção, serão explorados alguns desses conceitos essenciais, incluindo a *User Experience* (*UX*), a *User Interface* (*UI*), a teoria das heurísticas de Nielsen, Usabilidade, Testes de Usabilidade, Objetos 3D e portfólio web.

2.0.1 *User Experience* (UX)

De acordo com (CEBRIAN; PEREIRA, 2013), a *User Experience* (*UX*) refere-se à experiência global de um usuário ao interagir com um produto ou sistema digital. Essa interação engloba uma variedade de aspectos, incluindo *design* de interface, usabilidade, acessibilidade e resposta do sistema. O objetivo da *UX* é proporcionar ao usuário uma experiência satisfatória, eficiente e agradável, garantindo que suas necessidades e expectativas sejam atendidas de forma eficaz. A qualidade da *UX* tem sido reconhecida como um fator crítico para o sucesso de produtos e serviços digitais, influenciando a satisfação do usuário, a fidelidade à marca e o desempenho comercial.

O campo de *User Experience* é interdisciplinar, combinando princípios de psicologia, *design* gráfico, ciência da computação e antropologia. Isso permite uma compreensão holística do comportamento e das necessidades dos usuários. A metodologia de pesquisa em *UX* inclui uma variedade de técnicas qualitativas e quantitativas, como entrevistas, grupos focais, testes de usabilidade e análise heurística. Essas técnicas são usadas para coletar dados detalhados sobre como os usuários interagem com um produto, identificando pontos de dor e oportunidades de melhoria.

O *design* centrado no usuário (DCU) é uma abordagem fundamental no desenvolvimento de experiências de *UX*. Essa abordagem coloca o usuário no centro do processo de *design*, garantindo que todas as decisões sejam informadas pelas necessidades e preferências dos usuários finais. O DCU envolve várias etapas iterativas, incluindo pesquisa de usuários, criação de personas, prototipagem, testes de usabilidade e refinamento contínuo.

A usabilidade é um componente chave da *UX*, referindo-se à facilidade com que os usuários podem aprender a usar um sistema e alcançar seus objetivos de maneira eficaz e eficiente. Jakob Nielsen, um dos principais especialistas em usabilidade, define cinco atributos principais: facilidade de aprendizado, eficiência, memorização, prevenção de erros e satisfação do usuário. Esses atributos são avaliados e otimizados durante o processo de *design* para garantir uma experiência de usuário positiva.

Além disso, a resposta do sistema, que inclui tempos de carregamento rápidos, feedback claro e interação fluida, é vital para manter o engajamento do usuário. A frustração causada por respostas lentas ou inconsistentes pode levar a uma experiência negativa e à

perda de usuários.

Em um contexto comercial, a *UX* eficaz contribui para a fidelização de clientes, reduzindo a rotatividade e aumentando o valor vitalício do cliente. Produtos que oferecem uma experiência de usuário superior são mais propensos a gerar recomendações boca a boca positivas e a conquistar uma vantagem competitiva no mercado.

Em resumo, a *User Experience* é uma disciplina multifacetada e essencial para o sucesso de produtos digitais. Investir em *UX* não só melhora a satisfação e a lealdade do usuário, mas também impacta positivamente os resultados comerciais, destacando-se como um componente estratégico no desenvolvimento de soluções digitais.

2.0.2 *User Interface* (UI)

User Interface (*UI*) refere-se à camada de interação entre o usuário e um sistema digital, compreendendo todos os elementos visuais e interativos que permitem a comunicação e a manipulação de dados, tais informações mais detalhada por (ROGERS; SHARP; PREECE, 2011). Isso inclui elementos como botões, menus, campos de entrada e *layouts* de página, bem como *feedback* visual, animações e transições. A *UI* desempenha um papel fundamental na facilitação da interação do usuário, fornecendo uma estrutura visual e funcional que permite ao usuário compreender e operar o sistema de forma eficaz. Uma *UI* bem projetada é caracterizada pela clareza, consistência e intuitividade, promovendo uma experiência de usuário positiva e produtiva.

2.0.3 Heurísticas de Nielsen

As heurísticas de Nielsen ciatada em (CEBRIAN; PEREIRA, 2013) são um conjunto de princípios de design de interface do usuário propostos por Jakob Nielsen, renomado especialista em usabilidade. Essas heurísticas fornecem diretrizes amplas para avaliar a qualidade da usabilidade de sistemas digitais. Entre os princípios delineados estão:

- **Visibilidade do status do sistema**: O sistema deve manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, fornecendo feedback adequado em um tempo razoável.
- **Correspondência entre o sistema e o mundo real**: O sistema deve falar a linguagem dos usuários, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, em vez de termos técnicos. Seguir convenções do mundo real torna as informações mais intuitivas.
- **Controle e liberdade do usuário**: Os usuários muitas vezes escolhem funções do sistema por engano e precisam de ”saídas de emergência”claramente marcadas para sair do estado indesejado sem passar por um diálogo prolongado. Suporte desfazer e refazer.

- **Consistência e padrões de design**: Usuários não devem ter que adivinhar se diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. Siga convenções de plataforma e padrões de design.
- **Prevenção de erros**: Melhor que boas mensagens de erro é um design cuidadoso que previne a ocorrência de problemas em primeiro lugar. Eliminar condições propensas a erro ou verificar por elas e apresentar aos usuários uma opção de confirmação antes de cometer a ação.
- **Reconhecimento em vez de lembrança**: Minimize a carga de memória do usuário tornando objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que lembrar informações de uma parte do diálogo para outra.
- **Eficiência de uso**: Os aceleradores – que não são necessários para a operação básica do sistema – podem frequentemente acelerar a interação para o usuário especialista, de modo que o sistema possa atender a usuários inexperientes e experientes. Permita a personalização de ações frequentes.
- **Design estético e minimalista**: Diálogos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada unidade extra de informação em um diálogo compete com as unidades relevantes de informação e diminui sua visibilidade relativa.
- **Feedback informativo**: O sistema deve fornecer feedback claro e relevante, ajudando os usuários a entender o impacto de suas ações e como proceder.
- **Ajuda e documentação**: Mesmo que seja melhor que o sistema possa ser usado sem documentação, pode ser necessário fornecer ajuda e documentação. Qualquer informação fornecida deve ser fácil de buscar, focada na tarefa do usuário, listar etapas concretas a serem seguidas e não ser muito extensa.

Estas heurísticas são amplamente utilizadas na prática de design de interfaces para identificar e corrigir problemas de usabilidade, visando melhorar a experiência do usuário e a eficácia do sistema.

2.0.4 Usabilidade

A usabilidade refere-se à facilidade com que os usuários podem aprender a operar um sistema ou componente, preparar entradas e interpretar suas saídas. Inclui a eficácia, eficiência e satisfação com que usuários específicos podem atingir objetivos específicos em contextos particulares. Segundo (SOUZA; PRATES, 2015), os princípios de usabilidade são essenciais para garantir que o sistema seja intuitivo e acessível, reduzindo a curva de aprendizado e aumentando a produtividade do usuário.

2.0.5 Testes de Usabilidade

De acordo com (MALHEIROS; PRATES, 2013), os testes de usabilidade são métodos de avaliação que envolvem a observação de usuários reais enquanto eles interagem com o sistema. O objetivo é identificar problemas de usabilidade e áreas de melhoria. Os testes podem ser conduzidos em diferentes fases do desenvolvimento do produto, desde protótipos iniciais até produtos finais, e envolvem a coleta de dados qualitativos e quantitativos para informar melhorias no *design*.

Os testes de usabilidade desempenham um papel importante na *User Experience* (*UX*), pois fornecem insights diretos sobre como os usuários interagem com o produto em um contexto realista. Esses testes ajudam a identificar não apenas problemas técnicos, mas também barreiras cognitivas e emocionais que os usuários possam enfrentar. Existem diferentes tipos de testes de usabilidade, incluindo testes moderados, onde um facilitador orienta o usuário durante a tarefa, e testes não moderados, onde os usuários interagem com o sistema de forma independente, geralmente em seu ambiente natural.

Durante os testes, é comum utilizar técnicas como *think aloud*, onde os participantes verbalizam seus pensamentos enquanto realizam as tarefas. Isso permite aos pesquisadores entender o raciocínio por trás das ações dos usuários e identificar pontos de frustração ou confusão. Além disso, a gravação de vídeo das sessões de teste, juntamente com a captura de tela e o monitoramento de cliques, pode fornecer dados ricos para análise posterior.

A análise dos dados coletados durante os testes de usabilidade pode incluir a identificação de padrões recorrentes de comportamento, análise de erros comuns e a avaliação do tempo necessário para completar tarefas específicas. Esses dados são então usados para priorizar as áreas que necessitam de ajustes e refinamentos no *design*. Ferramentas como mapas de calor (*heatmaps*) e gravações de sessões são frequentemente utilizadas para visualizar como os usuários navegam e interagem com a interface, destacando as áreas mais e menos utilizadas.

Os testes de usabilidade também podem ser complementados por outras metodologias de pesquisa de *UX*, como entrevistas em profundidade, pesquisas e grupos focais. Essas abordagens ajudam a reunir uma compreensão mais holística das necessidades, expectativas e comportamentos dos usuários. A integração de diferentes métodos de pesquisa permite triangulação de dados, aumentando a confiabilidade e a validade das conclusões.

A implementação de melhorias baseadas nos resultados dos testes de usabilidade pode levar a um *design* mais intuitivo e eficiente, melhorando significativamente a experiência do usuário. Em última análise, isso contribui para a satisfação e fidelidade do cliente, reduzindo a taxa de abandono e aumentando o valor percebido do produto ou serviço. A iteração contínua baseada em feedback de usabilidade é uma prática recomendada para garantir que o produto evolua de acordo com as necessidades dos usuários e as tendências

do mercado.

Em um contexto acadêmico e profissional, a avaliação de usabilidade é uma ferramenta essencial para validar hipóteses de *design* e fundamentar decisões de *UX*. Estudos de caso e exemplos práticos de testes de usabilidade podem ser utilizados para ilustrar a aplicação de princípios teóricos, oferecendo uma visão prática sobre como os conceitos de *UX* podem ser implementados no desenvolvimento de produtos digitais.

2.0.6 Objetos 3D

Com os fundamentos abordados por (ZUFFO, 2008), afirma-se que a integração de objetos 3D em interfaces digitais pode proporcionar uma dimensão adicional de interação, melhorando a experiência do usuário. Técnicas de modelagem, renderização e interatividade devem ser consideradas para garantir que os objetos 3D sejam incorporados de maneira eficiente e eficaz, sem comprometer a usabilidade ou o desempenho do sistema.

A inclusão de elementos tridimensionais em interfaces digitais tem o potencial de enriquecer significativamente a *User Experience* (*UX*). A modelagem 3D permite a criação de representações visuais detalhadas e realistas, proporcionando aos usuários uma compreensão mais intuitiva e envolvente do conteúdo. No entanto, para alcançar esse benefício, é essencial que o processo de modelagem siga princípios rigorosos de *design*, garantindo que os modelos sejam visualmente coerentes, otimizados para desempenho e alinhados com os objetivos da interface.

A renderização, por sua vez, desempenha um papel crucial na apresentação dos objetos 3D. Técnicas avançadas de renderização, como *ray tracing* e *global illumination*, podem produzir imagens de alta qualidade com iluminação e sombras realistas, aumentando o realismo e a imersão. No entanto, é importante equilibrar a qualidade da renderização com o desempenho do sistema, especialmente em dispositivos com recursos limitados. A otimização dos ativos 3D e o uso de técnicas de renderização em tempo real são estratégias essenciais para manter uma experiência de usuário suave e responsiva.

A interatividade é outro componente fundamental na integração de objetos 3D em interfaces digitais. Elementos interativos, como manipulação de objetos, animações e feedback visual, podem tornar a experiência do usuário mais dinâmica e envolvente. Por exemplo, a capacidade de girar, ampliar e interagir com modelos 3D pode proporcionar uma compreensão mais profunda dos produtos em plataformas de comércio eletrônico ou oferecer uma experiência educacional mais rica em aplicações de ensino e treinamento.

No entanto, a implementação de objetos 3D deve ser cuidadosamente planejada para não comprometer a usabilidade da interface. A complexidade visual e interativa deve ser equilibrada com a simplicidade e a clareza, evitando sobrecarregar os usuários com informações excessivas ou interfaces confusas. As diretrizes de *design* centrado no usuário (DCU) e os princípios de usabilidade, como os heurísticos de Nielsen, devem ser aplicados

para garantir que a integração de 3D melhore, e não prejudique, a experiência do usuário.

Por fim, a integração de objetos 3D em interfaces digitais representa uma área promissora para a melhoria da *User Experience*. Quando bem implementados, esses elementos podem oferecer uma interação mais rica e intuitiva, aumentar o engajamento do usuário e diferenciar produtos e serviços no mercado competitivo. A pesquisa contínua e a inovação em técnicas de modelagem, renderização e interatividade são essenciais para explorar plenamente o potencial dos objetos 3D na *UX*.

2.0.7 Portfólio Web

A criação de um portfólio web envolve a apresentação visual e funcional de projetos e habilidades. Um portfólio bem projetado não só demonstra a competência técnica e criativa do desenvolvedor, mas também serve como uma aplicação prática dos conceitos de *UX*, *UI* e usabilidade. É essencial que o portfólio seja acessível, intuitivo e visualmente atraente, refletindo os melhores princípios de *design* e usabilidade de acordo com (SALDANHA, 2017).

2.1 Trabalhos Relacionados

O estudo realizado por (BILLEWAR et al., 2022), investigou o impacto da tecnologia 3D, incluindo realidade *virtual* e aumentada, no comércio eletrônico durante a pandemia de *COVID-19*. Esta pesquisa exploratória teve como foco consumidores e empresas atuantes no setor de *e-commerce*. A metodologia empregada abrangeu análise de dados qualitativos e quantitativos, entrevistas com especialistas do setor e revisão da literatura existente. Utilizando *softwares* de modelagem 3D, plataformas de realidade *virtual* e aumentada, bem como análise estatística para avaliar os resultados, os achados principais indicaram que a integração da tecnologia 3D no comércio eletrônico resultou em maior engajamento dos consumidores, aumento nas taxas de conversão e uma experiência de compra mais imersiva e personalizada. Esses resultados ressaltam o potencial dessas inovações para o futuro do varejo *online*. Assim como os autores, este trabalho enfatiza a importância do *e-commerce 3D* como solução inovadora para suprir a nescessidade de maior imersão de experiencia por parte dos consumidores. No entanto, este trabalo difere-se por ser um trabalho que não só apresenta pesquisa da literatura, como também propoe-se no desenvolvimento e avaliação da implementação de objetos 3D em um *website*.

O artigo de (JIMÉNEZ et al., 2021), investigou o estado do *e-commerce* na província de Manabí, Equador, destacando a relação entre as experiências dos usuários e as práticas de compra *online*. O público-alvo são os usuários e comerciantes envolvidos no comércio eletrônico na referida região. Para alcançar esse objetivo, o estudo utiliza métodos de pesquisa quantitativa, incluindo uma pesquisa aplicada a 280 usuários de compras *online*. Os dados coletados foram analisados utilizando o *software* estatístico

IBM-SPSS versão 25. Os resultados revelam um crescimento gradual do *e-commerce* na região, impulsionado pela *COVID-19*, e uma maior aceitação por parte dos cidadãos locais. No entanto, ainda são enfrentados desafios como a falta de confiança dos usuários e infraestrutura limitada de telecomunicações. Assim como os autores, este trabalho destaca a importância da relação entre experiência do usuário e sua influencia nas práticas de compra. No entanto, diferencia-se ao implementar as melhores práticas de usabilidade para proporcionar uma experiência aprimorada ao usuário.

O artigo de (SURAHMAN; WAHYUDI; SINTARO, 2020), tem como objetivo analisar a implementação da tecnologia de objetos visuais em 3D para promover produtos em *E-Marketplace*, visando melhorar a experiência do cliente e a promoção de produtos. A pesquisa foi realizada na Indonésia, focando em consumidores e empresas que atuam no comércio eletrônico. Utilizando a metodologia de desenvolvimento de *software* com programação extrema (XP), foram empregadas ferramentas como bibliotecas *3D Warehouse*, *Visual Studio Code*, *Xampp* e *Bootstrap*. Os resultados revelaram uma avaliação muito positiva, com aproximadamente de 88,9% dos respondentes indicando extrema satisfação. Esses resultados sugerem que a tecnologia de objetos visuais 3D pode ser uma solução eficaz para aprimorar a promoção de produtos em *e-marketplaces*, oferecendo uma vantagem competitiva significativa. Diferentemente dos autores, este trabalho desenvolve e implementa tecnologias de objetos 3D para promover os produtos de uma loja de construção de materias. Realizando posteriormente, uma pesquisa de usabilidades com os usuários do Brasil.

Em (LIMA, 2023), os autores exploram a aplicação da realidade virtual (RV) no comércio eletrônico, com o objetivo de melhorar a usabilidade e a experiência do usuário em ambientes de compra imersivos. Utilizando uma abordagem experimental, foram desenvolvidas interfaces de usuário utilizando o *framework Svelte* em conjunto com o *A-Frame* para criar um ambiente com objetos 3D. A avaliação da usabilidade foi realizada com base em heurísticas de Nielsen, identificando desafios e oportunidades na integração da RV no comércio eletrônico. Os resultados sugerem que a RV pode oferecer benefícios significativos para a experiência de compra *online*, destacando a importância de considerar a hierarquia de informação, a integração de tecnologias complementares, como inteligência artificial e realidade aumentada, e a melhoria contínua da interface e interação do usuário. Enquanto o estudo abordado foca na aplicação da RV para melhorar a usabilidade e experiência do usuário em ambientes de compra imersivos de forma mais geral, este trabalho aborda a aplicação de objetos 3D em um contexto específico, como uma loja de materiais de construção.

Em (SEHNAL et al., 2021), o estudo apresenta um sistema inovador de visualização de modelos 3D com rastreamento em tempo real do ponto de vista, desenvolvido por Jun Iio, Tomoyuki Yatabe e Kazuo Hiyane do *Mitsubishi Research Institute* em Tóquio, Japão. O objetivo da pesquisa é proporcionar aos usuários uma maneira intuitiva de observar modelos 3D a partir de qualquer direção e escala desejada, utilizando um sistema

de rastreamento facial em tempo real. O público-alvo são os usuários de *software* que lidam com modelos 3D, buscando uma experiência de visualização mais imersiva e fácil de controlar. A pesquisa é aplicada com uma metodologia que envolve o uso de duas câmeras para calcular a posição tridimensional do rosto do usuário a partir de imagens estereoscópicas. As ferramentas incluem o *software MAlib* para reconhecimento facial e renderização de modelos, executadas em um ambiente *Linux*. Os resultados demonstram a eficácia do sistema na exibição de modelos 3D de forma dinâmica e interativa, melhorando significativamente a experiência do usuário em comparação com métodos tradicionais de visualização de modelos 3D. Este projeto se diferencia por incorporar tecnologia 3D em realidade aumentada para a área comercial sem foco em materiais de construção.Este projeto destaca-se pela integração de tecnologia 3D em realidade aumentada para o setor comercial, sem dar ênfase a materiais de construção.

Com base nos estudos realizado por (BARROS, 2021), tem como objetivo desenvolver uma aplicação de visualização 3D interativa de informações meteorológicas georreferenciadas. O público-alvo são usuários interessados em acompanhar o estado do tempo de forma inovadora. A pesquisa é do tipo aplicada, utilizando uma metodologia de desenvolvimento de software. As principais ferramentas incluem JavaScript, HTML, CSS e bibliotecas como Three.js. Os resultados esperados são uma aplicação funcional que permite aos usuários visualizar o estado do tempo em formato 3D em locais específicos, proporcionando uma experiência única e informativa. Diferentemente deste trabalho, onde o objeto 3D foi implementado na web, não houve a aplicação dos conceitos de UX, apesar do uso das mesmas linguagens de desenvolvimento web. Além disso, o foco deste projeto não estava voltado para a área comercial.

O estudo conduzido por (CADORE, 2021), teve como objetivo geral identificar a importância do UX *Design* no desenvolvimento de produtos e serviços. O público-alvo consistiu em gestores de empresas interessados em estratégias de UX *Design*. A pesquisa foi realizada na região de Guaporé, RS, Brasil. Empregou-se uma abordagem qualitativa de natureza exploratória. A metodologia adotada compreendeu a aplicação de entrevistas semiestruturadas. Foram utilizados instrumentos de coleta de dados específicos para análise de UX *Design*. Os resultados obtidos evidenciaram a relevância do investimento em profissionais e ferramentas de UX *Design* para a fidelização de usuários. Diferentemente dos autores, este trabalho destaca-se pela aplicação prática de conceitos de UX *Design* no desenvolvimento web e na modelagem 3D, específicos para uma loja de materiais de construção.

A pesquisa conduzida por (ALI; RAMLIE, 2021) teve como propósito analisar a experiência do usuário ao aprender com um tutor holográfico, representado por um personagem de desenho animado em 3D. O estudo envolveu 30 estudantes como público-alvo, os quais participaram da avaliação do tutor holográfico em instituições de ensino na região da Malásia. Utilizando uma abordagem tanto qualitativa quanto quantitativa, a

pesquisa teve uma natureza exploratória na coleta de dados. Para isso, foram empregadas entrevistas não estruturadas durante o processo de design e desenvolvimento, além de um questionário de usabilidade para a avaliação final. Os resultados apontaram que o tutor holográfico, na forma de um personagem de desenho animado em 3D, foi bem recebido pelos alunos e demonstrou funcionar de maneira adequada, destacando-se por seu potencial como uma ferramenta educacional inovadora e envolvente. Este trabalho, assim como os autores, destaca o uso de tecnologias 3D como solução inovadora para aprimorar a imersão dos usuários. No entanto, diferencia-se ao realizar não apenas um estudo de pesquisa, mas também o desenvolvimento de um portifólio com integração de objetos 3D e avaliações de usabilidade.

Como podemos observar na Tabela 1, são comparados diferentes trabalhos relacionados, destacando aspectos como objeto 3D, desenvolvimento web, uso de Three.js, pesquisas realizadas, UX (User Experience) e UI (User Interface).

Tabela 1 – Comparação dos Trabalhos Relacionados

Autores	**Objeto 3D**	**Desenvolvimento web**	**Thee.Js**	**Pesquisas**	**UX**	**UI**
BILLERWAR, 2022	■					
JIMÉNEZ, 2021	■		■			■
SURAHMAN; WAHYUDI; SINTARO, 2020	■	■				
LIMA, 2023	■					
SEHNAL, 2021	■					
BARROS, 2021	■	■	■			
CADORE, 2021				■	■	
ALI; RAMLIE, 2021	■				■	■
Este trabalho	■	■	■	■	■	■

Fonte: O autor(2024).

A Tabela 2 apresenta os objetivos de cada um dos trabalhos relacionados analisados. Ela detalha como diferentes autores exploraram a integração de tecnologia 3D em diversos contextos, incluindo e-commerce, realidade virtual, visualização de dados e experiência do usuário. Esses estudos contribuem para entender os impactos e aplicações da tecnologia 3D em diferentes áreas.

Tabela 2 – Objetivos de cada um dos trabalhos correlatos

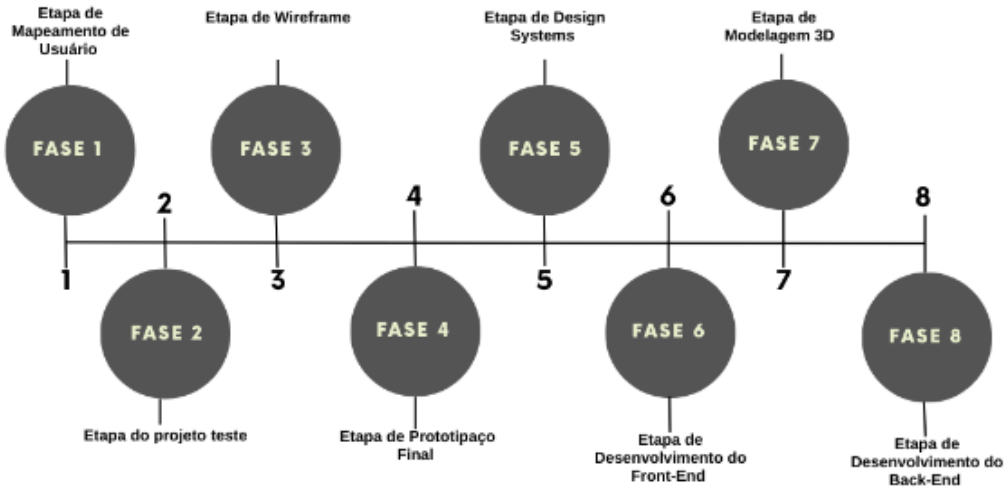
Autores	**Objetivo**
BILLERWAR, 2022	Impacto da tecnologia 3D no e-commerce durante a COVID-19.
JIMÉNEZ, 2021	Relação entre experiência do usuário e práticas de e-commerce.
SURAHMAN; WAHYUDI; SINTARO, 2020	Implementação de objetos 3D para promoção em e-marketplaces.
LIMA, 2023	Aplicação da RV para melhorar a usabilidade no e-commerce.
SEHNAL, 2021	Visualização de modelos 3D com rastreamento facial em tempo real.
BARROS, 2021	Aplicação de visualização 3D interativa de dados meteorológicos.
CADORE, 2021	Identificar a importância do UX Design no desenvolvimento de produtos.
ALI, RAMLIE, 2021	Analisar a experiência do usuário com um tutor holográfico 3D.
Autorial	Desenvolvimento de portfólio web com UX em objetos 3D.

Fonte: O autor(2024).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, serão apresentadas as principais diretrizes metodológicas utilizadas, descrevendo os procedimentos desde a coleta de dados até a implementação prática do projeto. A metodologia adotada neste trabalho de conclusão de curso (TCC) busca fornecer uma abordagem sistemática para a investigação da experiência do usuário, a fim de desenvolver um *portfólio web* de uma empresa do ramo de materiais de construção que atenda da melhor maneira possível às necessidades dos clientes em relação à sua experiência de visualização do produto. Para alcançar os objetivos propostos, foram definidas etapas específicas de cada fase do processo de pesquisa e desenvolvimento. De acordo com a Figura 01:

Figura 1 – Cada fase do processo de desnvolvimento desde projeto



Fonte: O autor (2024).

3.1 Etapa de Mapeamento de Usuário

Para iniciar o desenvolvimento do portfólio *web*, foi planejada uma pesquisa preliminar com o público-alvo, composto por pessoas das regiões do Pará e Tocantins, com idades entre 18 e 64 anos, que já realizaram compras tanto *online* quanto em lojas físicas. Utilizando a ferramenta *Google Forms*, aplicou-se um questionário *online* com 10 perguntas quali-quantitativas focadas na experiência do usuário (*UX*).

A pesquisa foi conduzida entre os dias 16 e 23 de outubro de 2023 e contou com a participação de 25 respondentes. O objetivo foi mapear os usuários, compreendendo suas experiências desde a visualização do produto até a efetivação da compra. Essas informações foram essenciais para projetar o portfólio *3D* de maneira a atender às suas necessidades e

expectativas.

Esta etapa foi fundamental para garantir que o desenvolvimento do portfólio fosse orientado pelos *insights* dos usuários, proporcionando uma experiência mais satisfatória e eficiente. Os resultados da pesquisa realizada nessa etapa serão apresentados e discutidos no Capítulo 4.

3.2 Etapa do projeto teste

Nesta etapa, foi elaborado um manual contendo informações essenciais sobre o projeto, como objetivos, funcionalidades e benefícios. Além disso, foi desenvolvido um projeto *teste* crucial para estabelecer parceria com a empresa de materiais de construção. Esse projeto *teste* teve como objetivo apresentar os conceitos de forma tangível, utilizando uma linguagem acessível e elementos visuais significativos. Também foi fundamental para a introdução inicial da ferramenta *Three.js*, previamente selecionada.

O desenvolvimento inicial do portfólio *web* começou com a adaptação de um código encontrado no repositório *GitHub*. Essas adaptações envolveram a modificação do título exibido antes da interação com o objeto, a troca do objeto *3D* original por uma representação minimalista de uma cafeteria, e ajustes na câmera para melhorar o ângulo de visualização do objeto, seu resultado será mostrado no próximo capítulo.

3.3 Etapa de *Wireframe*

Na etapa de *Wireframe*, foi criado um esboço fundamental que delineou a estrutura básica do protótipo. Utilizando ferramentas de design de sistemas como o *Figma*, planejou-se meticulosamente o conteúdo de cada página, as interações e o fluxo de navegação do usuário. A página inicial foi desenhada para atrair visitantes, destacando informações de contato e facilitando a navegação por meio de botões intuitivos.

Em seguida, o foco foi a apresentação dos produtos por categoria, começando com interações *3D* e informações descritivas. Uma terceira tela foi projetada para fornecer detalhes abrangentes sobre os produtos selecionados, incluindo especificações técnicas e variações disponíveis.

3.4 Etapa de Prototipação Final

Na etapa de *Prototipação Final*, foi desenvolvido o protótipo completo do portfólio *web*, utilizando a estrutura definida previamente na etapa de *Wireframe*. A ferramenta *Figma* foi essencial para criar este protótipo, permitindo um design detalhado e interativo. A paleta de cores foi escolhida para harmonizar com o logotipo da empresa e criar um contraste eficiente. Cada categoria de produto foi associada a uma cor específica para facilitar a navegação e melhorar a experiência do usuário. A temática escura foi selecionada

para o design por oferecer um contraste forte, reduzir o consumo de energia e melhorar a acessibilidade para usuários sensíveis à luz.

3.5 Etapa de *Design Systems*

Na etapa de *Design Systems*, foi elaborada uma documentação abrangente para padronizar os componentes utilizando a ferramenta *Figma*. O propósito deste documento foi simplificar o desenvolvimento de *websites*, oferecendo diretrizes claras para tipografia, paleta de cores, ícones, produtos, cartões, *folders*, seletores, logotipos, entre outros elementos visuais. Foi criada uma série de padrões mantidos de forma consistente em todas as telas, reforçando a identidade visual do site. A padronização incluiu a aplicação de cores específicas a cada seção da página, além de assegurar a consistência na tipografia, com fontes específicas para títulos, subtítulos, descrições e parágrafos, ajustando a espessura, tamanho e cor conforme a importância de cada elemento.

3.6 Etapa de Desenvolvimento do *Front-End*

Na etapa inicial de desenvolvimento do *Front-End*, optamos pelo ambiente *Visual Studio Code* devido à sua interface intuitiva e benefícios como integração com *Git*, ferramentas de depuração e suporte a várias linguagens. Utilizamos *HTML*, *CSS* e *JavaScript* para garantir um carregamento rápido da página e uma experiência satisfatória para o usuário. A segurança e o controle de versões foram gerenciados através do *GitHub*. A responsividade para dispositivos *desktop* foi ajustada posteriormente, visando otimizar o site para diferentes resoluções de tela e proporcionar uma experiência consistente e agradável aos usuários de *desktop*.

3.7 Etapa de Modelagem 3D

Na etapa de modelagem *3D*, utilizou-se o *Blender 3D* devido aos seus recursos robustos para modelagem tridimensional e animação, além de sua flexibilidade na criação de materiais e texturas realistas, e suporte para exportação em diferentes formatos de arquivo.

Inicialmente, foram desenvolvidos esboços para definir os materiais e estruturar os elementos interativos. Cada peça foi modelada separadamente, considerando sua aplicação na interface da *web*. Posteriormente, animações em vídeo foram criadas para cada objeto, destinadas à integração futura no sistema.

Para manter a coesão visual com o design do site, foi implementado um fundo preto nas animações, proporcionando uma integração harmoniosa. As documentações finais foram convertidas para formato *GIF* para otimização e uso na plataforma.

3.8 Etapa de Desenvolvimento do *Back-End*

Na etapa de desenvolvimento do *Back-End*, utilizou-se *JavaScript* para implementar o sistema de forma eficiente. Foi estabelecida uma lógica sólida para integrar dados e criar uma estrutura robusta, assegurando a funcionalidade e estabilidade do sistema. Um mapeamento inicial definiu os componentes necessários, incluindo categorias, produtos e subprodutos. Para organizar as informações dos produtos, foi utilizado o *Excel*, que proporcionou uma maneira eficaz de estruturar e visualizar os dados em tabelas. Essa abordagem facilitou a análise e a gestão das informações durante o desenvolvimento. O ambiente do banco de dados foi configurado com *Django*, utilizando *SQLite* para facilitar a inserção de dados. A modelagem do banco de dados foi realizada com base na organização definida no *Figma*, garantindo uma estrutura coesa e alinhada às necessidades do projeto. Essa integração entre a modelagem no *Figma* e a implementação no *Django* foi essencial para manter a consistência e eficiência na gestão de dados do sistema.

Em seguida serão apresentadas as etapas realizadas na Tabela 3. Os resultados dessas etapas serão detalhadas no Capítulo de Análise e Discussão dos Resultados.

Tabela 3 – Descrição das Etapas do Projeto e Ferramentas Utilizadas

Etapa	**Descrição**	**Ferramentas Utilizadas**
Mapeamento de Usuários	Pesquisa preliminar com público-alvo (18-64 anos) das regiões do Pará e Tocantins, que já realizaram compras online e em lojas físicas. Aplicação de questionário online com 10 perguntas quali-quantitativas focadas em UX.	Google Forms
Projeto Teste	Desenvolvimento de um manual do projeto e criação de um protótipo inicial para parceria com empresa de materiais de construção. Adaptação de código encontrado no GitHub e apresentação do protótipo para avaliação. Identificação de problemas de interação e qualidade gráfica.	GitHub, Three.js
Wireframe	Criação de esboço fundamental da estrutura básica do protótipo utilizando ferramentas de design de sistemas. Planejamento meticuloso do conteúdo, interações e fluxo de navegação do usuário, com foco na apresentação inicial, categorias de produtos e detalhes de produtos individuais.	Figma
Prototipação Final	Desenvolvimento do portfólio web completo baseado no wireframe. Utilização de uma paleta de cores específica para cada categoria de produto e adoção de um design escuro para melhor contraste e eficiência energética.	Figma
Design Systems	Documentação abrangente para padronização de componentes no Figma, incluindo diretrizes para tipografia, paleta de cores, ícones, produtos, seletores, logotipos, cards, botões entre outros.	Figma
Desenvolvimento do Front-End	Implementação do front-end utilizando Visual Studio Code. Utilização de HTML, CSS e JavaScript para garantir carregamento rápido e experiência do usuário otimizada. Controle de versão e segurança do código-fonte através do GitHub.	Visual Studio Code, HTML, CSS, JavaScript, GitHub
Modelagem 3D	Utilização do Blender 3D para criar modelos tridimensionais detalhados e animações de produtos. Conversão de animações de MP4 para GIF e integração com o design do site.	Blender 3D
Desenvolvimento do Back-End	Estabelecimento de lógica e integração de dados com base na estrutura visual. Utilização do framework Django para a configuração do banco de dados e mapeamento de dados. Escolha do ModelViewer para visualização 3D devido à sua facilidade de uso e recursos avançados.	Django, SQLite, ModelViewer

Fonte: O autor (2024).

3.9 Ferramentas e Justificativas

- **Google Forms:** Facilitou a coleta e análise de dados quali-quantitativos de forma rápida e eficiente.
- **GitHub:** Permitindo o controle de versão e a colaboração durante o desenvolvimento do projeto, garantindo que todas as mudanças no código fossem rastreáveis e

gerenciáveis.

- **Three.js:** Utilizado para a adaptação e teste inicial de código existente, permitindo a visualização de objetos 3D de maneira eficaz.
- **Figma:** Utilizado para criar *wireframes* e *design systems*, permitindo um planejamento visual detalhado e padronização de componentes.
- **Visual Studio Code:** Ambiente de desenvolvimento integrado (*IDE*) que oferece suporte a múltiplas linguagens e controle de versão com GitHub.
- **Blender 3D:** Ferramenta poderosa para a criação de modelos e animações 3D, essencial para a representação visual detalhada dos produtos.
- **Django e SQLite:** *Framework* e banco de dados escolhidos por sua facilidade de configuração e robustez na gestão de dados.
- **ModelViewer:** Selecionado por sua facilidade de uso e recursos avançados para a integração de modelos 3D, proporcionando melhor experiência de usuário.

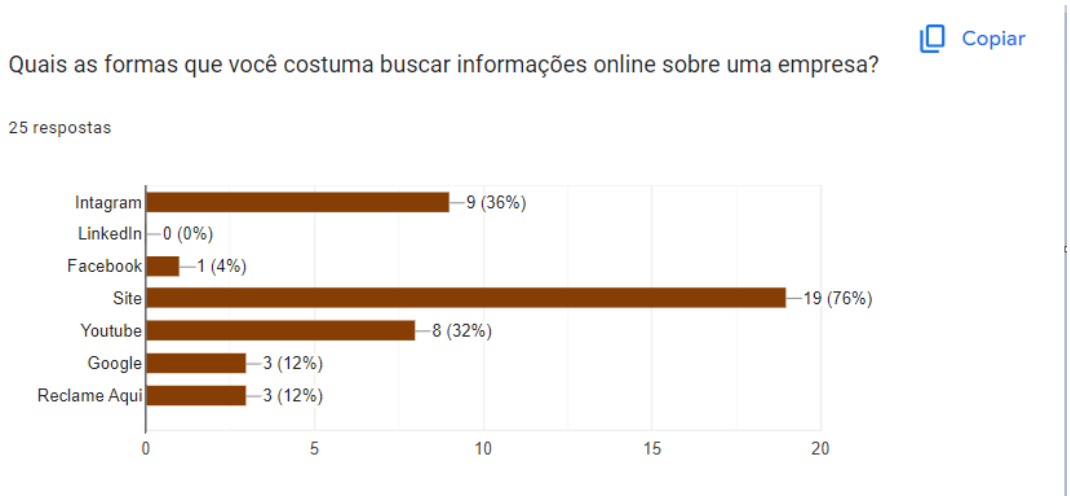
4 PORTFOLIO WEB COM OBJETOS 3D

4.1 Etapa de Mapeamento de Usuário

Inicialmente, foi conduzida uma pesquisa preliminar com o público-alvo, composto por pessoas da região do Pará e Tocantins, com idades entre 18 e 64 anos, que já realizaram compras tanto *online* quanto em lojas físicas. Por meio da aplicação de um questionario online com 10 perguntas quali-quantitativas focadas em *UX* utilizando da ferramenta *Google Forms*. O periodo de aplicação ocorreu entre 16 e 23 de outubro de 2023, obtendo um total de 25 respondentes. O objetivo dessa pesquisa foi realizar um mapeamento dos usuários, buscando compreender suas experiências desde a visualização do produto até a efetivação da compra, visando projetar o portfólio 3D de forma a atender às suas necessidades e expectativas.

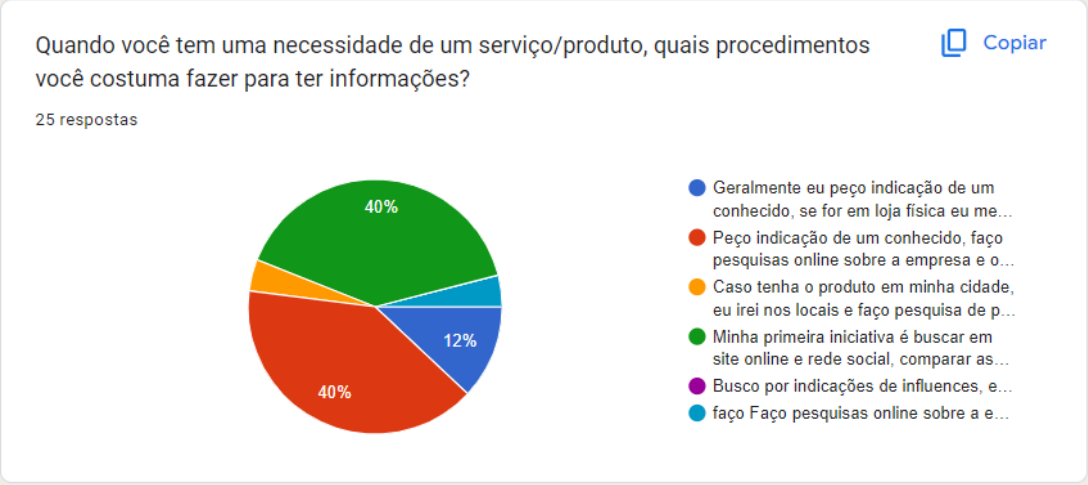
Nas Figuras 2, 3 e 4, foram realizadas perguntas referentes ao principal meio pelo qual os usuários buscam informações e qual o nível de confiabilidade os mesmos possuem em relação aos *feedbacks* das empresas. É possivel afirmar que cerca de 76% dos respondentes preferem utilizar de *sites* para buscar informações sobre empresas. Porém, em relação a credibilidade, apenas 44% dos respondentes confiam plenamente.

Figura 2 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 01.



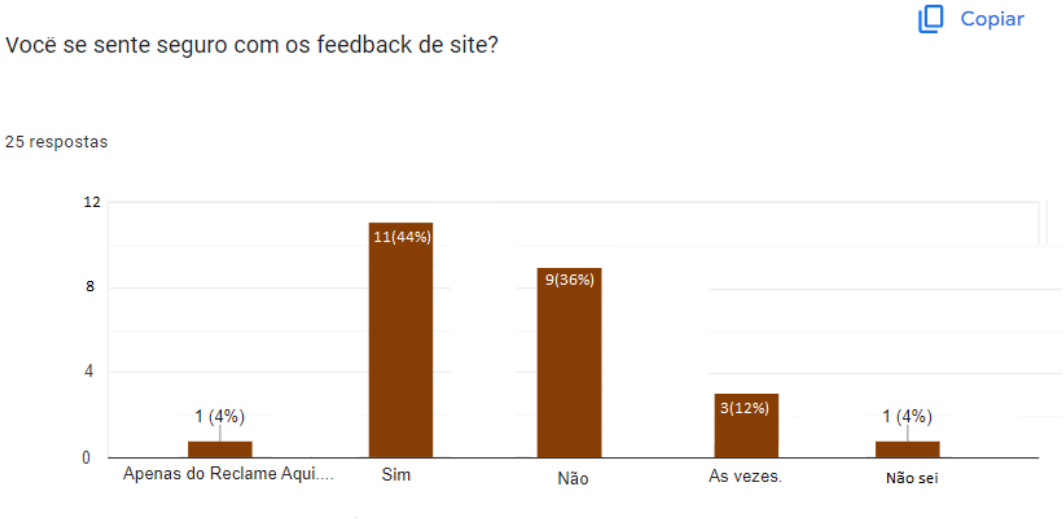
Fonte: O autor (2024).

Figura 3 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 02.



Fonte: O autor (2024).

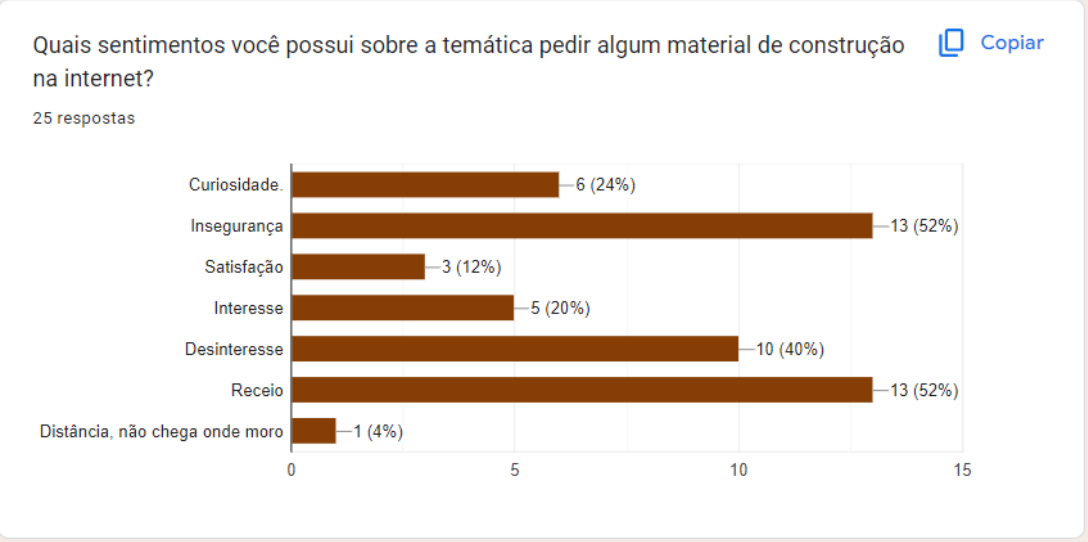
Figura 4 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 03.



Fonte: O autor (2024).

Nas figuras 5, 6, 7 e 8, é realizado um mapeamento sobre as principais preferencias dos usuários com relação a pesquisa de produtos, tanto em tipo de produto quanto ao interesse na temática de materiais de construção.

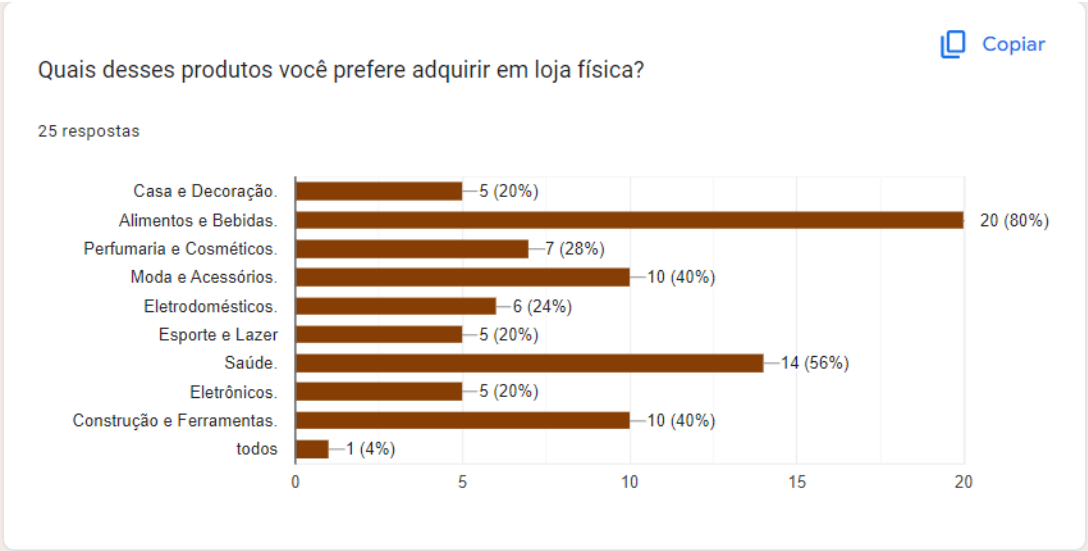
Figura 5 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 04.



Fonte: O autor 2024).

Conforme demonstrado na Figura 5, os resultados revelam que os sentimentos predominantes entre os usuários incluem insegurança, receio e desinteresse. Essas emoções negativas podem ser um fator crucial que explica por que o setor de materiais de construção é um nicho com menor volume de compras online.

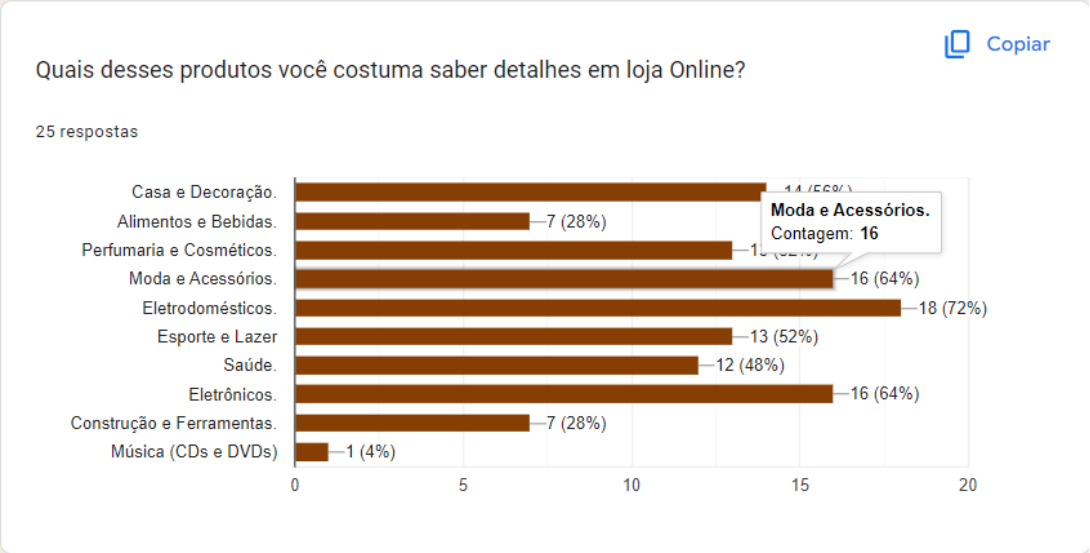
Figura 6 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 05.



Fonte: O autor (2024).

Na próxima figura, podemos identificar os principais nichos de compra em loja física. No pódio, destacam-se alimentos e bebidas, e saúde, o que é compreensível devido à validade dos produtos e ao direito do usuário de escolher o que vai consumir. Em seguida, moda e acessórios, e materiais de construção também se destacam, ambos com aproximadamente 40% dos votos.

Figura 7 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 06.

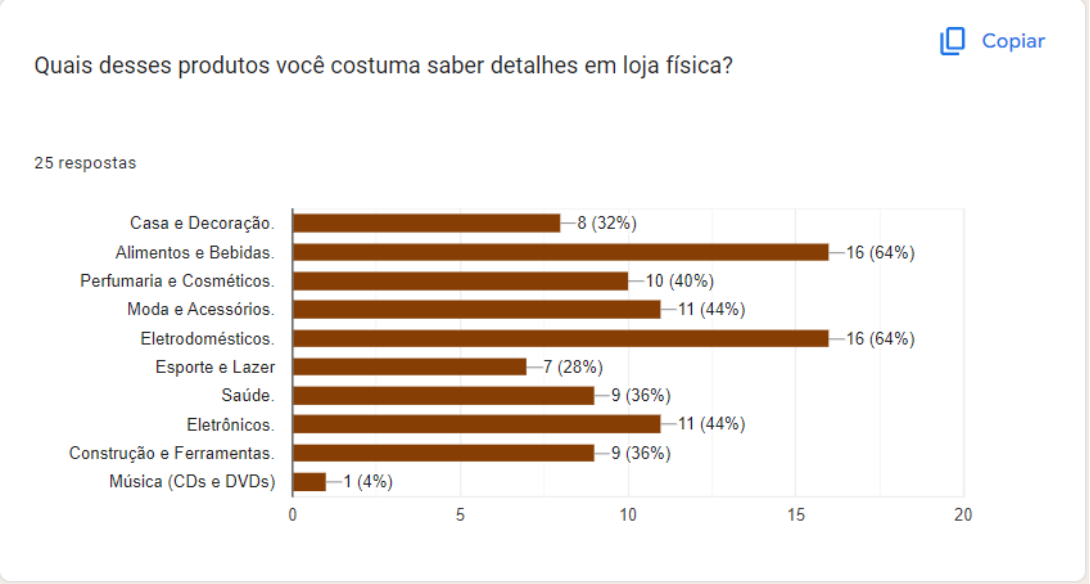


Fonte: O autor (2024).

Ao considerar os dados referentes à Figura 8, nota-se que os produtos menos comprados em loja online pertencem aos nichos alimentícios, materiais de construção e CDs. Entende-se que alimentos são necessários estar disponíveis em loja física devido ao direito de escolha do consumidor, enquanto CDs não estão em alta devido aos avanços tecnológicos. Esses dados foram determinantes para a escolha do nicho de materiais de construção para este projeto, considerando sua relevância no contexto do comércio físico e a oportunidade de explorar seu potencial no ambiente digital.

.

Figura 8 – Resultados da Pesquisa Preliminar.. Questão 07.

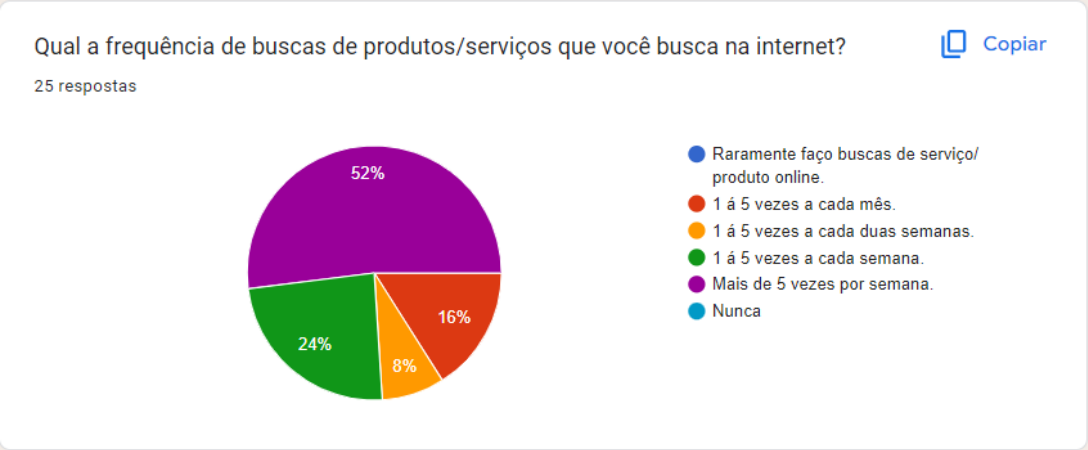


Fonte: O autor (2024)

Nas Figuras 9, 10 e 11, é realizado um mapeamento sobre a frequência que os

usuários buscam na *Internet*, onde 52% dos mesmos utilizam dos buscadores mais de 5 vezes na semana. Além disso, cerca de 80% acredita que ter mais detalhes sobre produtos ou serviços é importante para manter o interesse. E por fim, cerca de 63% desse usuários relatam ter tido algum tipo de experiencia ruim de informações falsas em *sites*.

Figura 9 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 08.



Fonte: O autor (2024).

Figura 10 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 09.

Fonte: O autor (2024).

Figura 11 – Resultados da Pesquisa Preliminar. Questão 10.

Fonte: O autor (2024).

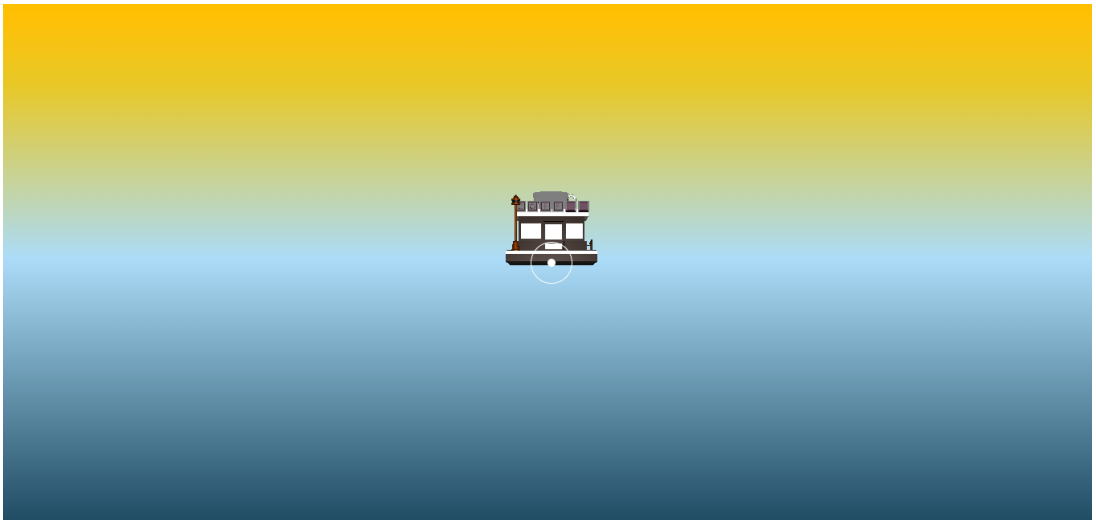
4.2 Etapa do projeto teste

Nesta etapa, foi elaborado um manual contendo informações essenciais sobre o projeto, como objetivos, funcionalidades e benefícios. Além disso, foi desenvolvido um projeto teste para estabelecer parceria com a empresa de materiais de construção. Esse projeto teste teve como objetivo apresentar os conceitos de forma tangível, utilizando uma linguagem acessível e elementos visuais significativos. Também foi fundamental para a introdução inicial da ferramenta *ThreeJs*, previamente selecionada.

O desenvolvimento inicial do portfólio *web* começou com a adaptação de um código encontrado no repositório *GitHub*. Essas adaptações envolveram a modificação do título exibido antes da interação com o objeto, a troca do objeto 3D original por uma representação minimalista de uma cafeteria e ajustes na câmera para melhorar o ângulo de visualização do objeto.

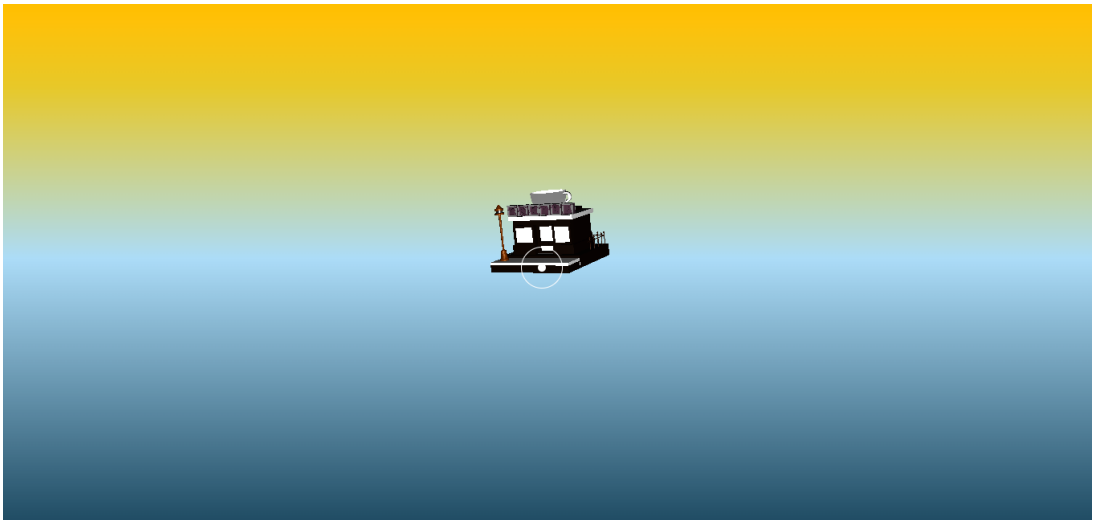
Na Figura 12, é possível observar a simplicidade do projeto de teste com a representação 3D da cafeteria. Na Figura 13, é apresentada uma interação em que o usuário rotaciona o objeto 3D para a esquerda. Por fim, na Figura 14, é mostrada uma interação em que o usuário rotaciona o objeto 3D para a direita.

Figura 12 – Projeto Teste da Cafeteria 3D. Visualização frente.



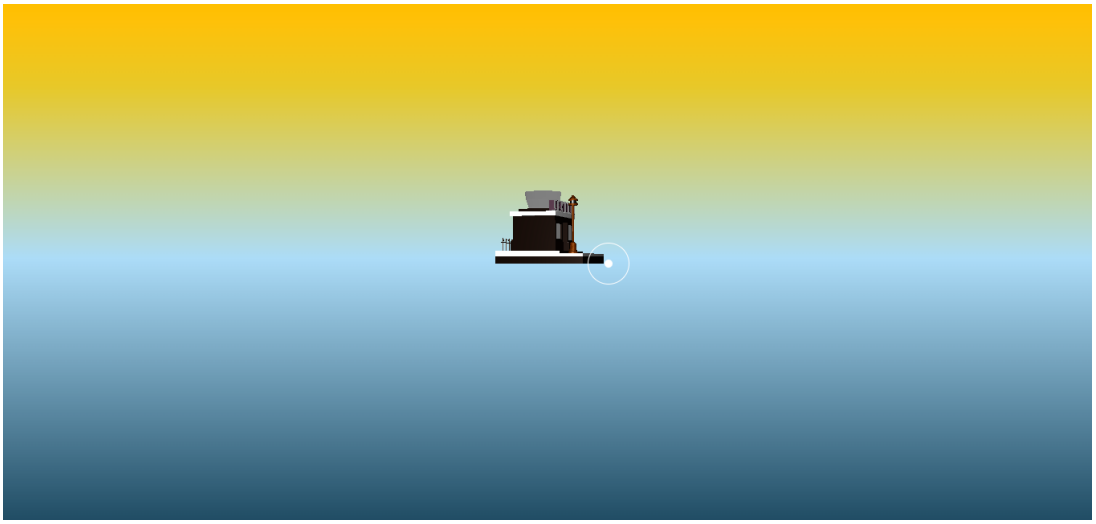
Fonte: O autor (2023).

Figura 13 – Projeto Teste da Cafeteria 3D. Visualização frente e lado.



Fonte: O autor (2023).

Figura 14 – Projeto Teste da Cafeteria 3D. Visualização lado.



Fonte: O autor (2023).

Após a conclusão do projeto inicial, foi disponibilizado para a empresa parceira o *website* para visualização através do seguinte *link*: projeto teste. Em seguida, foi realizada uma reunião presencial com o gerente da empresa, no qual ficou decidido que o nicho do projeto seria tubos e tubulações, em consonância com o foco empresarial da loja. No entanto, os resultados das interações com o usuário foram considerados insatisfatórios. Identificou-se uma presença significativa de ruídos durante as interações em *desktops* com baixa qualidade gráfica, assim como em dispositivos móveis.

Apesar do projeto atender de maneira funcional aos objetivos relacionados à apresentação tangível do produto, sua qualidade geral foi julgada inadequada. Isso resultou na necessidade de pesquisa e avaliação de outras ferramentas que pudessem oferecer uma implementação mais eficiente e com melhor desempenho.

4.3 Etapa de *Wireframe*

Na etapa de *Wireframe*, foi criado um esboço fundamental que delineou a estrutura básica do protótipo mostrada na Figura 15. Utilizando ferramentas de *design* de sistemas como o *Figma*, planejando meticulosamente o conteúdo de cada página, bem como as interações e o fluxo de navegação do usuário.

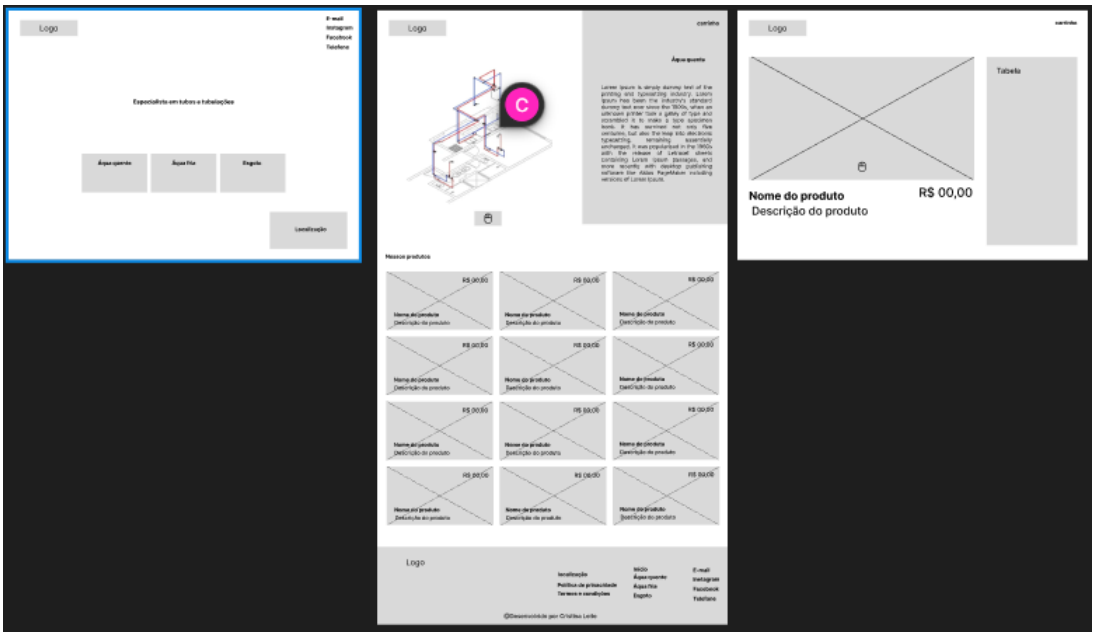
No estágio inicial do desenvolvimento do *wireframe*, foi elaborada a página inicial com atenção meticulosa, visando atrair os visitantes do site com potencial para tornarem-se em clientes. Nesta etapa, priorizou-se a apresentação das informações de contato com a empresa, tais quais o *WhatsApp*, *Instagram* e *E-mail*, juntamente com a divulgação da localização e do logotipo. Ademais, foram incorporados botões intuitivos para facilitar a navegação e a seleção dos produtos disponíveis por categoria, destacando-se entre elas: 'Água Quente', 'Água Fria' e 'Esgoto'.

Na segunda fase, a atenção foi direcionada à apresentação dos produtos em cada categoria. A tela foi dividida em seções, iniciando com uma interação envolvendo objetos 3D, seguida por informações descritivas sobre a respectiva categoria. Posteriormente, foi disponibilizada aos usuários uma visualização detalhada dos produtos individuais, apresentando preço, título, descrição e a opção de acessar uma tela específica para cada item.

A terceira tela demonstrada na Figura 19, foi desenvolvida com o intuito de oferecer informações abrangentes sobre o produto selecionado. Nesta etapa, os usuários têm acesso a uma tabela completa que exibe todas as variações disponíveis daquele produto específico, além de outras informações relevantes, como especificações técnicas, dimensões e materiais utilizados na sua fabricação.

Reconhecendo a importância de garantir uma experiência de usuário fluida e otimizada, foi implementada estratégias para tornar o projeto mais leve e eficiente. Isso incluiu a criação de espaços para visualização de objetos 3D e interação com os produtos, sem comprometer o tempo de carregamento da página. Além disso, foi desenvolvido animações do tipo *Gif* para apresentar os produtos em formato 3D , garantindo ao mesmo tempo uma experiência de navegação rápida e sem atritos.

Figura 15 – Wireframe.



Fonte: O autor(2024).

4.4 Etapa de Prototipação Final

Nesta etapa, desenvolveu-se a prototipação do portfólio web completo, utilizando como base a estrutura definida previamente no Wireframe. Inicialmente, o material de referência consistia apenas no logotipo. Decidiu-se, por parte do responsável pelo projeto,

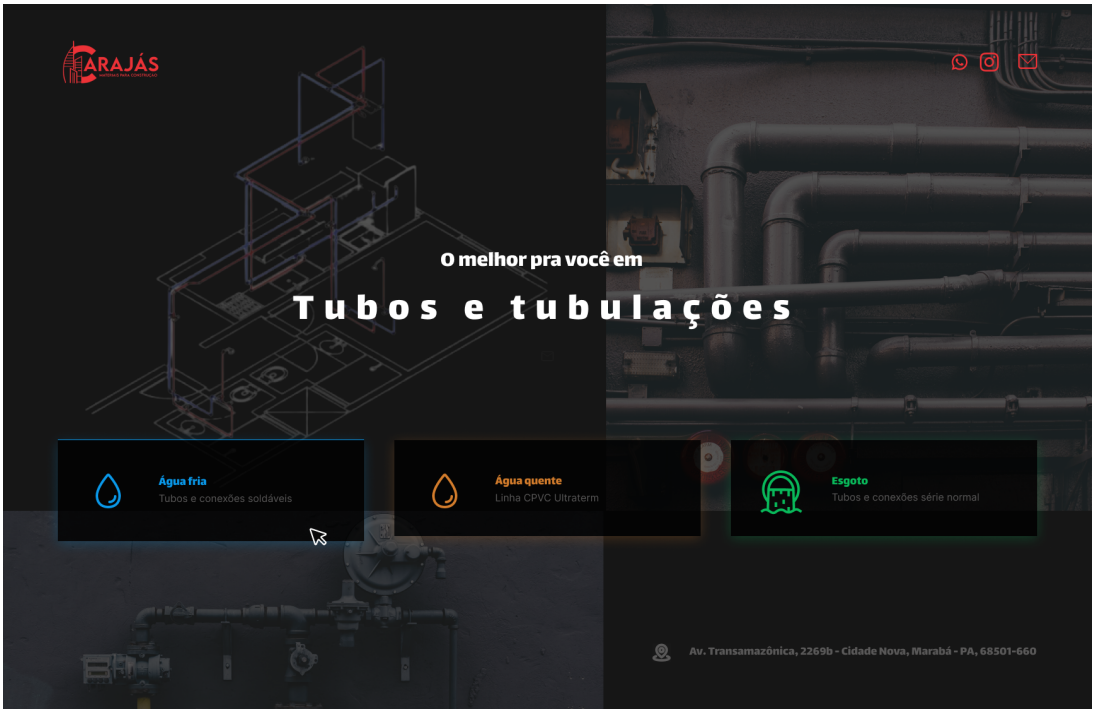
por um fundo preto para destacar o logotipo de maneira eficiente. A partir dessa diretriz inicial, iniciou-se a integração do tom de vermelho presente no logotipo, combinando-o com uma paleta de cores composta por preto, cinza e branco para os demais elementos da interface. Como pode ser visto na imagem 16 apresentada abaixo:

Figura 16 – Página de Carregamento

Fonte: O autor (2023).

Ademas, buscou-se associar cada categoria de produto a uma cor específica, selecionada deliberadamente. Foi definida a cor azul por ser um tom considerado frio para representar os canos de água fria. Devido o laranja ser um tom considerado quente, essa cor ficou definida para representar os canos de água quente. Já o verde foi escolhido para representar os canos de esgoto. Como pode ser visualizado na imagem 17, **??** e 19, logo abaixo:

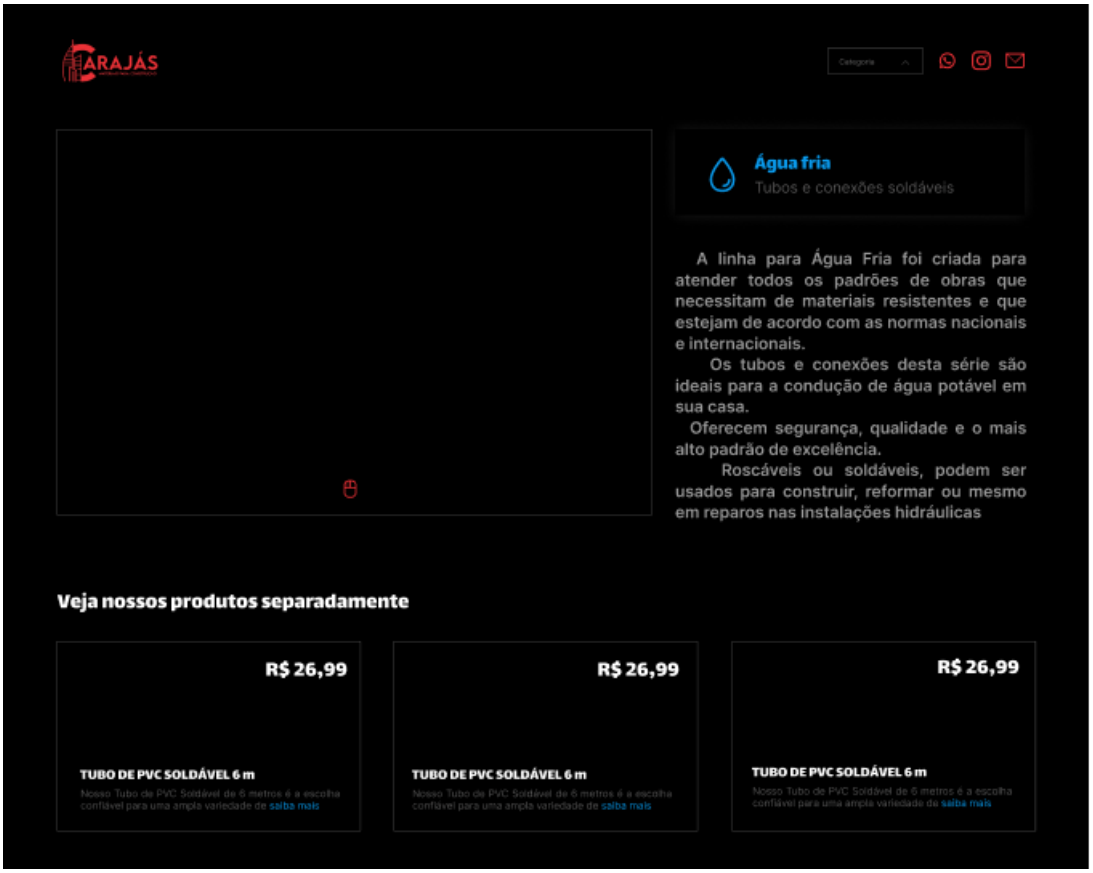
Figura 17 – Página Inicial



Fonte: O autor (2023).

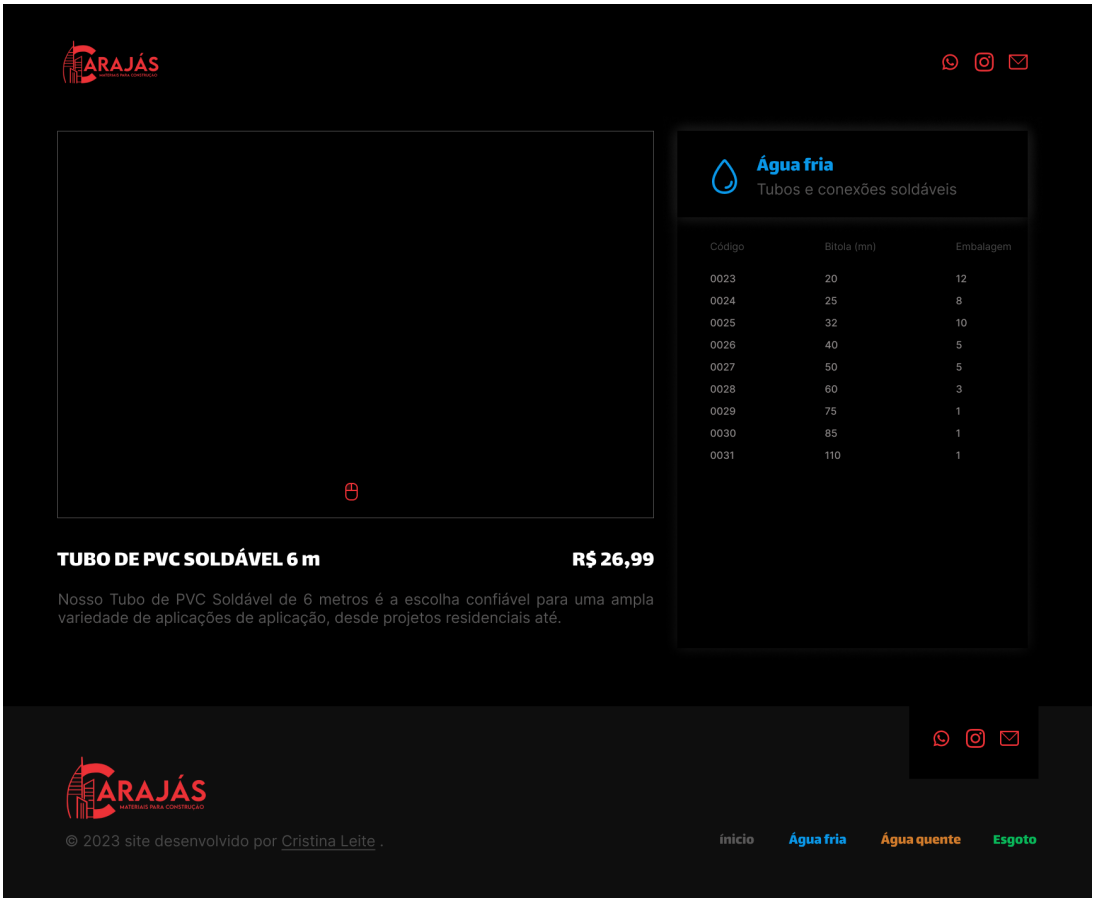
Essa abordagem não apenas harmoniza a identidade visual da loja, mas também contribui para uma experiência de usuário mais intuitiva e coesa, permitindo que os clientes associem visualmente cada categoria de produto aos seus respectivos temas de cores.

Figura 18 – Página de Catalogos de Produtos



Fonte: O autor (2023).

Figura 19 – Página de Visualização do SubProduto



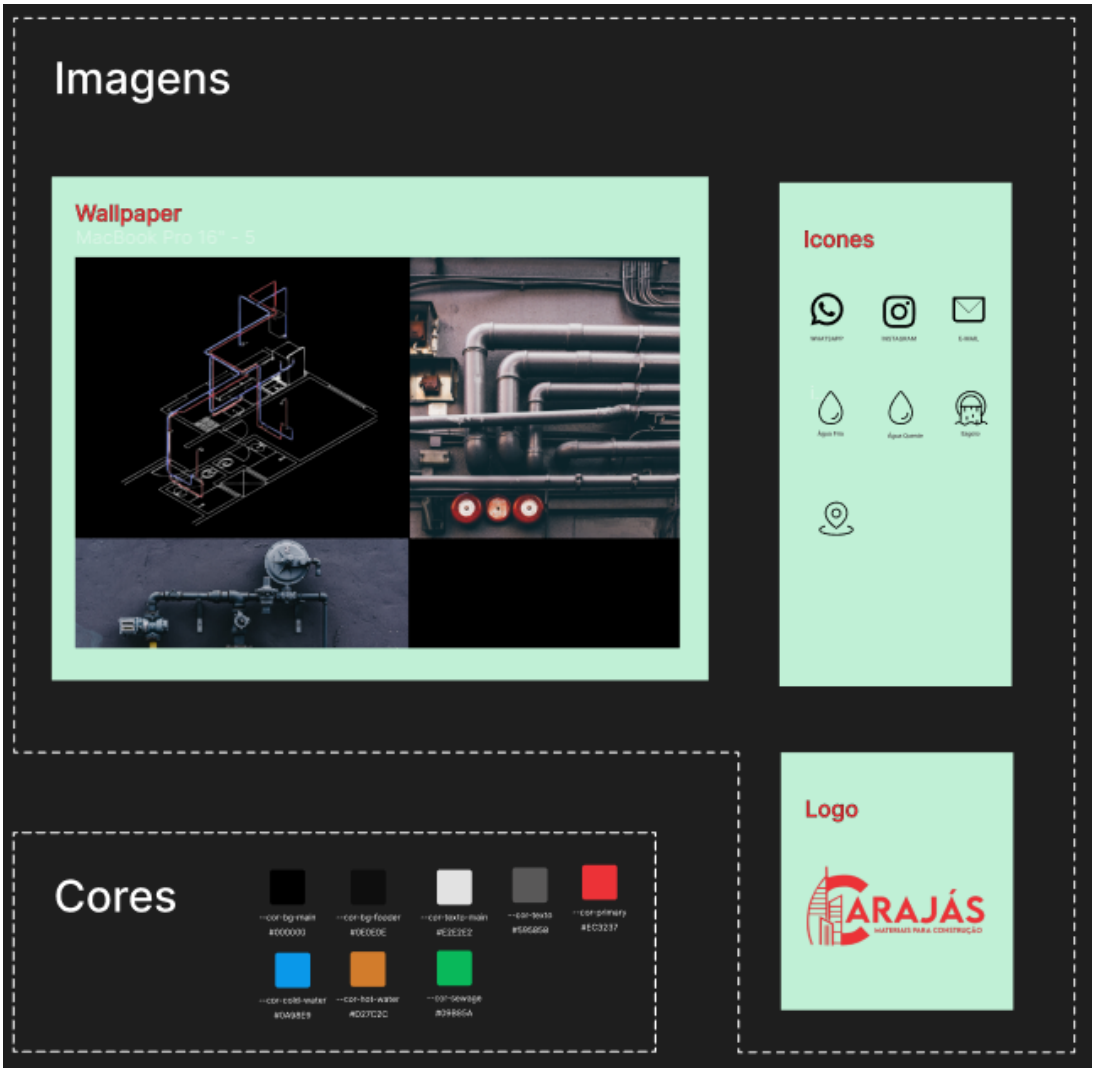
Fonte: O autor (2023).

A escolha de uma temática escura para o design, com predominância do preto, foi estrategicamente planejada por três principais motivos. O primeiro deles é que esse tema proporciona um forte contraste tanto com o logotipo quanto ao destacar as demais cores. O segundo grande motivo é a consideração ambiental: o modo escuro, ou *dark mode*, representa uma forma mais sustentável de visualizar o site, reduzindo a quantidade de energia consumida pela página e, consequentemente, as emissões de dióxido de carbono associadas. Por fim, a terceira razão diz respeito à acessibilidade, beneficiando usuários com maior sensibilidade à luz, que podem visualizar o conteúdo sem enfrentar problemas de desconforto visual.

4.5 Etapa de *Design Systems*

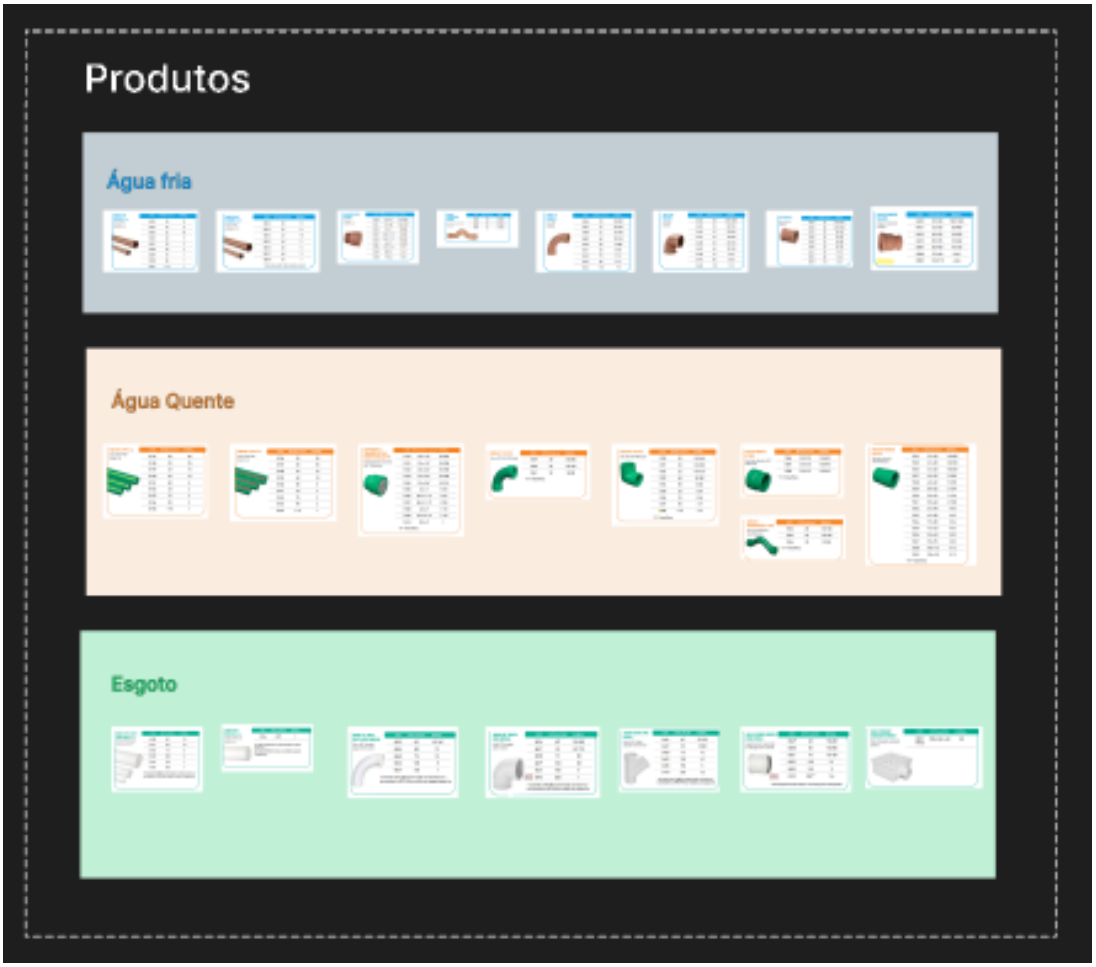
Na etapa de *Design System*, foi elaborado uma documentação abrangente para realizar a padronização dos componentes diretamente no *Figma* que pode ser vita em Projeto no Figma. O propósito desse documento é simplificar o desenvolvimento de *websites*, oferecendo diretrizes claras para tipografia, paleta de cores, ícones, produtos, cartões, *folders*, seletores, logotipos entre outros, conforme ilustrado nas figuras 20, 21, 22 e 23 apresentadas logo abaixo:

Figura 20 – Componentes Padronizados. Imagens e cores.



Fonte: O autor(2024).

Figura 21 – Componentes Padronizados. Produtos



Fonte: O autor (2023).

Figura 22 – Componentes Padronizados. Botões, select, cards, navbar e footer

Fonte: O autor (2023).

Figura 23 – Componentes Padronizados. Tipografia.

Fonte: O autor (2023).

Nas figuras apresentadas, é possivel identificar uma série de padrões mantidos de forma consistente em todas as telas. Por exemplo, o design de um cartão clicável na tela inicial foram utilizados nas páginas de produtos e subprodutos, reforçando a identidade visual da categoria escolhida pelo usuário.

No rodapé, foram aplicadas cores específicas a cada sessão da página, tornando a interação mais intuitiva e facilitando a leitura dos elementos textuais. Além disso, foi mantida também a consistência na tipografia, utilizando fontes específicas para títulos, subtítulos, descrições, parágrafos e outros elementos, ajustando apenas a espessura, tamanho e cor de acordo com a importância de cada elemento.

4.6 Etapa de Desenvolvimento do *Front-End*

Na etapa de desenvolvimento do *Front-End*, foi escolhido o ambiente de desenvolvimento *Visual Studio Code*. Pois, o mesmo oferece uma ampla gama de benefícios para o desenvolvimento de *websites*, incluindo facilidade de uso, uma interface intuitiva e amigável, integração com o *Git* para controle de versão, ferramentas de depuração integradas e suporte a diversas linguagens de programação, contribuindo para uma maior fluidez no processo de desenvolvimento.

Na fase inicial da implementação do front-end, foi definido o uso de linguagens básicas, como *HTML* para a estruturação do código, *CSS* para a estilização e *JavaScript* para adicionar funcionalidades aos componentes. Essa decisão foi motivada pela necessidade de garantir um carregamento rápido da página, especialmente levando em consideração a inclusão de objetos 3D, além de preservar a experiência do usuário. Além disso, a familiaridade e o domínio prévio dessas linguagens contribuíram significativamente para a

eficiência e a qualidade do desenvolvimento.

Para garantir a segurança e o controle das versões do código-fonte do projeto, foi empregada a ferramenta *GitHub*. Essa plataforma possibilita o armazenamento e gerenciamento eficaz do código, simplificando a colaboração e o rastreamento de alterações ao longo do tempo.

Além disso, foi primordial considerar a responsividade para *desktop* durante o desenvolvimento do projeto. Dada a diversidade de dispositivos utilizados para acessar a *internet*, incluindo computadores de mesa com diferentes resoluções de tela, tornou-se imperativo garantir que o *site* fosse otimizado e proporcionasse uma experiência consistente e agradável para todos os usuários, independentemente do dispositivo utilizado.

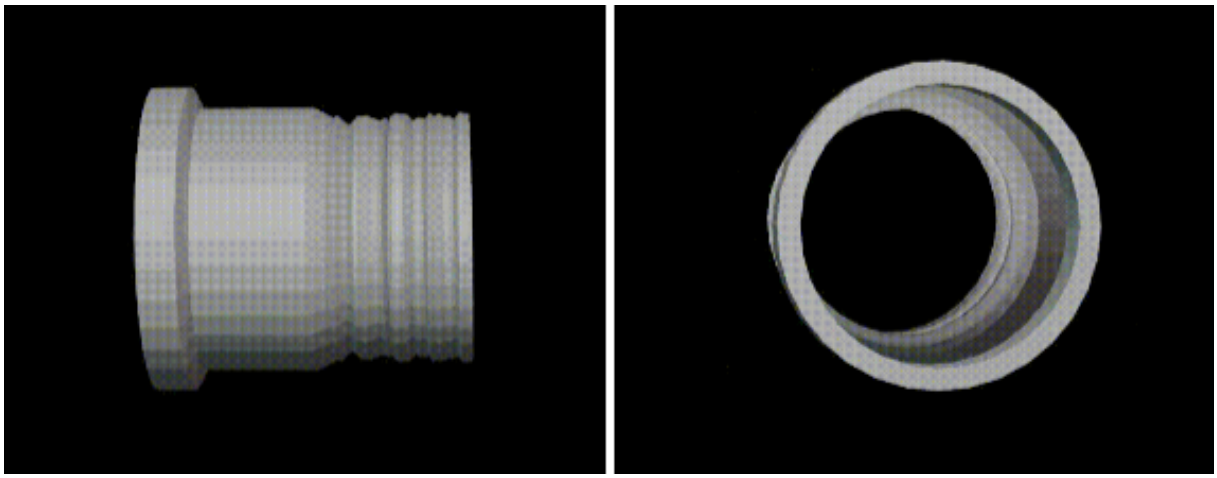
4.7 Etapa de Modelagem 3D

A ferramenta empregada para a realização da modelagem foi o *Blender 3D*, tendo em vista seus inúmeros benefícios, tais como a sua ampla gama de recursos para modelagem tridimensional, capacidade de animação avançada, flexibilidade na criação de materiais e texturas realistas, e suporte para exportação em diferentes formatos de arquivo, entre outros.

Inicialmente, foi elaborado um esboço para definir os materiais e estruturar as tubulações, a fim de permitir interação com o usuário por meio de rotação. Cada peça foi modelada separadamente, considerando sua utilização na seção de materiais individuais na página da *web*. Após a conclusão das modelagens, foram produzidas animações em vídeo para cada objeto, destinadas a serem incorporadas posteriormente ao banco de dados.

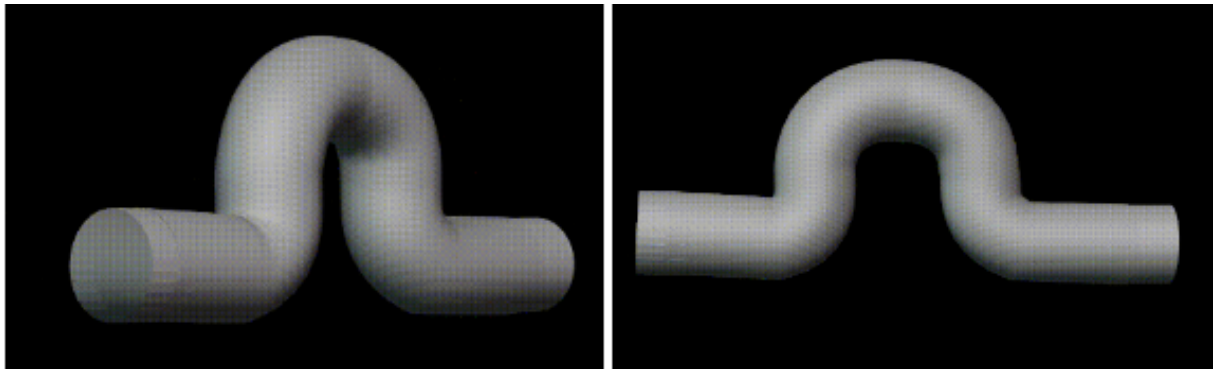
Por fim, cada documentação foi convertida de formato *MP4* para *GIF*. Na animação de rotação, foi necessário inserir um fundo preto para manter a consistência com o *design* de fundo do site e proporcionar uma sensação de camuflagem. Cada seção foi separadas em categorias distintas e composta pelos produtos em modelagens 3D observados abaixo as figuras 24, 25 e 26 para representações de alguns produtos da categoria !"Áqua fria", nas figuras 27, 28 e 29 representam objetos 3D sobre a categoria "Áqua quente"e por fim as figuras 30, 31 e 32 no qual representam a categoria "Esgoto"e todas as seguintes respresentações de modelagem 3D com dois modos de ângulos diferentes cada um.

Figura 24 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Fria 1



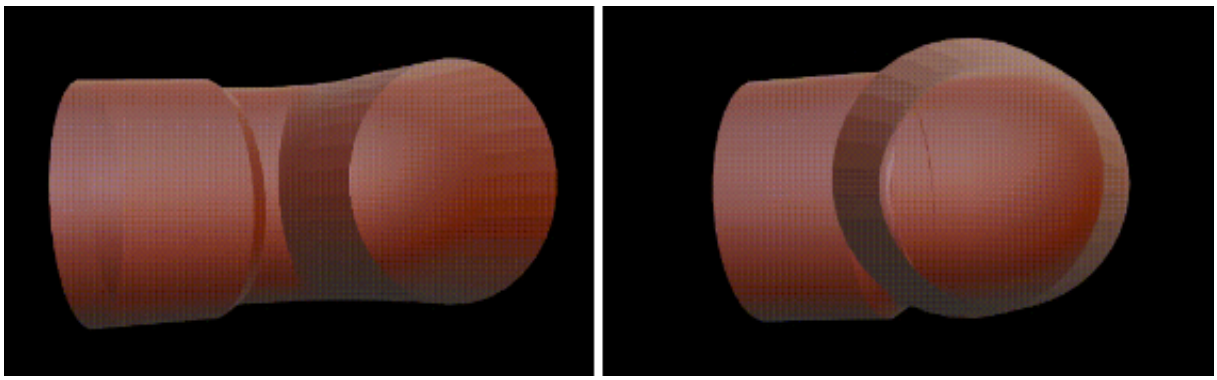
Fonte: O autor (2024).

Figura 25 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Fria 2



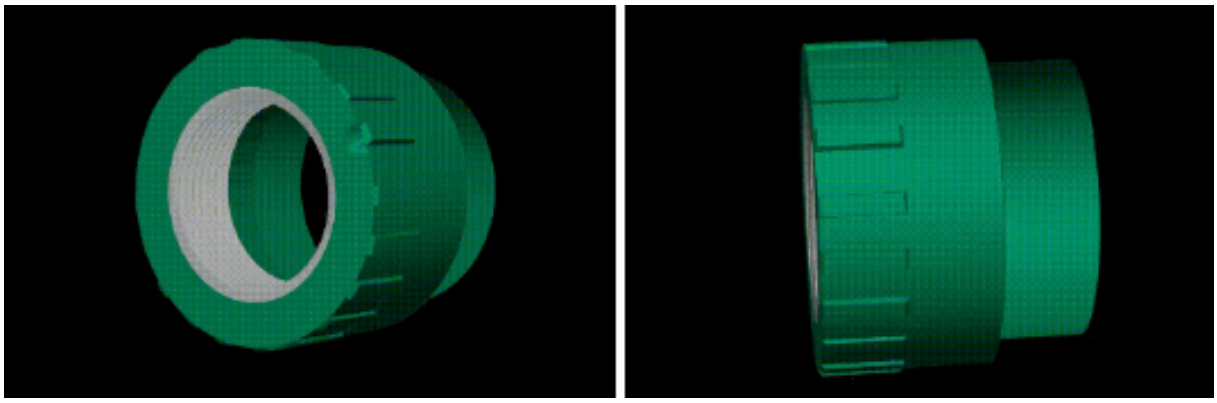
Fonte: O autor (2024).

Figura 26 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Fria 3



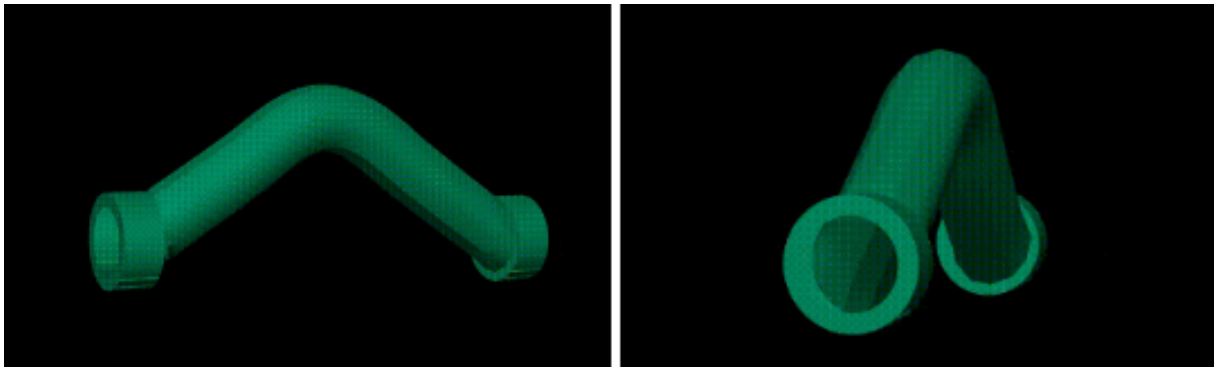
Fonte: O autor (2024).

Figura 27 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Quente 1



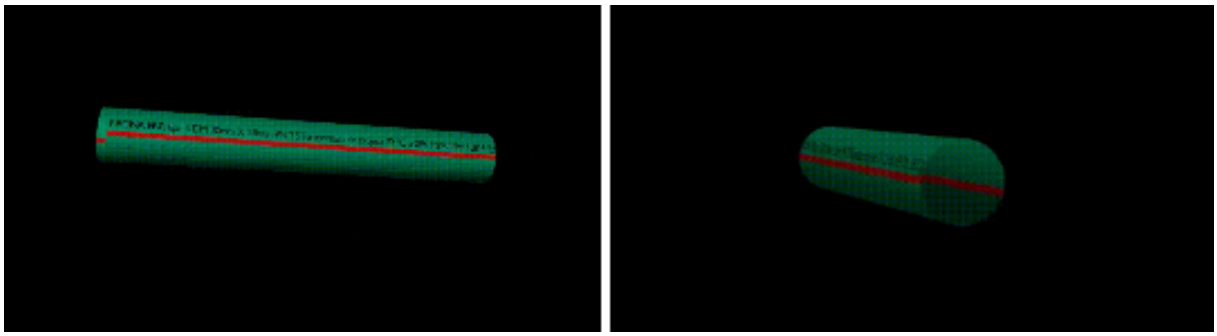
Fonte: O autor (2024).

Figura 28 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Quente 2



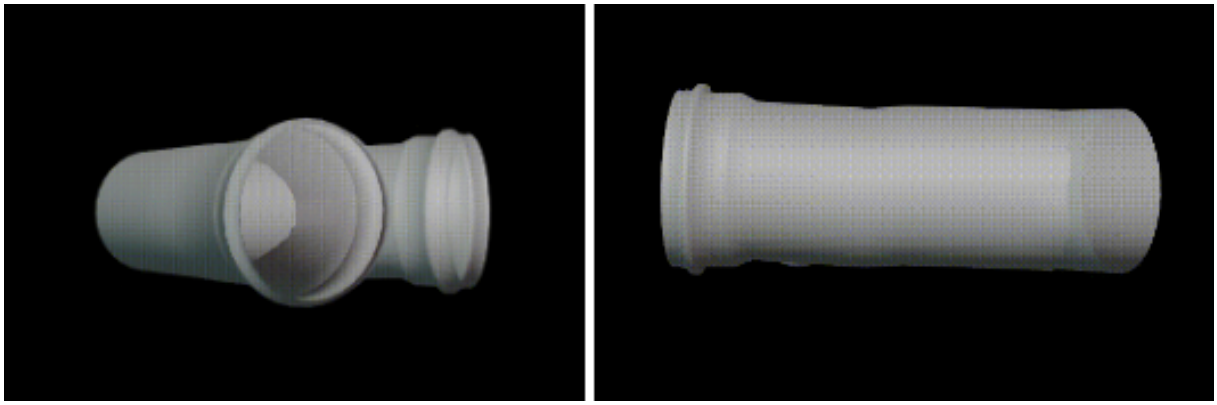
Fonte: O autor (2024).

Figura 29 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Água Quente 3



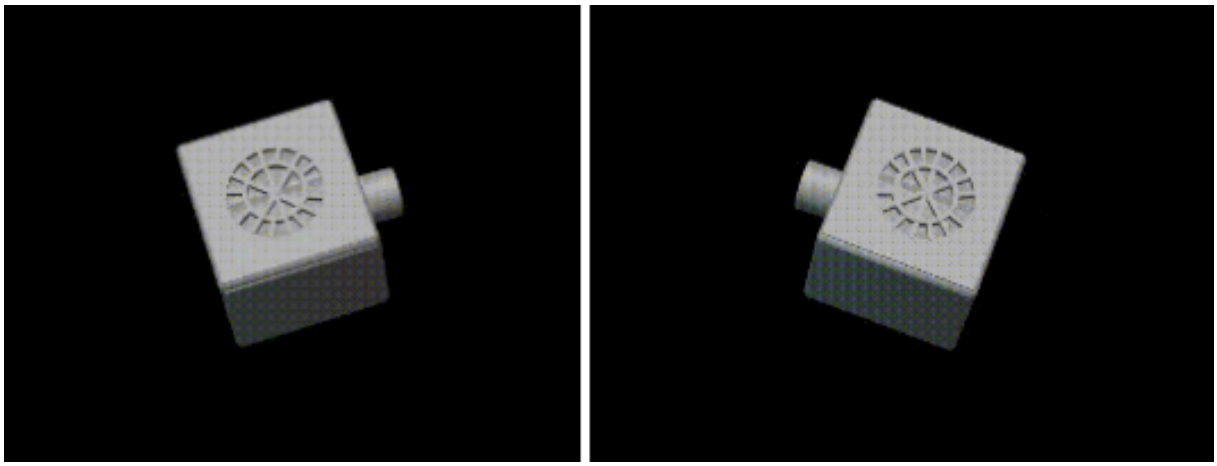
Fonte: O autor (2024).

Figura 30 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Esgoto 1



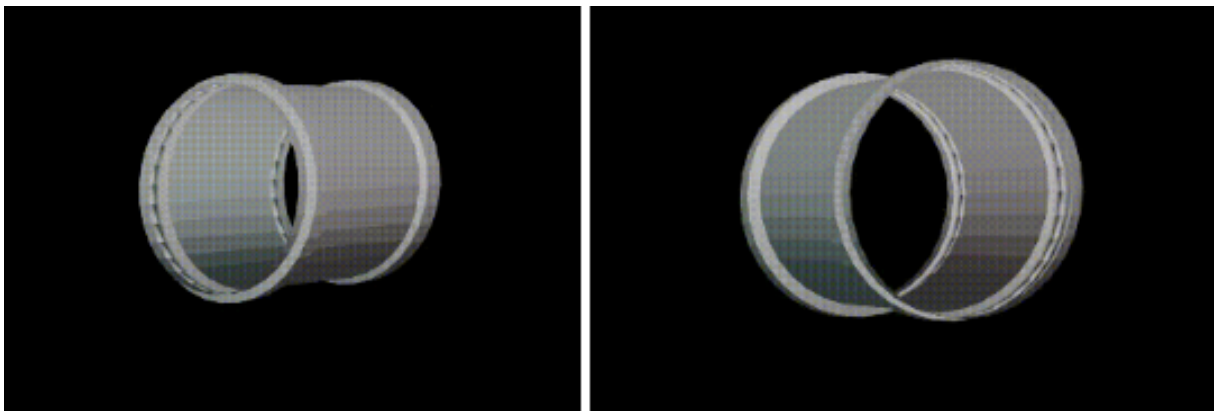
Fonte: O autor (2024).

Figura 31 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Esgoto 2



Fonte: O autor (2024).

Figura 32 – Modelagem 3D dos Produto da Categoria Esgoto 3



Fonte: O autor (2024).

A inclusão dos modelos tridimensionais apresentados acima enriquece a visualização dos produtos, oferecendo aos usuários uma experiência mais completa e informativa.

A possibilidade de visualização detalhada e rotação dos produtos contribui para uma compreensão mais precisa de suas características e funcionalidades. Além disso, as animações em vídeo proporcionam dinamismo, destacando os atributos dos produtos de maneira atrativa. Com essas ferramentas visuais, objetiva-se não apenas informar, mas também engajar e proporcionar uma experiência de navegação mais enriquecedora aos usuários da plataforma *online*.

4.8 Etapa de Desenvolvimento do *Back-End*

A fase de desenvolvimento do *back-end*, realizada principalmente com a linguagem de programação *JavaScript*, desempenhou um papel na implementação eficiente do sistema. Durante esta etapa, foram estabelecidas as bases fundamentais de lógica que possibilitaram a integração dos dados e a criação de uma estrutura robusta para o funcionamento do projeto. Essa etapa foi fundamental para garantir a funcionalidade e a estabilidade do sistema, além de estabelecer os alicerces necessários para a continuidade do desenvolvimento e futuras expansões.

4.8.1 Etapa integração Objeto 3D com web

Inicialmente, realizou-se um processo de mapeamento de dados para determinar os tipos de componentes necessários com base na estruturação visual delineada durante a fase anterior do projeto. Este mapeamento abrangeu três divisões principais de dados: Categoria, Produto e Subprodutos.

Na categoria, foram identificados os elementos a serem incorporados nas telas iniciais e subsequentes, incluindo campos como *ID*, título, subtítulo, texto ou parágrafo, ícone específico, cor específica e objeto 3D associado. Para os produtos, além dos dados previamente mencionados das categorias, foram adicionados campos como *ID*, nome, imagens, preço e descrição. Esses detalhes foram considerados essenciais para uma apresentação adequada e descritiva dos produtos nas respectivas telas designadas.

Com relação aos subprodutos, foram acrescentadas informações como *ID*, código, bitola e embalagens específicas, consideradas cruciais para a apresentação individualizada de cada produto. Posteriormente, uma planilha no formato *Excel* foi criada para organizar e consolidar as informações de todos os produtos já modelados, tomando como referência o catálogo de produtos da loja ”Carajás Materiais e Construção”, como podem ser observados nas tabelas 4, 5, E 6 a seguir:

Tabela 4 – Registros dos produtos de Água Fria

Água Fria		
Produtos	**Preço**	**Descrição**
TUBO DE PVC SOLDÁVEL 6 m	28,5	Nosso Tubo de PVC Soldável de 6 metros é a escolha confiável para uma ampla variedade de aplicações de aplicação, desde projetos residenciais até.
TUBO DE PVC SOLDÁVEL 3 m*	14,5	Nosso Tubo de PVC Soldável de 3 metros é a escolha confiável para uma ampla variedade de aplicações de aplicação, desde projetos residenciais até.
ADAPTADOR CURTO SOLDÁVEL	1,3	O Adaptador Krona Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro 50mm x 1.1/2"é a solução perfeita para conectar tubos de PVC com outros acessórios.
CURVA DE TRANSPOSIÇÃO SOLDÁVEL	8,56	Produto utilizado em instalações hidráulicas para transpor redes do mesmo diâmetro, com instalação rápida e fácil.
CURVA 90º SOLDÁVEL	3,6	Ideal para conexão entre tubos ou canos com diâmetro de 25mm e ajudar na condução da água fria com uma curva de 90º.
JOELHO 90º SOLDÁVEL	1,35	Perfeita para efetuar mudança de direção da instalação de água fria para com ângulo de 90ºC, ao mudar a direção.
LUVA SOLDÁVEL	1,2	Efetue sua emenda entre tubos. Em instalações com tubos e conexões de água fria para garantir a estanqueidade e conformidade do trecho.
LUVA DE REDUÇÃO SOLDÁVEL	3,5	Efetuar a emenda entre tubos com alteração de diâmetro. Em instalações com tubos e conexões de água fria para garantir a estanqueidade e conformidade do trecho.

Fonte: O autor (2024).

Tabela 5 – Registros dos produtos de Água Quente

Água Quente		
Produtos	**Preço**	**Descrição**
TUBO PN 20 PPR 3 m	14,5	Conduzir por longos trechos o fluido em elevadas temperaturas ou pressões sem comprometer a instalação e suas propriedades.
TUBO PN 25 PPR 3 m	23,5	Conduzir por longos trechos o fluido em elevadas temperaturas ou pressões sem comprometer a instalação e suas propriedades.
ADAPTADOR DE TRANSIÇÃO F/F COM INSERTO METÁLICO PPR	48,5	Efetuar a transição do PPR para outros materiais, por meio de um inserto metálico com rosca fêmea.
BUCHA DE REDUÇÃO M/F PPR	22,5	Efetuar a emenda entre tubos com alteração de diâmetro.
CURVA 90º F/F PPR	38,5	Efetuar a mudança de direção do fluido com ângulo 90°C, por meio de uma curvatura suave.
CURVA DE TRANSPOSIÇÃO F/F PPR	46,8	Efetuar sobreposição de tubulações, por meio de seu desenho exclusivo, reduzindo emendas.
JOELHO 90º F/F PPR	32,5	Efetuar a transição do PPR com ângulo 90° para outros materiais, por meio de um inserto metálico com rosca fêmea que garante a estanqueidade.
LUVA DE REDUÇÃO F/F PPR	45,6	Ótima para aplicação em instalações prediais de esgoto, com escoamento por gravidade e nos sistema de ventilação.

Fonte: O autor(2024).

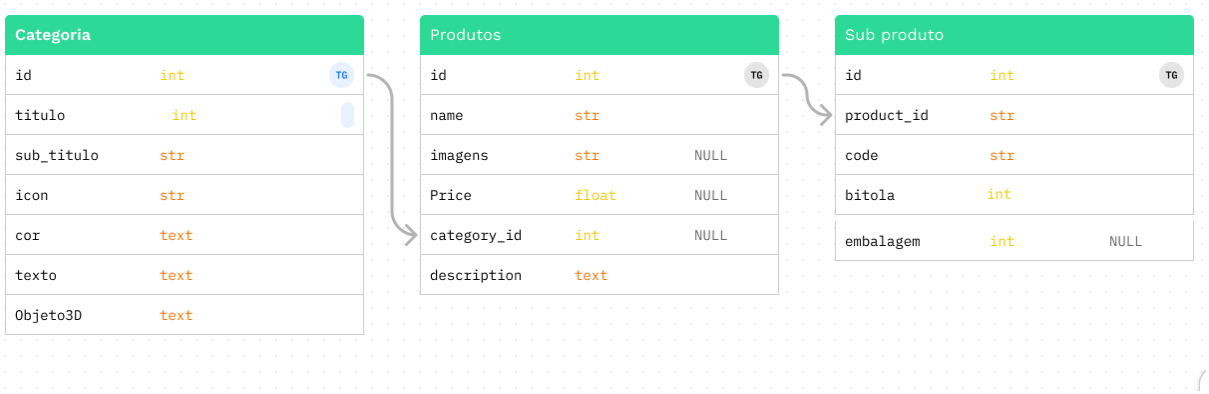
Tabela 6 – Registros dos produtos de Esgoto

Esgoto		
Produtos	**Preço**	**Descrição**
TUBO DE PVC ESGOTO SÉRIE NORMAL 6 m	11,5	Conduzir por longos trechos o fluido sem comprometer a instalação e suas propriedades.
TUBO DE PVC SÉRIE LEVE 6 m	47,5	Conduzir por longos trechos o fluido sem comprometer a instalação e suas propriedades. Em instalações prediais de esgoto e ventilação.
CURVA 90º LONGA ESGOTO SÉRIE NORMAL	75,5	Efetuar a mudança de direção do fluido com ângulo 90°, através de uma curvatura suave.
JOELHO 90º ESGOTO SÉRIE NORMAL	11,5	Funciona para escoar os efluentes de aparelhos sanitários, para conduzir água pluvial ou até mesmo para instalações prediais de esgoto e ventilação.
JUNÇÃO ESGOTO SÉRIE NORMA	28,5	São indicados para sistemas de esgoto resistentes, com alta durabilidade e precisão.
LUVA DE CORRER ESGOTO SÉRIE NORMAL	19,5	É indicada para utilização em locais que necessitem escoar os efluentes de aparelhos sanitários, sendo ótima para conduzir água pluvial ou até mesmo para instalações prediais de esgoto e ventilação.
RALO SIFONADO QUADRADO BRANCO	16,5	Reter água de lavação de áreas pequenas. Em áreas molhadas para coleta de água de pisos de sacada, varanda ou áreas de serviço e box de banheiro.

Fonte: O autor (2024).

Na etapa subsequente, procedeu-se à preparação do ambiente do banco de dados. Para tal finalidade, optou-se pelo uso do *Django*, um *framework* de desenvolvimento *web* configurado por padrão seu Banco de dados é o SQLite, recomendado por profissionais do campo devido à sua interface facilitadora para inserção de dados. Com os dados inseridos, tornou-se imperativo garantir a manutenção da mesma estilização, mesmo diante das alterações realizadas, a fim de assegurar a consistência visual do programa.

Figura 33 – Modelagem do Banco de Dados em Tabelas



Fonte: o autor(2024).

Na Figura 33 é apresentada a modelagem do banco de dados em tabelas realizada para o projeto, mostrando a estrutura e os relacionamentos entre os diferentes elementos.

Primeiramente, considerou-se o uso do *Three.js* para este projeto. No entanto, ao analisar as características e funcionalidades do *ModelViewer* em comparação com o *Three.js*, tornou-se evidente que o *ModelViewer* oferece uma vantagem significativa. Enquanto o *Three.js* é uma biblioteca poderosa e versátil para renderização 3D, ele demanda um conhecimento mais avançado em programação e renderização 3D. Por outro lado, o *ModelViewer* apresenta uma curva de aprendizado mais suave e uma abordagem simplificada para a integração de modelos 3D. Esta acessibilidade do *ModelViewer* se traduz em uma rápida implementação e personalização dos modelos 3D no *site*, resultando em economia de tempo e esforço.

Além da praticidade na implementação, o *ModelViewer* oferece recursos avançados, como suporte para animações, texturas, materiais e iluminação, enriquecendo a apresentação visual dos produtos da loja. Os clientes podem interagir com os modelos, girando, ampliando e explorando os detalhes, o que pode resultar em um maior engajamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo abordará assuntos relevantes para demonstrar resultados nos seguintes tópicos: Definição de Perfis dos Participantes, Definição de Cenários, Definição de Tarefas, Realização do Experimento, Execução das Atividades do Projeto, Aplicação do Teste, Análise das Interações, e Resposta ao Questionário de Experiência do Usuário.

5.1 Preparação da Avaliação do Teste de Usabilidade

Para a avaliação da usabilidade do site, foi estabelecido um método qualitativo dividido em duas etapas. A preparação incluiu a definição clara dos objetivos do teste, que eram analisar a eficiência, funcionalidades e qualidade de desenvolvimento do site, além de avaliar o impacto da interação tridimensional (3D) na experiência do usuário. Os seguintes passos foram seguidos:

- Definição dos Objetivos: Determinar quais aspectos da usabilidade e quais interações 3D seriam avaliados.
- Seleção dos Participantes: Escolha de uma amostra diversificada de usuários.
- Desenvolvimento do Ambiente de Teste: Configuração de um ambiente controlado que simula condições reais de uso.
- Preparação dos Instrumentos de Coleta de Dados: Incluindo questionários e ferramentas de gravação.

5.1.1 Definição de Perfis dos Participantes

Os perfis dos participantes foram definidos para cobrir uma gama de habilidades e experiências diferentes com o uso de computadores e navegação em sites. A seleção incluiu cinco usuários residentes na cidade de Marabá, no estado do Pará, Brasil. Os perfis são descritos na Tabela 7, com informações detalhadas sobre a idade, nível de uso com desktop e ocupação dos participantes. Vale ressaltar que, de acordo com as metodologias em UX, o teste de usabilidade não precisa ter vários perfis por buscar resultados qualitativos.

Tabela 7 – Dados dos usuários e ambiente de teste.

Usuários	**Idade**	**Uso com desktop**	**Ocupações**
User 1	30	Intermediário	Estudante
User 2	58	Básico	Gerente
User 3	65	Básico	Funcionário público
User 4	29	Avançado	T.I
User 5	25	Avançado	T.I

Fonte: O autor (2024).

5.1.2 Definição de Cenários

Para avaliar a usabilidade do site, foram definidos cenários específicos que simulam situações reais de uso. Esses cenários foram projetados para testar a interação dos usuários com os elementos tridimensionais do site, a navegação através das diferentes seções e a facilidade de encontrar informações e produtos. Cada cenário foi criado para refletir tarefas comuns que os usuários realizariam ao adquirir produtos de construção, como:

- Exploração Detalhada de Produtos: Utilizar a função de zoom.
- Navegação por Categorias: Explorar diferentes categorias de produtos, como "Água Fria", "Água Quente"e "Esgoto".
- Obtenção de Informações: Clicar para obter mais detalhes sobre um produto específico.
- Visualização 3D: Usar a função de apertar e segurar para ver diferentes ângulos de um produto.

5.1.3 Definição de Tarefas

As tarefas foram cuidadosamente formuladas para cobrir as principais funcionalidades do site e avaliar a interação 3D. Cada participante foi solicitado a realizar as seguintes tarefas durante o teste:

- Clicagem: Explorar um produto detalhadamente através de cliques, observando informações adicionais e imagens.
- Apertar e Segurar: Aprofundar a visualização tridimensional de um produto, rotacionando e visualizando diferentes ângulos.
- Zoom: Utilizar a função de zoom para ver detalhes específicos do produto e obter uma visualização mais ampla.
- Rolagem: Navegar por diferentes seções do site, incluindo a rolagem para acessar categorias distintas de produtos.

5.1.4 Realização do Experimento

Durante a primeira fase do processo, os participantes foram submetidos a uma série de atividades meticulosamente planejadas, com o objetivo de avaliar a usabilidade do produto. Quatro dos usuários (Usuários 1, 2, 3 e 4) participaram presencialmente, permitindo um contato direto e facilitando uma interação mais próxima. Por sua vez, o Usuário 5 participou remotamente, devido a limitações logísticas, utilizando a ferramenta AnyDesk para garantir sua participação.

Todos os participantes foram expostos à mesma sequência de atividades, garantindo uniformidade nos testes conduzidos. As atividades propostas aos usuários foram cuidadosamente planejadas para abordar diferentes aspectos da usabilidade do produto. Além disso, os participantes da pesquisa foram instruídos a realizar as atividades enquanto pensavam em voz alta, expressando seus pensamentos e raciocínios durante o processo. Essa abordagem permite uma compreensão mais profunda da experiência do usuário e das percepções sobre o produto.

Adicionalmente, durante a realização das atividades, as telas dos participantes foram gravadas pela ferramenta OBS Studio para futuras análises através de observação. Essa gravação possibilitará uma revisão detalhada das interações dos usuários com o sistema, contribuindo para uma avaliação mais abrangente da usabilidade do produto.

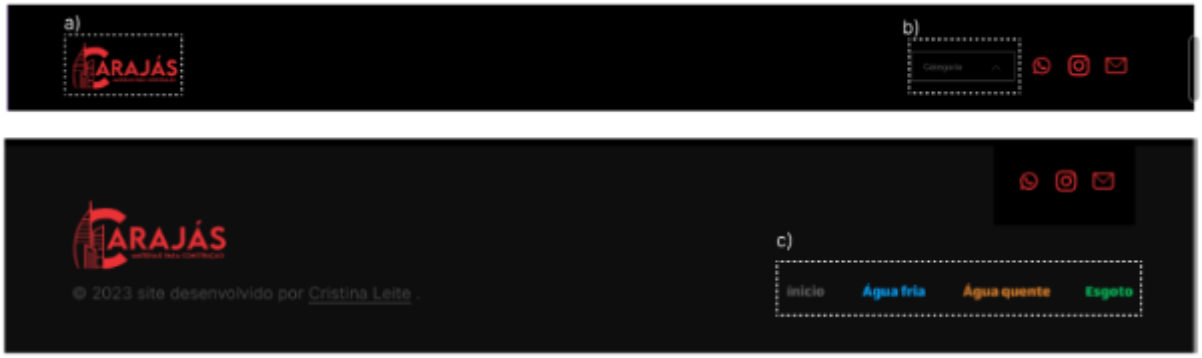
5.1.5 Execução das Atividades do Projeto

As atividades selecionadas para serem propostas aos usuários foram as seguintes:

- Atividade 1: Uso do Desenvolvimento Web Livremente: Os participantes foram instruídos a explorar livremente o desenvolvimento web disponível, interagindo com os recursos e navegando pela interface conforme desejarem.
- Atividade 2: Localização do Produto: Os participantes foram desafiados a encontrar um produto específico dentro de uma categoria designada. Essa atividade visava avaliar a facilidade de busca e navegação dentro do sistema.
- Atividade 3: Localização de Informações de Contato e da Loja: Os participantes foram solicitados a encontrar informações de contato da empresa e a localização da loja física. Essa atividade tinha como objetivo avaliar a acessibilidade e clareza das informações fornecidas aos usuários.
- Avaliação 4: Mudança de Categoria: Conduzida com base nas interações do usuário durante as atividades 1, 2 e 3, visando compreender a eficácia das opções de navegação oferecidas pelo site. O foco principal foi analisar como os usuários mudavam entre as categorias disponíveis. Foram testadas três abordagens distintas:
  - Uso de logotipos na barra de navegação para retornar à página inicial e selecionar uma categoria específica.
  - Utilização de um menu suspenso para escolher as categorias e selecionar uma específica.
  - Presença de um folder que permite ao usuário selecionar a categoria desejada e percorrer a tela de início com apenas um clique.

Além destas, também há uma logo no folder que direciona para a tela de início, porém, nas opções específicas detalhadas em c), não havia necessidade de interação por parte do usuário. Todas as interações para mudança de categoria podem ser vistas na Figura 34.

Figura 34 – Componentes de mudança de categorias



Fonte: O autor (2023).

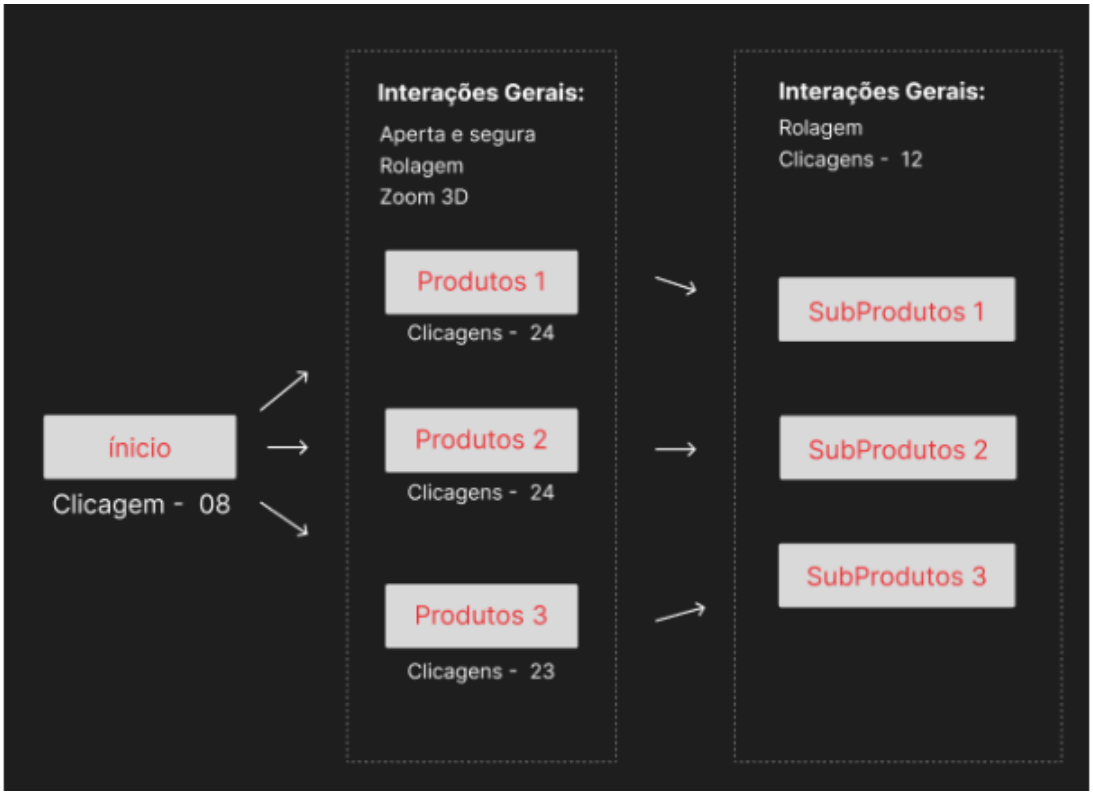
5.1.6 Durante a aplicação do teste

Medidas foram tomadas para evitar qualquer tipo de interferência por parte do pesquisador, visando a imparcialidade dos resultados. É relevante destacar que, no início do teste, os participantes foram informados apenas sobre o nicho do portfólio web em questão: materiais de construção. Essa abordagem foi adotada para minimizar qualquer viés que pudesse influenciar os resultados da pesquisa.

5.1.7 Análise das Interações

A análise das interações dos usuários proporcionou insights valiosos sobre a usabilidade do site, identificando áreas de melhoria e otimização, o detalhamento da análise das interações foi descrito na seção 4.2.4. Destaca-se a relevância da integração de elementos 3D na percepção dos usuários em relação aos produtos oferecidos, especialmente no contexto específico de materiais de construção. A Figura 35 ilustra cada uma das interações mencionadas, oferecendo uma representação visual das ações totais que poderiam ser realizadas pelos usuários em cada tela do site. Esta representação visual fornece uma compreensão clara das interações dos usuários e como elas se relacionam com as diferentes categorias de produtos oferecidos no site. Já na tabela 8 mostra dados referente as ações individuais de cada usuário.

Figura 35 – Interações dos usuários nas diferentes telas do site.



Fonte: O autor(2024).

Tabela 8 – Tabela de interação do usuário com a interface.

Usuários	Avaliação 1		Avaliação 2		Avaliação 3		Avaliação 4
	Tempo	Interações	Tempo	Interações	Tempo	Interações	Componentes
User 1	02:31	7	01:39	4	01:12	4	Logo, select
User 2	04:21	11	01:21	3	02:58	5	Logo, folder
User 3	06:50	7	01:16	6	02:30	5	Logo
User 4	01:34	12	01:10	6	00:31	3	Folder, select
User 5	04:01	19	00:58	2	00:13	1	Folder

Fonte: O autor (2024).

Após a análise desses dados, foi gerado um mapa de calor que visualizou os resultados gerais das interações dos usuários durante as atividades. Este mapa de calor proporcionou uma representação visual intuitiva na Figura 36 das áreas de maior a menor interações dentro do sistema, representando a quantidade de interações de 10 a 1 por cores.

.

Figura 36 – Quantidade de interações representado por cores.

Fonte: O autor (2024)

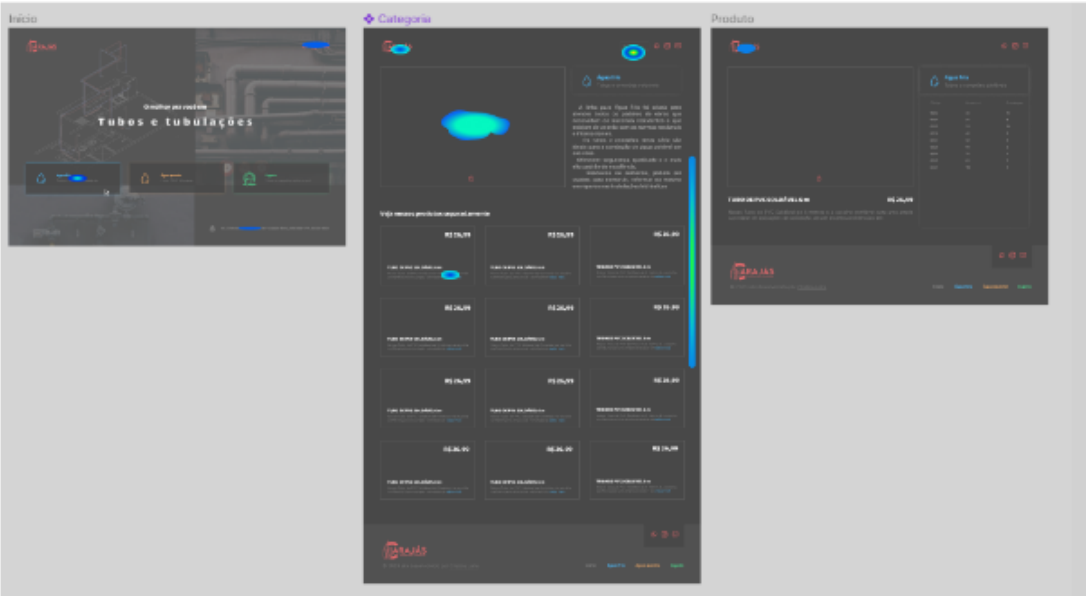
Ao examinar o mapa de calor, foi possível identificar claramente as áreas de maior concentração de interações, destacadas por tons mais intensos de cor. Essas áreas representam os pontos de maior interesse ou utilidade para os usuários, indicando funcionalidades ou elementos do sistema que foram mais frequentemente acessados ou explorados.

Por outro lado, as áreas de menor atividade no mapa de calor sugerem pontos que podem precisar de atenção adicional. Essas áreas podem representar funcionalidades menos intuitivas ou menos utilizadas pelos usuários, indicando possíveis pontos de dificuldade ou oportunidades de melhoria na usabilidade do sistema.

A análise do mapa de calor das interações dos usuários nas Figuras 37, 38, 39, 40 e 41 forneceram uma visão abrangente e detalhada da experiência do usuário com o sistema. Os insights obtidos a partir deste mapa são essenciais para orientar futuras iterações do projeto, visando otimizar a usabilidade e a satisfação do usuário.

Vale ressaltar que o Usuário 4 demonstrou maior interesse em interações em todo o site, conforme mostrado na Figura 40. Este usuário tem um contato mais frequente com a tecnologia. Por outro lado, o Usuário da Figura 39, que tem menos familiaridade com tecnologia, demonstrou bastante interesse em interagir com o objeto 3D. Os Usuários 1, 2 e 5, por sua vez, optaram por uma interação menos intensiva em comparação aos demais.

Figura 37 – Mapa de calor do usuário 01



Fonte: O autor (2024).

Figura 38 – Mapa de calor do usuário 02

Fonte: O autor (2024).

Figura 39 – Mapa de calor do usuário 03

Fonte: O autor (2024).

Figura 40 – Mapa de calor do usuário 04

Fonte: O autor (2024).

Figura 41 – Mapa de calor do usuário 05

Fonte: O autor (2024).

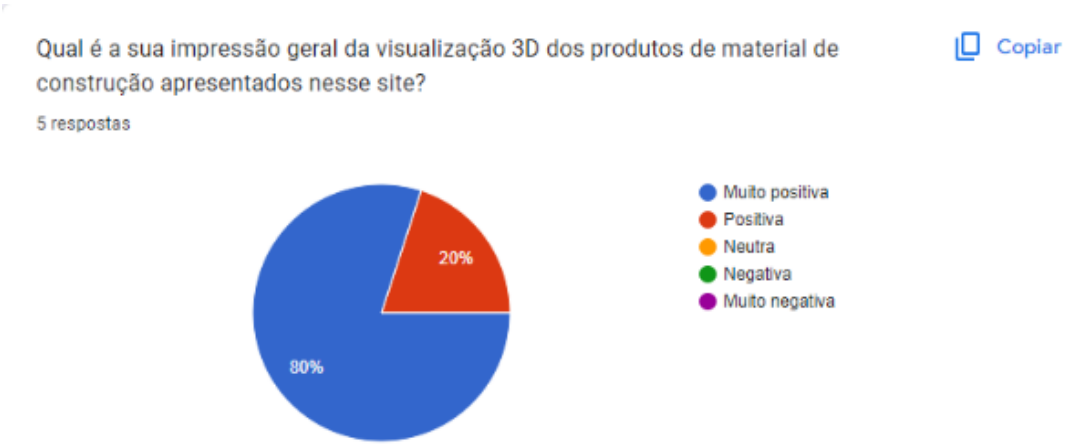
5.1.8 Resposta ao Questionário de Experiência do Usuário

Após a conclusão da primeira etapa do estudo, os usuários foram encaminhados para a segunda etapa, na qual participaram de um questionário elaborado para capturar suas percepções e experiências durante a utilização do projeto. Este questionário foi desenvolvido para abordar aspectos específicos da experiência do usuário, tais como a facilidade de uso, clareza da interface, eficiência na realização de tarefas e satisfação geral.

Durante esta etapa, os participantes foram instruídos a fornecer um feedback honesto e detalhado, sem qualquer influência externa, garantindo, assim, a qualidade e a fidedignidade das respostas.

A visualização 3D dos produtos de material de construção neste projeto recebeu uma avaliação significativa por parte dos usuários mostrado na Figura 42, com 20% classificando-a como positiva e 80% como muito positiva. Esta reação reflete a eficácia desta ferramenta em fornecer uma representação precisa e detalhada dos produtos, facilitando consideravelmente a compreensão de sua aparência na vida real.

Figura 42 – Teste de usabilidade Questão 01.



Fonte: O autor (2024).

Todos os usuários (100%) concordaram unanimemente que a visualização 3D tornou mais fácil a compreensão da aparência dos produtos como mostra na figura 43, destacando sua utilidade e eficácia. Além disso, todos os participantes afirmaram que essa capacidade de visualização aumenta sua confiança na qualidade dos produtos, destacando o impacto positivo dessa funcionalidade na decisão de compra comprovada na figura 44.

Figura 43 – Teste de usabilidade Questão 02.

Fonte: O autor (2024).

Figura 44 – Teste de usabilidade Questão 03.

Fonte: O autor (2024).

As pesquisas revelaram que 60% dos participantes concordaram definitivamente que as fotos influenciam suas compras online, enquanto 40% concordaram parcialmente, como mostrado na Figura 45. Interessantemente, 60% dos usuários consideraram a ferramenta de visualização 3D muito fácil de usar, enquanto os outros 40% a consideraram fácil de usar, contribuindo para uma experiência de compra online mais intuitiva e agradável, conforme demonstrado na figura 46.

Figura 45 – Teste de usabilidade Questão 05.

Fonte: O autor (2024).

Figura 46 – Teste de usabilidade Questão 06.

Fonte: O autor (2024).

A utilidade da visualização 3D, quando comparada à visualização de fotos estáticas, foi amplamente reconhecida, com 80% dos usuários considerando-a muito mais útil demonstrada na figura 47. A capacidade de girar, ampliar e examinar os produtos de todos os ângulos proporcionou uma compreensão mais completa e detalhada, influenciando positivamente as decisões de compra.

Figura 47 – Teste de usabilidade Questão 06.

Fonte: O autor (2024).

Além disso, a inclusão da visualização 3D pode ter um impacto significativo nas decisões de compra online de produtos de material de construção, conforme indicado por 60% dos usuários concordando e 40% concordando totalmente comprovada como pode ser observada nas respostas apresentadas na Figura 48.

Figura 48 – Teste de usabilidade Questão 07.

Fonte: O autor (2024).

As sugestões adicionais dos usuários para melhorar a experiência de compra online incluem a divulgação ampla dos procedimentos da ferramenta e suas vantagens, bem como aprimorar a funcionalidade para testar o encaixe de peças, permitindo aos clientes modelar pequenos projetos. Também foi apontada a necessidade de otimização na velocidade de rotação dos objetos, especialmente na seção de materiais separados.

Essas sugestões fornecem *insights* valiosos para aprimorar ainda mais a experiência de compra online de produtos de material de construção, visando atender às necessidades e expectativas dos clientes de forma mais eficaz.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo focou-se na análise da usabilidade de um site com interação tridimensional (3D) voltado para a venda de materiais de construção, especificamente tubos e tubulações. A escolha do teste de usabilidade com um grupo reduzido de cinco participantes se deu em razão da natureza qualitativa da pesquisa em UX. Esta abordagem qualitativa permite uma análise profunda das interações dos usuários, proporcionando insights detalhados sobre a experiência do usuário.

Para garantir a imparcialidade dos resultados, optou-se por selecionar usuários que não tivessem nenhum contato prévio com o formulário de mapa de usuário ou com o desenvolvimento do projeto. Essa escolha foi essencial para evitar qualquer viés que pudesse comprometer a validade dos dados coletados. Além disso, a decisão de envolver participantes sem experiência anterior com o projeto assegurou que as interações observadas fossem genuínas e refletissem uma experiência de usuário realista.

A redução do número de participantes foi uma escolha deliberada para esta etapa do projeto. Em estudos qualitativos de UX, a profundidade das observações individuais é mais valorizada do que a quantidade de dados coletados. A interação direta e minuciosa com cada participante permitiu identificar problemas específicos e detalhar as necessidades de melhoria do site.

Os resultados obtidos, como descrito anteriormente, forneceram uma compreensão detalhada das interações dos usuários com a interface do site. As atividades planejadas abordaram diferentes aspectos da usabilidade, desde a navegação básica até a interação avançada com elementos 3D. A análise das interações, gravadas e observadas em detalhes, revelou áreas de destaque e oportunidades de melhoria significativas.

A escolha de uma metodologia qualitativa e a seleção dos participantes demonstraram-se eficazes para atingir os objetivos do estudo, oferecendo uma base sólida para futuras melhorias no desenvolvimento do site e na experiência de compra online para produtos de construção.

6.1 Melhorias Realizadas no Site

Após a realização dos testes de usabilidade, foram identificadas várias áreas que necessitavam de melhorias para aprimorar a experiência do usuário. Com base nos feedbacks recebidos e na análise das interações dos usuários, foram implementadas as seguintes atualizações no site:

Inserção de Dados do Banco de Dados: Durante os testes, foi observado que alguns dados essenciais estavam ausentes ou incompletos. Para resolver esse problema, foram inseridos e atualizados os dados faltantes no banco de dados, garantindo que todas

as informações relevantes dos produtos estivessem disponíveis para os usuários. Essa atualização não só melhorou a funcionalidade do site, mas também aumentou a confiança dos usuários nas informações apresentadas.

Responsividade para Desktop: A responsividade do site foi aprimorada, especialmente para dispositivos desktop. Antes das atualizações, alguns elementos da interface não se ajustavam corretamente em telas maiores, prejudicando a experiência do usuário. Com as melhorias implementadas, o site agora se adapta perfeitamente a diferentes tamanhos de tela, proporcionando uma navegação mais fluida e intuitiva para os usuários que acessam o site a partir de desktops.

Dinamização dos Boxes da Tabela: Os boxes das tabelas foram tornados mais dinâmicos e interativos. Essa alteração visa facilitar a leitura e a compreensão das informações pelos usuários. A nova dinâmica permite uma visualização mais clara e organizada dos dados, melhorando a acessibilidade e a usabilidade geral do site.

Função Clicável do Logotipo na Última Tela: Uma das funcionalidades solicitadas pelos usuários foi a capacidade de retornar à tela inicial ao clicar no logotipo, especialmente na última tela de navegação. Essa funcionalidade foi implementada, permitindo que os usuários retornem facilmente à página inicial, melhorando a navegação e reduzindo o tempo necessário para encontrar informações específicas ou iniciar uma nova busca.

As atualizações realizadas após o teste de usabilidade demonstram um compromisso contínuo com a melhoria da experiência do usuário. As mudanças implementadas não só corrigiram os problemas identificados durante os testes, mas também adicionaram funcionalidades que aumentam a eficiência e a satisfação do usuário ao interagir com o site.

6.2 Dificuldades Enfrentadas e Soluções Adotadas

Durante o desenvolvimento do projeto, nos deparamos com desafios que exigiram adaptações e soluções criativas para garantir o sucesso do trabalho. Abaixo, destacamos as principais dificuldades enfrentadas e as estratégias adotadas para superá-las:

Utilização da Biblioteca Three.js: Inicialmente, planejamos utilizar a biblioteca Three.js para proporcionar interações mais específicas com objetos 3D. No entanto, devido à falta de tempo e à complexidade envolvida na integração, optamos por uma abordagem alternativa. Decidimos adotar o ModelViewer, uma ferramenta que oferece interações mais simples e não demanda tantos requisitos específicos. Essa decisão foi tomada visando agilizar o desenvolvimento do projeto e garantir uma experiência do usuário satisfatória.

Problemas de Desempenho de Qualidade: Durante o desenvolvimento do protótipo, enfrentamos o desafio de garantir a fluidez do site para proporcionar uma boa experiência ao usuário. Com a presença de vários produtos, a inclusão de múltiplos objetos

3D interativos em uma única página poderia comprometer significativamente o desempenho. Para resolver isso, optamos por utilizar linguagens simples, como HTML, CSS e JavaScript, e incluir apenas um objeto 3D interativo por página, garantindo uma interação mais suave. Para os demais produtos, utilizamos animações em formato GIF que exibiam automaticamente os ângulos 3D, melhorando a performance do site e proporcionando uma experiência de visualização fluida e informativa.

Problemas com a Fluidez dos Movimentos em Dispositivos Móveis: Durante os testes de usabilidade em dispositivos móveis, enfrentamos desafios relacionados à fluidez dos movimentos dos objetos 3D. Reconhecendo a importância de uma experiência consistente em todas as plataformas, concentramos nossos esforços na otimização do projeto para dispositivos desktop. Reduzimos o escopo do projeto para torná-lo responsivo apenas para desktop, devido à necessidade de mais tempo para testar e ajustar as interações em dispositivos móveis. Além da responsividade, era necessário considerar as diversas configurações de hardware dos aparelhos para garantir qualidade na interação com os objetos 3D. Essa abordagem nos permitiu dedicar recursos adicionais à melhoria da qualidade das interações no desktop e garantir uma experiência de usuário mais sólida e satisfatória.

Dinamismo na Inserção dos Componentes do Banco de Dados: Integrar os componentes do banco de dados de forma dinâmica no projeto também se mostrou desafiador. A inserção de dados em tempo real, especialmente durante a interação do usuário com objetos 3D, exigiu uma abordagem cuidadosa para garantir a consistência e a precisão das informações exibidas. Foram implementadas estratégias avançadas de manipulação de dados para tornar o projeto dinâmico e interativo, permitindo que os usuários visualizassem e explorassem os produtos disponíveis de forma eficiente e intuitiva.

6.3 Trabalhos Futuros

Os resultados apresentados neste estudo indicam diversas possibilidades de pesquisa e desenvolvimento para trabalhos futuros. A seguir, são delineadas as principais áreas de investigação que podem expandir o conhecimento e aprimorar a aplicação de tecnologias 3D em ambientes digitais, especialmente focando em interfaces e-commerce e a experiência do usuário.

A adaptação das interações tridimensionais para dispositivos móveis é um desafio significativo, devido às limitações de hardware e às diferentes formas de interação dos usuários. Futuros trabalhos devem investigar como manter e aprimorar a qualidade das interações 3D em plataformas móveis. É essencial explorar métodos para otimizar a performance gráfica e a usabilidade em telas menores, bem como identificar as limitações específicas que afetam a experiência do usuário. Testes comparativos entre dispositivos de diferentes capacidades também poderão fornecer insights valiosos sobre as melhores

práticas para desenvolvimento de interfaces 3D mobile.

A biblioteca Three.js oferece uma plataforma robusta para a criação e manipulação de objetos 3D na web. Trabalhos futuros podem explorar o potencial desta biblioteca para realizar manipulações mais específicas e detalhadas, como texturização avançada, iluminação dinâmica e animações complexas. A investigação de como essas funcionalidades podem ser aplicadas para melhorar a interação do usuário com produtos virtuais permitirá o desenvolvimento de interfaces mais realistas e envolventes. Estudos de caso e protótipos desenvolvidos com Three.js poderiam ser avaliados em termos de performance, usabilidade e impacto na decisão de compra.

Para avaliar a versatilidade e a eficácia das interações 3D em diferentes contextos de mercado, é recomendável realizar testes comparativos em nichos como cosméticos, roupas e outros produtos de consumo. Esses estudos poderão identificar como a tecnologia 3D influencia a experiência do usuário e a intenção de compra em diferentes setores. Comparar a usabilidade e a satisfação do usuário entre diferentes nichos fornecerá insights valiosos para personalizar e adaptar as tecnologias 3D às necessidades específicas de cada mercado.

Realizar comparações com outras lojas de materiais de construção que utilizam tecnologias 3D pode revelar boas práticas e áreas de melhoria. Estudos comparativos podem focar em aspectos como design de interface, funcionalidades oferecidas e impacto na experiência do usuário. Analisar diferentes abordagens permitirá identificar elementos que contribuem para uma navegação mais intuitiva e uma melhor apresentação dos produtos, além de fornecer uma base para recomendações de melhorias específicas para o setor.

6.3.1 Integração de Visualizações 3D em Grandes Plataformas de E-commerce

A integração de visualizações 3D em grandes plataformas de e-commerce representa um campo de estudo promissor. Futuros trabalhos devem investigar como a tecnologia 3D pode ser escalada para suportar grandes catálogos de produtos e um elevado número de usuários simultâneos. Estudos poderão focar na integração de sistemas de gestão de produtos com funcionalidades 3D, avaliando o impacto na infraestrutura tecnológica e na experiência do usuário. A viabilidade e os benefícios das visualizações 3D em e-commerce de grande escala podem ser analisados por meio de estudos de caso e experimentos controlados.

6.3.2 Performance das Interações 3D em Dispositivos de Baixo Desempenho

A performance das interações 3D em dispositivos de baixo desempenho, como computadores com placas de vídeo menos potentes, é uma área crucial a ser investigada. Testes futuros devem avaliar como otimizar as visualizações 3D para garantir uma experiência de usuário aceitável nesses dispositivos. Técnicas de otimização gráfica, redução de carga de processamento e ajustes de qualidade visual serão áreas-chave de pesquisa.

Compreender as limitações e desenvolver soluções que permitam uma boa performance em hardware limitado ampliará o alcance e a acessibilidade das tecnologias 3D.

6.3.3 Acessibilidade para Pessoas com Deficiência

Um campo de pesquisa essencial que deve ser abordado é a acessibilidade para pessoas com deficiência. É fundamental desenvolver e testar interações 3D que sejam inclusivas, permitindo que pessoas com diferentes tipos de deficiência possam utilizar a tecnologia de forma eficaz. Isso inclui considerar a compatibilidade com leitores de tela, desenvolver comandos de voz e gestos adaptativos, e garantir que todas as funcionalidades sejam acessíveis por meio de interfaces alternativas. Realizar testes com pessoas com deficiência permitirá identificar barreiras e criar soluções que promovam uma experiência de usuário equitativa e inclusiva. Esses estudos fornecerão insights valiosos sobre as necessidades específicas desse grupo de usuários e orientarão o desenvolvimento de tecnologias mais inclusivas.

Os trabalhos futuros delineados representam uma continuidade natural e necessária para o avanço das interações 3D em interfaces digitais. Explorando estas áreas, será possível não apenas aprimorar a tecnologia existente, mas também expandir sua aplicabilidade a novos contextos e públicos. A evolução contínua das interações 3D e sua integração em diversas plataformas e nichos de mercado tem o potencial de transformar a experiência de compra online, oferecendo um nível de detalhamento e interatividade sem precedentes. Estas investigações contribuirão significativamente para a melhoria da usabilidade, satisfação do usuário e, consequentemente, o sucesso das plataformas de e-commerce que adotarem essas tecnologias.

REFERÊNCIAS

ALI, A. Z. M.; RAMLIE, M. K. Examining the user experience of learning with a hologram tutor in the form of a 3d cartoon character. **Education and information technologies**, Springer, v. 26, n. 5, p. 6123–6141, 2021.

BARROS, D. G. **Visualização 3D interativa de informação meteorológica georreferenciada**. Tese (Doutorado) — Instituto Politecnico do Porto (Portugal), 2021.

BILLEWAR, S. R. et al. The rise of 3d e-commerce: the online shopping gets real with virtual reality and augmented reality during covid-19. **World Journal of Engineering**, Emerald Publishing Limited, v. 19, n. 2, p. 244–253, 2022.

CADORE, D. C. Ux design-um estudo sobre o desenvolvimento de produtos e serviços focado na experiência dos usuários. 2021.

CEBRIAN, R.; PEREIRA, F. **Design para a Internet: Projetando a Experiência Perfeita**. São Paulo: Novatec, 2013. ISBN 9788575223540.

JIMÉNEZ, K. A. et al. E-commerce: experiencias de usuarios en sus compras por internet. **Revista Publicando**, v. 8, n. 31, p. 225–239, 2021.

LIMA, I. B. B. M. Adaptando a interface de uma loja online 2d para um ambiente de realidade virtual 3d na web: uma abordagem minimalista. 2023.

MALHEIROS, V.; PRATES, R. O. **Avaliação de Usabilidade de Interfaces Web: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. ISBN 9788535263804.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de Interação: Além da Interação Humano-Computador**. Porto Alegre: Bookman, 2011. ISBN 9788560031617.

SALDANHA, E. **Portfólio Design: Arte e Comunicação Visual na Criação de Portfólios**. São Paulo: Novatec, 2017. ISBN 9788575225346.

SEHNAL, D. et al. Mol* viewer: modern web app for 3d visualization and analysis of large biomolecular structures. **Nucleic acids research**, Oxford University Press, v. 49, n. W1, p. W431–W437, 2021.

SOUZA, C. S. de; PRATES, R. O. **Design de Interfaces: Empatia e Tecnologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. ISBN 9788535285684.

SURAHMAN, A.; WAHYUDI, A. D.; SINTARO, S. Implementasi teknologi visual 3d objek sebagai media peningkatan promosi produk e-marketplace. **Jurnal Buana Informatika**, v. 11, n. 2, p. 123–131, 2020.

ZUFFO, M. K. **Realidade Virtual: Conceitos e Tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2008. ISBN 9788521204531.