

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Curso de Bacharelado em Ciência da Computação



Trabalho de Conclusão de Curso

**Expansão e adaptação de estruturas web 2D para uso em ambientes de
realidade virtual**

Raquel de Souza Zimmer

Pelotas, 2023

Raquel de Souza Zimmer

Expansão e adaptação de estruturas web 2D para uso em ambientes de realidade virtual

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Piccin Torchelsen
Coorientadora: Eng. Laura Quevedo Jurgina

Pelotas, 2023

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

Z72e Zimmer, Raquel de Souza

Expansão e adaptação de estruturas web 2D para uso em ambientes de realidade virtual / Raquel de Souza Zimmer ; Rafael Piccin Torchelsen, orientador ; Laura Quevedo Jurgina, coorientadora. — Pelotas, 2023.

73 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) — Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. Realidade virtual. 2. Página web. 3. Usabilidade. 4. Responsividade. 5. UX/UI. I. Torchelsen, Rafael Piccin, orient. II. Jurgina, Laura Quevedo, coorient. III. Título.

CDD : 005

Raquel de Souza Zimmer

Expansão e adaptação de estruturas web 2D para uso em ambientes de realidade virtual

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 15 de setembro de 2023

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rafael Piccin Torchelsen (orientador)

Doutor em Computação pela Universidade Federal de Pelotas.

Eng. Laura Quevedo Jurgina (coorientadora)

Engenheira de Computação pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dr. Tiago Primo

Doutor em Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Luciana Porcher Nedel.

Doutora em Computação pela Escola Politécnica Federal de Lausana.

Dedico a todos que ouviram minhas mágoas durante meus anos de curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, por apoiar e cuidar de mim todos esses anos. Se cheguei onde cheguei, é devido ao apoio deles. Ao meu irmão, que insistiu em que eu ficasse calma até esse momento. A Vanessa, que me deu todos os abraços quando precisei. As minhas amigas do ensino fundamental por me ajudarem a espairecer. Aos amigos que fiz durante a faculdade, que passaram essa jornada comigo. A Giu e a Andressa, que me transformaram em outra pessoa nesse percurso. Ao Tiago, que tornou parte dessa monografia possível. Ao meu orientador, Rafael, que ouviu meus surtos nervosos. A minha co-orientadora, Laura, que resolveu meus surtos nervosos comigo. Agradeço também a Marcia Gabriella, que me ouviu, acompanhou, ajudou e me obrigou a descansar quando eu estava exausta, obrigada por tudo. E por fim, gostaria de agradecer a mim mesma, que mesmo à beira de desistir, segui até o fim e vou continuar seguindo minha jornada.

Um barco solitário à deriva na névoa
Me leva para casa
— 以沫

RESUMO

ZIMMER, Raquel de Souza. **Expansão e adaptação de estruturas web 2D para uso em ambientes de realidade virtual**. Orientador: Rafael Piccin Torchelsen. 2023. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência da Computação) – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

Aparelhos de realidade virtual, de funcionalidades únicas e específicas, passaram a torna-se itens de utilidade geral, podendo servir tanto para entretenimento, quanto para trabalho. E nesse quadro, o acesso a internet não poderia ficar de fora. Entretanto, esse novo meio, com suas características únicas, oferece uma experiência diferente ao usuário, que pode não conversar com as características das páginas desenvolvidas para computadores e celulares.

Para que isso não afete negativamente a experiência de usuário durante a navegação, esse trabalho propõe a adaptação de três itens comuns na web, a barra de rolagem do navegador, o menu de opções da página e a disposição dos elementos na página, para uso em ambientes de realidade virtual. Os formatos propostos servem como um conjunto de diretrizes de desenvolvimento que enfocam a usabilidade em realidade virtual, mas não descartam completamente outros dispositivos.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Site. Usabilidade. Responsivo.

ABSTRACT

ZIMMER, Raquel de Souza. **Expansion and adaptation of 2D web frameworks for use in virtual reality environments.** Advisor: Rafael Piccin Torchelsen. 2023. 73 f. Undergraduate Thesis (Computer Science) – Technology Development Center, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2023.

Virtual reality devices, with unique and specific functionalities, have become items of general utility, being able to serve both for entertainment and for work. And in this context, internet access could not be left out. However, this new medium, with its unique characteristics, offers a different experience to the user, which may not match the characteristics of pages developed for computers and cell phones.

So that this does not negatively affect the user experience during navigation, this work proposes the adaptation of three common items on the web, the browser's scroll bar, the page options menu and the layout of the elements on the page, for use in virtual reality environments. The proposed formats serve as a set of development guidelines that focus on usability in virtual reality, but do not completely rule out other devices.

Keywords: Virtual Reality. Website. UX/UI. Responsive.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura base de um documento HTML	15
Figura 2	Site responsivo em tela de 37cm x 24cm	22
Figura 3	Site responsivo em tela de 75cm x 150cm	22
Figura 4	Páginas de sites Web renderizadas no ambiente do navegador 3D VRrowser	25
Figura 5	Um ambiente baseado em malhas com as telas em 2D inseridas . .	25
Figura 6	Modelo de OBJ link Graphics que foi renderizado pelo ambiente imersivo	26
Figura 7	IDE imersiva do Yggdrasil mostrando o menu imersivo e a janela de visualização	26
Figura 8	Sistema desenvolvido para teste de Janelas de Mão com os ele- mentos de capacete, sensor e placa.	27
Figura 9	Barra de navegação superior visualizada em computadores (acima) e dispositivos móveis (abaixo).	29
Figura 10	Menu em Painel (esquerda) e menu Radial (direita)	30
Figura 11	Esquema de uma página web com leiaute para computador	32
Figura 12	Estrutura de Leiaute para dispositivos móveis	32
Figura 13	Estrutura de Leiaute para dispositivos móveis, com enfoque no ele- mento intro-featues	32
Figura 14	Modelo de tela utilizado por Goldberg; Helfman; Martin. À esquerda a página original; à direita página adaptada para telas panorâmicas.	33
Figura 15	Algumas possíveis configurações de janela no navegador Meta Quest Browser, apresentando o tamanho pré-definido; menores al- tura e largura possíveis, maiores altura e largura possíveis; e menor largura possível com maior altura possível, do ponto de vista do usuário.	36
Figura 16	Barra de Rolagem de uma categoria de produtos em um comércio virtual.	37
Figura 17	Modelo simplificado do índice de rolagem substituindo barra de ro- lagem	38
Figura 18	Modelo simplificado da aparição do elemento de prévia da rolagem	38
Figura 19	(a) Menu de categorias; (b) Menu de Opções do Usuário; (c) Menu de Sugestões	41
Figura 20	Áreas de rolagem das opções do menu	42
Figura 21	Página com o botão para abertura do menu	43

Figura 22	Opção do menu com submenu aberto e uma opção selecionada . . .	43
Figura 23	Disposição de elementos em uma página escolhida como exemplo, com a página no sentido de paisagem. À esquerda, o menu de opções, no centro, os conteúdos da página, à direita o menu de links externos.	46
Figura 24	Disposição de elementos em uma página escolhida como exemplo, com a página no sentido de retrato.	47
Figura 25	Disposição de elementos em uma página escolhida como exemplo, com a página no sentido de retrato e opções de menu abertas. . . .	48
Figura 26	Ambiente de realização dos testes com usuário.	50
Figura 27	Dados representando o total de respostas dadas sobre as perguntas do Índice de Rolagem	57
Figura 28	Dados representando as notas dadas pelos participantes para cada pergunta referente ao Menu de Opções	61
Figura 29	Dados representando as notas dadas pelos participantes para cada pergunta referente a Disposição dos Elementos na Página	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Comparação entre os trabalhos relacionados	28
Tabela 2	Comparação entre trabalhos relacionados à funcionalidade de rolagem da página	29
Tabela 3	Comparação entre menus de Realidade Virtual	31
Tabela 4	Comparação entre adaptações de leiaute em diferentes trabalhos .	34
Tabela 5	Tarefas designadas aos usuários durante o teste	51
Tabela 6	Tipos de escala utilizadas nos testes com usuário	52
Tabela 7	Notas dadas pelos PGS nos questionamentos sobre a Rolagem da Página	56
Tabela 8	Notas dadas pelos PNGS nos questionamentos sobre a Rolagem da Página	56
Tabela 9	Notas dadas pelos PGS nos questionamentos sobre o Menu de Opções	60
Tabela 10	Notas dadas pelos PNGS nos questionamentos sobre o Menu de Opções	60
Tabela 11	Notas dadas pelos PGS nos questionamentos sobre a Disposição dos Elementos na Página	64
Tabela 12	Notas dadas pelos PNGS nos questionamentos sobre a Disposição dos elementos na página	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Interface de Programação de Aplicações
VR	Realidade Virtual
HMD	Head Mounted Display
UX	Experiência de Usuário
UI	Interface de Usuário
W3C	Consórcio World Wide Web
DOM	Modelo de Documento por Objetos
PGS	Participantes Guiados
PNGS	Participantes Não Guiados

SUMÁRIO

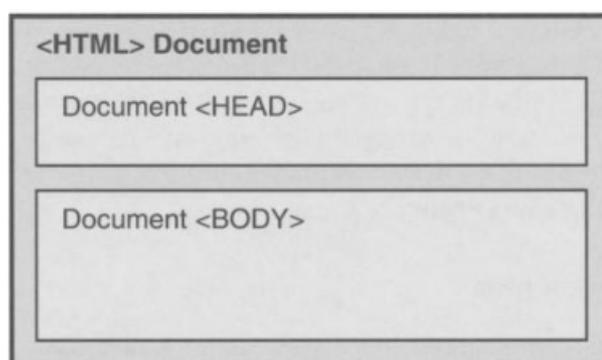
1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Contexto Histórico	15
1.2	Trabalho Desenvolvido	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Tecnologias	19
2.1.1	HTML	19
2.1.2	CSS	20
2.1.3	JavaScript	20
2.1.4	ReactJS	21
2.1.5	Realidade Virtual	21
2.2	Conceitos	21
2.2.1	Interface de Usuário e Experiência de Usuário	21
2.2.2	Responsividade	22
3	TRABALHOS RELACIONADOS	24
3.1	Realidade Virtual: Navegação web e Janelas	24
3.2	Rolagem da página	29
3.3	Menu de opções	30
3.4	Disposição de elementos na página	31
4	METODOLOGIA	35
4.1	Índice de rolagem	36
4.2	Menu de Opções	41
4.3	Disposição de elementos na tela	45
4.4	Testes com o Usuário	50
5	RESULTADOS	53
5.1	Índice de rolagem	55
5.2	Menu de Opções	59
5.3	Disposição dos elementos na página	63
6	CONCLUSÃO	69
	REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

O capítulo de introdução primeiro apresenta uma breve explicação sobre o contexto no qual esse trabalho se encontra, uma vez que contempla duas áreas bastante distintas - Realidade Virtual e Web. Uma vez com o contexto estruturado, o trabalho é resumido, considerando o que nele é desenvolvido, sua importância e como esse conteúdo será apresentado no decorrer do texto.

1.1 Contexto Histórico

A internet, desde seu surgimento, tem a estrutura de um documento, como mostrado por Wilde na Figura 1. Essa figura apresenta as duas tags fundamentais do HTML (HyperText Markup Language), linguagem que além de descrever uma página web (W3C, 2016), também é a cola que une todas as partes que compõe a página (LEVERING; CUTLER, 2006), o <HEAD> e o <BODY>, que contém especificações sobre a página e tudo que será visto pelo usuário final, respectivamente.



(WILDE, 1999)

Figura 1 – Estrutura base de um documento HTML

porém, o HTML não é o suficiente para desenvolver páginas com cores, desenhos e animações, já que não é muito bom com estilo (POWELL, 2010). Para suprir essa necessidade, o CSS (Cascade Styling Sheets) foi desenvolvido. Seu objetivo é descrever como a página será apresentada utilizando-se de elementos de estilo como cores, layouts e fontes (W3C, 2016).

Inicialmente, da mesma forma que o HTML, o CSS foi desenvolvido para o computador. Com o avanço da tecnologia e a introdução de dispositivos móveis como celulares, no entanto, foi necessário atualizar a tecnologia e introduzir funcionalidades que se adaptassem ao novo dispositivo. Entretanto, o incremento de funcionalidades isoladas para telas pequenas não era suficiente, uma vez que os mesmos sites podem ser acessados em quaisquer tamanhos de tela.

Portanto, para tornar as páginas adequadas à quaisquer dispositivos, funcionalidades designadas para lidar com a mudança de tamanho da tela também foram adicionadas. Com essa possibilidade, bastou aos desenvolvedores fazerem uso dos novos comandos que páginas criadas para o computador tornaram-se adaptáveis para uso em dispositivos menores.

Isso abriu caminho, por consequência, para desenvolvimento focado em telas maiores. As funcionalidades adaptativas adicionadas ao HTML e ao CSS foram pensadas para adequar a tela a quaisquer tamanhos, o que não exclui telas como monitores grandes e televisores.

Com a adição da realidade virtual, o estado das ferramentas web precisou mais uma vez ser atualizado, dessa vez com a inclusão de bibliotecas e frameworks voltados para esse novo ambiente. Contudo, da mesma forma que ocorreu para as demais ferramentas de acesso à internet, não somente sua adição é necessária, mas também uma forma de introduzir ao usuário uma forma de navegação adequada. O próximo passo, portanto, é incrementar a usabilidade de páginas web para se adaptarem aos meios de Realidade Virtual.

O trabalho desenvolvido está no contexto de usabilidade de páginas web em ambientes de realidade virtual. Entretanto, seu escopo limita-se a usabilidade de páginas em realidade virtual sem a dependência de ferramentas específicas do meio; por isso as tecnologias utilizadas limitam-se àquelas consolidadas universalmente no navegador e utilizáveis de forma independente do meio.

1.2 Trabalho Desenvolvido

O estudo de Vilhelmson; Thulin; Eldér, no qual de 2998 participantes do estudo, 1244 eram usuários medianos (20 à 60 horas) ou pesados (60 à 120 horas) da internet (2017) mostra o quanto a internet está presente na vida das pessoas. As atividades praticadas durante esse período, como entretenimento, lazer, estudos e trabalho podem ser realizados em ambientes de realidade virtual por meio de HMDs. Por consequência, o tempo utilizado navegando na internet em aparelhos como computadores e celulares pode ser estendido para realidade virtual. Contudo, a realidade virtual contém um conjunto de características próprias que não estão ainda consideradas no desenvolvimento de páginas e ferramentas web, o que causa uma diminuição na

qualidade da experiência de usuário durante a navegação. Um exemplo seria a necessidade de utilizar movimentos longos para interações em ambientes de realidade virtual pode causar problemas como rigidez e dor nos braços (IQBAL et al., 2021), no contexto web em uma página extensa essa problemática se torna ainda mais intensa.

Portanto, para melhorar a experiência de navegação web em realidade virtual do usuário, esse trabalho se voltou para a adaptação de elementos, podendo ser esses de caráter funcional ou visual, web já familiares ao usuário para o ambiente de realidade virtual para constituir um conjunto de diretrizes práticas com embasamento teórico em conceitos de usabilidade. Aqueles escolhidos foram: rolagem da página; menu de opções; e disposição dos elementos na página.

A rolagem da página refere-se à movimentação vertical ou horizontal de uma página web, responsável pela mudança do conteúdo visível pelo usuário quando este não pode ser apresentado inteiramente na tela. No computador, isso é feito com o botão de roleta do mouse ou interação direta com a barra lateral direita que representa a rolagem; no celular com o arraste do dedo na direção oposta àquela desejada.

O menu de opções é composto pelo pelas opções de navegação do site. Sites, em sua totalidade, podem ser divididos em categorias, departamentos, tópicos, etc, e o menu de opções fornece as opções de navegação possíveis a partir da página que está sendo visualizada. No computador, menus são bastante fáceis de utilizar, a precisão do movimento do mouse e sua visibilidade faz com que seja fácil identificar qual item está sendo selecionado e sua apresentação é bastante robusta, normalmente ocupando uma dimensão inteira da página (altura ou largura). No celular, por questões de largura da tela, os menus foram comprimidos e muitas vezes apresentados como uma coluna de opções e da mesma forma que o computador, existe uma facilidade de precisão devido ao controle do toque na tela.

A disposição dos elementos na página é o termo utilizado para falar da organização de seções de conteúdo, como textos, banners e botões; menus com opções de navegação; cabeçalhos e rodapés. Posição, hierarquia, tamanho e visualização fazem parte do contexto de organização e são os principais pontos levados em conta. Em computadores, onde o formato da tela é de paisagem, os elementos podem ser dispostos na largura da tela, organizados em linha, com o elemento de destaque no centro, enquanto em celulares, por possuírem telas em formato de retrato, tendem a utilizar-se mais de um formato de coluna com o elemento principal no topo.

As situações apresentadas, as quais são comuns em aparelhos celulares e computadores, podem não ser ideais para realidade virtual, e por consequência degradariam a experiência de usuário.

No Meta Quest 2 existem 3 formas de efetuar a rolagem da página: com a palanca do controle; pressionando o botão do controle e movimentando a mão na vertical; ou fazendo o movimento de pinça com os dados e movimentando a mesma mão na

vertical. A proposta nesse trabalho é a adição de um índice lateral que permita ao usuário ver prévias de partes da página e clicar naquela desejada para acessá-la, o qual será chamado de Índice de rolagem.

Para o menu de opções, em Realidade Virtual, os pontos-chave estão na visualização e na forma de interação. A visualização é afetada pela liberdade de redimensionamento da tela, algo para qual o menu nem sempre está preparado; e a interação torna-se mais complexa devido à queda de precisão gerada pelo movimento do usuário em três eixos, em vez de dois. Por isso o objetivo nesse trabalho é um menu adaptável que mantenha uma área significativa de interação para o usuário.

A disposição dos itens na página é regulamentada pelo principal formato de tela no qual a visualização do site é desejada, porém, em realidade virtual, o formato de tela escolhido pelo usuário é livre, uma vez que a tela é o mesmo que a janela do navegador. Sites com disposição de elementos estática ou pouco adaptativa causam uma queda na qualidade da experiência de usuário. A proposta nesse trabalho é apresentar uma disposição de elementos na página que siga os principais preceitos do design moderno e que seja capaz de adaptar-se as configurações escolhidas pelo usuário.

Para relatar o desenvolvimento do projeto proposto nessa monografia, a seguinte estrutura foi utilizada: no capítulo 2 será tratado o Referencial Teórico, no qual os principais conhecimentos necessários para entendimento desse trabalho são abordados; no capítulo 3, será tratado os Trabalhos Relacionados, no qual trabalhos que abordam tópicos semelhantes ou tem premissas semelhantes a esse trabalho são apresentados e discutidos; no capítulo 4 será tratado a Metodologia, no qual o caráter prático desse trabalho é explicado; no capítulo 5 será tratado os Resultados, no qual os resultados dos testes de usabilidade serão apresentados; no capítulo 6 será tratado a Conclusão, no qual será apresentada a percepção proveniente dos resultados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme a evolução da internet, o objetivo das páginas web adequaram-se às necessidades dos usuários, como explicado por Choudhury (2014): para a web 1.0, havia páginas estáticas com linguagens básicas de Marcação de Hipertexto; para 2.0, as redes sociais e comunidades; e para 3.0, a web semântica. Dá mesma forma, tecnologias, técnicas e conceitos utilizados para conceber esses sites evoluíram e foram diversificados, não só acompanhando como também moldando o formato da web. Em meio aos diversos métodos desenvolvidos para a web 3.0, aqueles pensados para o desenvolvimento de interfaces tomaram o papel principal nesse trabalho.

A criação de uma interface é composta pelo design e pelo desenvolvimento, cada qual com seus processos. Para o desenvolvimento desse trabalho, foi necessário utilizar conhecimentos de ambas as áreas.

2.1 Tecnologias

Como o escopo do trabalho se limita a proposição estruturas básicas e que não sofram restrições de usabilidade por especificidades, como em relação a sistemas e navegadores, é importante destacar que as ferramentas de desenvolvimento utilizadas (HTML, CSS, JavaScript e ReactJS) são em sua totalidade voltadas para a web, sem funcionalidades específicas para realidade virtual. Esta por sua vez, mesmo sendo excluída como ferramenta, é uma das tecnologias-base que possibilitaram a concepção desse trabalho.

2.1.1 HTML

Um documento HTML é montado a partir de um conjunto de elementos, que organizados de forma lógica, ao serem representados no navegador através do DOM (Document Object Model) - que é uma interface de programação para representação de páginas web, criam uma estrutura de texto ou multimídia. Mesmo com o mais básico elemento do HTML é possível apresentar conteúdo para o usuário, contudo, é importante não só para navegação e bem-estar de todos os tipos de usuários, mas

também para desenvolvimento e manutenção, que o site seja bem estruturado. Por esse motivo, dentre as diversas funcionalidades relacionadas a cada elemento, existem aqueles voltados para Estruturação de Conteúdo (MOZDEVNET, 2020), que demarcam objetivos específicos de partes do HTML.

Nesse trabalho, o HTML é utilizado como linguagem base para desenvolvimento de todas as estruturas desenvolvidas. Ele foi utilizado mantendo-se em mente pontos básicos de acessibilidade, tags específicas foram utilizadas conforme as estruturas desenvolvidas. Menus foram montados com a tag nav; as páginas foram organizadas em sections; cabeçalhos e rodapés com as tags header e footer, respectivamente; e imagens contiveram alternativas textuais.

2.1.2 CSS

O CSS é uma linguagem de estilização cujo objetivo é especificar como a página será mostrada para o usuário. Com ele é possível alterar tamanhos e cores, criar leiautes, ou mesmo efeitos de animação.

Dentre os recursos do CSS, em 2012, segundo W3c, o W3C recomendou o uso de Media Queries, que por sua vez, são um recurso que permite alterar o estilo da página de acordo com recursos ou estados do dispositivo utilizado. Dessa forma, é possível ajustar a página de acordo com tamanho, coloração ou orientação escolhidos pelo usuário ou pré-definidos.

Da mesma forma, um recurso que amplia a maleabilidade do CSS é o recurso de flex-box. O conteúdo de um leiaute flex é capaz de ajustar-se em diferentes direções (linhas ou colunas); alterar a ordem de apresentação dos elementos; disposto em diferentes eixos - principal ou secundário; alterar seu tamanho conforme espaço disponível; alinhar-se de acordo com seu contêiner ou os demais conteúdos dentro dele; retrair-se ou expandir-se dinamicamente ao longo do eixo principal enquanto preserva o eixo secundário (W3C, 2018).

O CSS utilizado nesse trabalho é básico, apesar de sua gama ampla de possibilidades. Somente informações como tamanhos e cores fossem designadas com CSS puro. Já considerando Media Queries e Flex-box, com o primeiro características dos elementos foram re-definidas segundo o tamanho da janela para que melhor se adaptassem a página; com o segundo todo leiaute do item Disposição dos elementos na página foi moldado.

2.1.3 JavaScript

Um site web não é feito somente para ser visto estaticamente, ele é feito para ser interagido com, o usuário deve ser capaz de executar cliques, mover itens e muitas outras funcionalidades. Para que isso seja possível, é necessária uma linguagem imperativa que possa moldar o comportamento da página (FLANAGAN, 2004) para

ser apresentado da maneira específica conforme uma ação é executada.

Precisamente nesse trabalho, muitas funções JavaScript foram utilizadas para auxiliar a manipulação do DOM e mesmo acrescentar partes novas a ele. Um tipo de função bastante utilizada foi observadores de eventos. E além deles, itens que permitem acesso ao estilo do elemento, dinamizando ainda suas características que puderam ser alteradas de acordo com condições e estados de funções.

2.1.4 ReactJS

O ReactJS é um framework JavaScript que entrega dinamicamente partes da página de acordo com mudanças em quaisquer informações especificadas (RAWAT; MAHAJAN, 2020), o que é utilizado nesse trabalho com o redimensionamento da tela. Não só isso, o ReactJS disponibiliza eventos como captura de entrada do mouse em elementos e cliques, fundamentais para tornar a página reativa não só a mudanças na janela, mas também a interações do usuário com os elementos.

Outra característica fundamental do ReactJS para esse trabalho é a possibilidade de reutilização de suas partes, denominadas no contexto do framework como componentes. O mesmo componente pode ser renderizado e utilizado em situações distintas fazendo uma chamada para este.

2.1.5 Realidade Virtual

Bryson diz que Realidade Virtual é o uso de computadores e interfaces humano-computador para criar o efeito de um mundo tridimensional contendo objetos interativos com uma forte presença de mundo tridimensional.

Aqui, apesar de ser parte fundamental do objetivo do trabalho, a Realidade Virtual é utilizada somente como meio, e não como uma ferramenta propriamente dita.

2.2 Conceitos

Além das tecnologias, 2 conceitos foram importantes para o desenvolvimento desse trabalho, UX e UI, e Responsividade. Por sua vez, ambos são tópicos densos, portanto, não foi possível explorá-los profundamente. Contudo, isso não os torna menos importantes, pois as estruturas práticas foram desenvolvidas com base neles.

2.2.1 Interface de Usuário e Experiência de Usuário

Joo (2017) define Interface de Usuário (UI) como um sistema e um usuário interagindo um com o outro através de comandos ou técnicas para operar o sistema, input de dados, e o uso de conteúdos.

Já a Experiência de Usuário (UX), segundo Sharma; Tiwari (2021), é a comunicação por interfaces, interações e a experiência que o usuário tem com o produto e

serviço de uma organização.

Os dois conceitos estão estritamente ligados, uma vez que a Interface de Usuário é parte da Experiência de Usuário (KIM; JO; HA, 2011). Conceitos modernos de interface levam em conta uma boa experiência de navegação, como o estilo de design Minimalista, que visa desenvolver uma interface de usuário objetiva, que foque nos pontos essenciais e diminua a quantidade de informações irrelevantes, com objetivo de fornecer uma boa experiência de usuário, tornando o método de comunicação da informação mais efetivo e ajudando-o a completar seus objetivos (CHEN, 2018).

2.2.2 Responsividade

Para ser possível ao usuário navegar confortavelmente em quaisquer dispositivos, telas e resoluções, é necessário haver preocupação com a adaptabilidade da página, pois desenvolver diferentes páginas para diferentes dispositivos e resoluções, originaria custos altos para empresas e necessitaria de muita manutenção por parte de desenvolvedores (ALMEIDA; MONTEIRO, 2017).

Essa necessidade deu origem a um novo modelo de design, chamado Design Responsivo, que segundo Da silva (2014) “[...] é um princípio de desenvolvimento para Web cujo objetivo é adaptar o leiaute das páginas a qualquer dispositivo, tela e resolução, com objetivo de garantir a boa experiência do usuário, possibilitando navegação e leitura confortáveis sem comprometer o conteúdo”. Esse modelo de design é exemplificado nas figuras 2 e 3, partes-chave da identidade visual do site se mantiveram os mesmos, enquanto partes textuais, imagens, e menus mudaram de forma para adequar-se ao tamanho da tela.

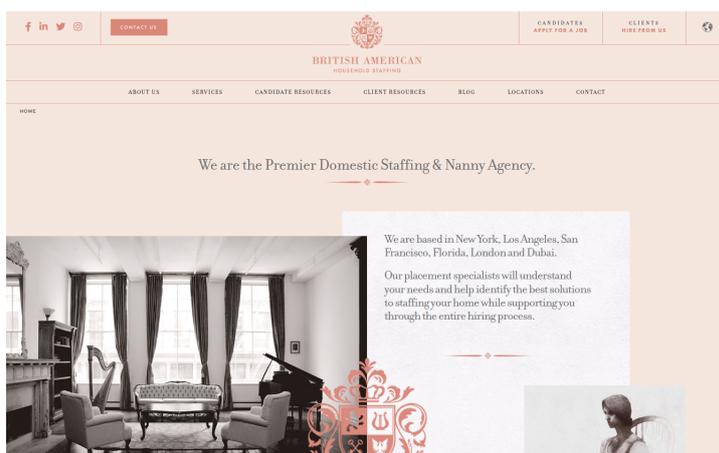


Figura 2 – Site responsivo em tela de 37cm x 24cm

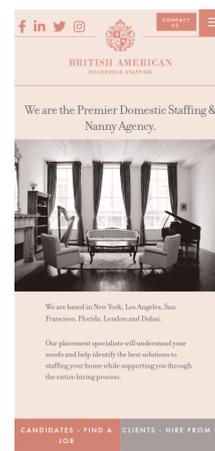


Figura 3 – Site responsivo em tela de 75cm x 150cm

British America Household Staffing. Página Inicial. Disponível em: <https://bahs.com/>. Acessado em 13 mar. 2023

A responsividade é uma parte vital de todas as estruturas desenvolvidas nesse trabalho. É nela que está um dos pontos-chave para Experiência de Usuário, pois

a liberdade de redimensionar a janela em Realidade Virtual é um dos pontos mais explorados aqui. Ela está atrelada não somente a organização dos elementos na página, mas também às dimensões desses elementos, como o menu, que ajusta suas proporções para se adequar a altura da página, isso também faz parte do conceito de responsividade.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Na literatura, o tema da usabilidade de páginas web 2D em ambientes de Realidade Virtual ainda não é amplamente explorado. Embora este tópico esteja ganhando destaque no mercado de trabalho, existe uma menor ênfase no meio acadêmico. As fontes nas quais se concentram as informações sobre o tema são de caráter informal, como vídeos na plataforma do YouTube, blogs voltados para a implementação web e fóruns de discussão de usuários e desenvolvedores. Em sua grande maioria esses materiais são de caráter prático, como documentações e exemplos de código, ou apresentam uma visão para o usuário final, baseada na experiência e opinião de um único indivíduo.

Assim, nesta seção, serão apresentados estudos que, de alguma forma, abordam temas semelhantes ao deste trabalho. A discussão iniciará com pesquisas de conexões mais amplas, progredindo para aquelas mais relacionadas.

3.1 Realidade Virtual: Navegação web e Janelas

O trabalho de Toyama; Sada; Nakajima é um ótimo exemplo do rumo que a navegação web está tomando no ambiente de Realidade Virtual. “VRrowser: A virtual reality parallel web browser” (2018) traz a perspectiva de um navegador que une janelas 2D e ambientação 3D. Nele, o usuário é capaz de se locomover por um ambiente e dentro dele pode posicionar e utilizar janelas 2D nas quais se encontram páginas web. Contudo, as páginas acessadas dentro das janelas não fazem uso de recursos da Realidade Virtual, ou sequer se adaptam à forma de interação do usuário. Elas são limitadas às suas versões utilizadas em computadores. (Figura 4).

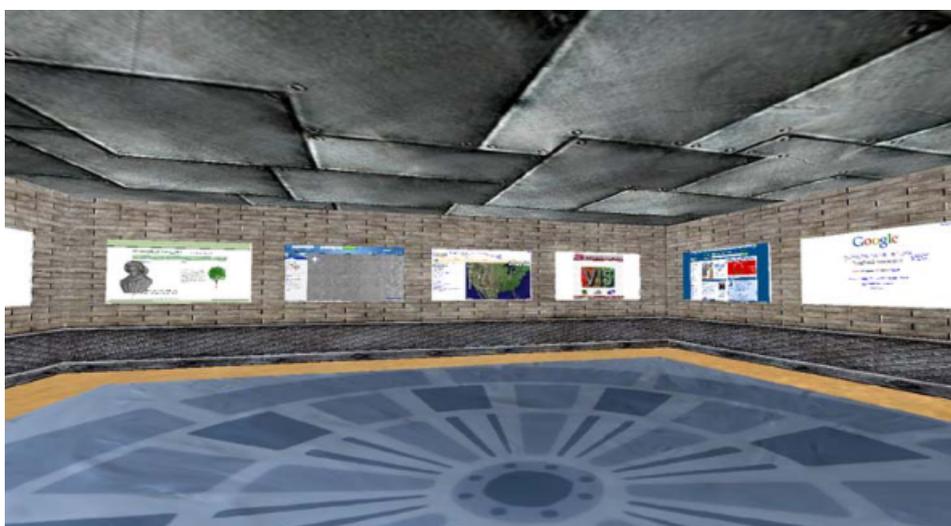
Barsoum; Kuester (2008), da mesma forma, em “Towards Adaptive Web Scriptable User Interfaces for Virtual Environments”, propõe a inserção de páginas web 2D convencionais em um ambiente 3D por meio de malhas, como mostrado na Figura 5. Contudo, Barsoum; Kuester tocam nas janelas 2D de uma forma diferente, sua fala gira em torno de OBJ link Graphics, modelos que uma vez dentro da janela são selecionados e depois renderizados de forma interativa para o usuário, como se pertencessem



FONTE: (TOYAMA; SADA; NAKAJIMA, 2018)

Figura 4 – Páginas de sites Web renderizadas no ambiente do navegador 3D VRowser

ao mundo imersivo. Seu modelo está representado na Figura 6.



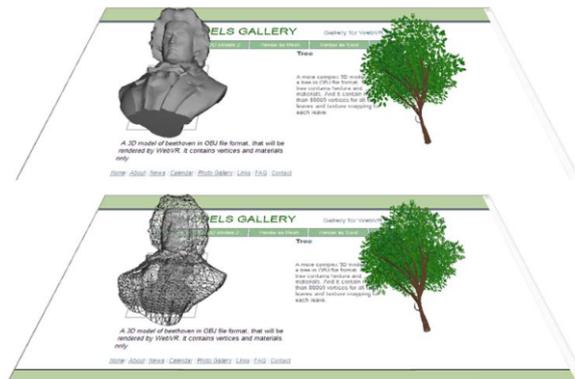
FONTE: (BARSOUM; KUESTER, 2008)

Figura 5 – Um ambiente baseado em malhas com as telas em 2D inseridas

Ambos diferem desse trabalho por lidarem com a web em Realidade Virtual de forma majoritariamente 3D, com pouco foco em seus aspectos 2D. Esse trabalho tem por meta manter-se no nível de imersão e interação com o ambiente já proposto pelo Óculos de Realidade Virtual e melhorar a experiência de navegação do usuário dentro do próprio navegador de internet. Barsoum; Kuester tocam no aspecto da tela em si, porém, continua não sendo exatamente próximo ao proposto aqui, pois nesse trabalho o foco está em manter a dimensionalidade e melhorar a interação do usuário com ela.

Já Hill; Johnson lidam com o conceito de telas 2D em aplicações 3D para Realidade Virtual em seu trabalho “Withindows: A Framework for Transitional Desktop and Immersive User Interfaces” (2008), porém, seu foco está nos possíveis formatos de interação de usuário. O trabalho apresenta um framework, com foco em promover melhores formas de interação do usuário com as janelas.

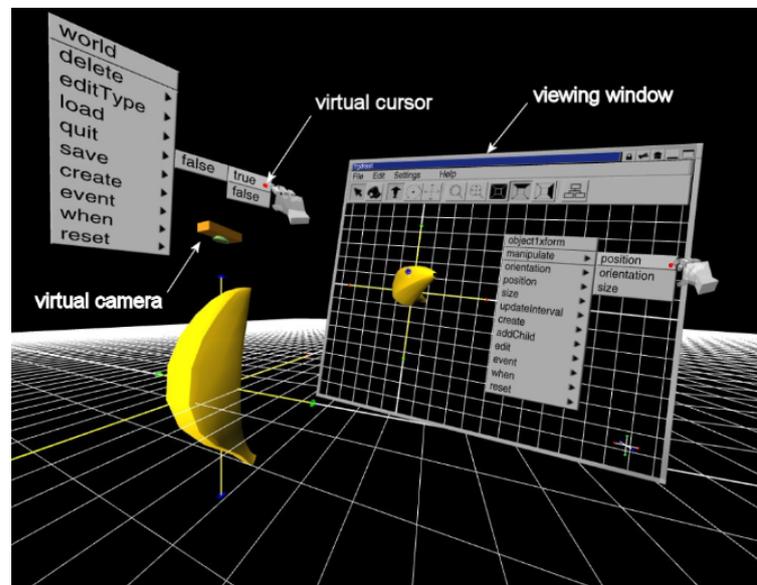
A Figura 7 apresenta a visualização de uma IDE de ambiente imersivo que utiliza o framework desenvolvido. As janelas foram inseridas no ambiente 3D e o usuário faz



FONTE: (BARSOUM; KUESTER, 2008)

Figura 6 – Modelo de OBJ link Graphics que foi renderizado pelo ambiente imersivo

uso das possibilidades de interação trazidas pelo framework.



FONTE: (HILL; JOHNSON, 2008)

Figura 7 – IDE imersiva do Yggdrasil mostrando o menu imersivo e a janela de visualização

Diferente de Toyama; Sada; Nakajima e Barsoum; Kuester, Hill; Johnson tem seu foco em telas 2D dentro do ambiente imersivo, entretanto não da forma como a janela é tratada aqui. Além de refletir o ambiente imersivo e manipular este ambiente, a janela foi desenvolvida do zero. Nesse trabalho, a janela bidimensional não será desenvolvidas do zero, ela será o meio já existente no qual o trabalho é desenvolvido e é totalmente independente do ambiente imersivo.

Em “Hand-Held Windows: Towards Effective 2D Interaction in Immersive Virtual Environments” (LINDEMAN; SIBERT; HAHN, 1999), Lindeman; Sibert; Hahn trabalham com as formas que o usuário pode interagir com janelas no ambiente imersivo, mais especificamente com o que denominam “Hand-held windows”, ou janelas de mão, definidas como janelas fixas relativas a um objeto na mão não dominante do usuário

(LINDEMAN; SIBERT; HAHN, 1999).

Em seu trabalho Lindeman; Sibert; Hahn apresentam um sistema de teste para janelas de mão, utilizado para avaliar a experiência do usuário realizando tarefas. Esse sistema consiste em um capacete para imersão na Realidade Virtual, um sensor para o indicador da mão dominante e uma placa para a mão não-dominante para representar a janela de mão (Figura 8).



FONTE: (LINDEMAN; SIBERT; HAHN, 1999)

Figura 8 – Sistema desenvolvido para teste de Janelas de Mão com os elementos de capacete, sensor e placa.

Foram realizados 2 testes. Um deles envolvia clicar e arrastar um item pela tela, até que se encaixasse em uma área demarcada. E o outro consistia em efetuar o clique na peça correspondente a um item estrategicamente posicionado na tela.

Os resultados obtidos por Lindeman; Sibert; Hahn mostraram que para tarefas que envolvam olhar em volta (associação da peça ao item), as janelas de mão são mais eficientes, pois o usuário é capaz de observar a janela em uma posição relativa ao item somente movimentando sua mão não dominante.

Lindeman; Sibert; Hahn se aproximam do trabalho aqui desenvolvido por focar na interação do usuário com a janela 2D, entretanto suas abordagens e objetivos diferem daqueles nesse trabalho. Nesse trabalho, a internet será usada como base e apesar de uma melhor interatividade ser o foco, aqui não somente as ações o usuário são importantes, mas a apresentação dos elementos também.

O quadro atual da navegação web em ambientes de Realidade Virtual é vasto e diversificado. Abaixo, a Tabela 1 fornece uma comparação concisa de três estudos proeminentes neste campo, detalhando suas abordagens e diferenciações.

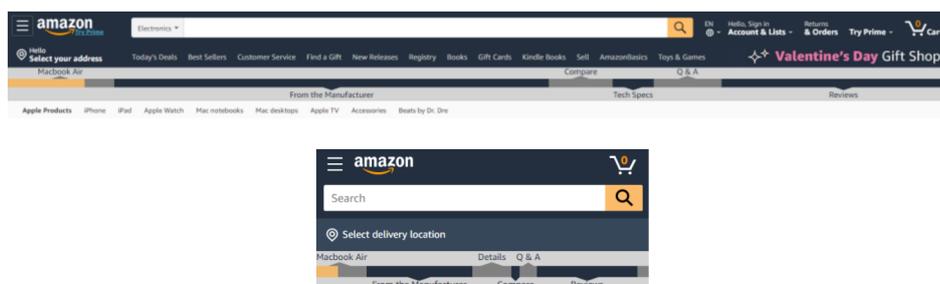
Tabela 1 – Comparação entre os trabalhos relacionados

Tópico	Toyama (2018)	Barsoum (2008)	Hill (2008)	Atual
Propósito	Navegador que combina janelas 2D com ambiente 3D	Inserção de páginas web 2D em ambiente 3D	Melhoria na interação do usuário com janelas em ambientes 3D	Adaptação de estruturas comuns na web para Realidade Virtual com foco em UX
Método de Interação	Janelas 2D em ambiente 3D	OBJ link e Graphics malhas	Framework para interação com janelas	Navegador Web
Foco (2D/3D)	Ambos, com ênfase em 2D	Ambos, com ênfase em 3D	Foco em 2D dentro do ambiente 3D	Foco 2D
Relação com o presente trabalho	Diferente: páginas 2D não adaptadas para VR	Similar em inserção 2D, mas diferente em método	Mais próximo, mas com abordagens diferentes na manipulação da janela 2D	-

A Tabela 1, apresenta a diversidade de abordagens na integração de janelas 2D e ambientes 3D em realidade virtual. Enquanto Toyama; Sada; Nakajima propõe uma navegação que une ambos os mundos, Barsoum; Kuester foca mais na imersão 3D. Já Hill; Johnson se aproxima mais do nosso trabalho, visando melhorar a interação com interfaces 2D em um ambiente imersivo. Estes estudos refletem as variadas tentativas de harmonizar 2D e 3D na Realidade Virtual. Contudo, em contraste com o trabalho aqui desenvolvido, apresentam-se de forma mais complexa, as implementações fazem uso da realidade virtual como uma ferramenta para auxiliar que o objetivo seja atingido, enquanto no presente trabalho a realidade virtual torna-se um meio. A questão aqui volta-se mais para as formas e logica do desenvolvimento, utilizando-se de ferramentas comuns, que não exigem integração da realidade virtual para serem adequadas a ela. O que torna as estruturas propostas mais acessíveis ao desenvolvedor.

3.2 Rolagem da página

A funcionalidade aqui proposta em relação a rolagem da página se aproxima daquela proposta por Miller; Miller; Caporusso, na qual uma barra de navegação é adicionada no topo da página e o usuário pode escolher para qual parte da página deseja ir de acordo opções textualmente ali descritas (Figura 9).



(MILLER; MILLER; CAPORUSSO, 2020)

Figura 9 – Barra de navegação superior visualizada em computadores (acima) e dispositivos móveis (abaixo).

Aqui, contudo, a estrutura proposta se aproxima mais de um índice, que será adicionado na lateral direita da página e permitirá ao usuário ver uma prévia de qual seção da página será apresentada se o clique naquela região for feito.

Assim, navegar com eficácia em conteúdos extensos é essencial para a experiência do usuário. Vários métodos têm sido explorados, incluindo a abordagem de Miller; Miller; Caporusso. A tabela 2 compara essa abordagem com a proposta deste trabalho.

Tabela 2 – Comparação entre trabalhos relacionados à funcionalidade de rolagem da página

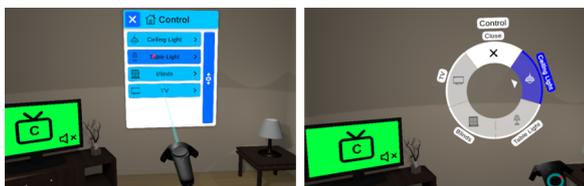
Tópico	Miller (2020)	Atual
Propósito	Adicionar barra de navegação no topo da página para facilitar a navegação	Adicionar índice na lateral direita para oferecer uma prévia das seções
Localização	Topo da página	Lateral direita da página
Visualização	Barra de navegação superior visualizada em computadores e dispositivos móveis	Índice com prévia de seção
Método de Interação	Seleção de opções textuais	Seleção após visualização prévia de seção
Foco	Facilitar o acesso a diferentes partes da página via descrições textuais	Oferecer uma prévia da seção, melhorando a usabilidade e a interação com a página

A tabela 2 apresenta diferenças entre a abordagem de Miller; Miller; Caporusso e a funcionalidade proposta neste trabalho em relação à rolagem da página. Enquanto Miller foca na simplificação do acesso a diferentes seções via descrições textuais, o método proposto neste estudo adiciona uma camada adicional de usabilidade, oferecendo uma prévia visual das seções antes da seleção. Essa diferenciação visa melhorar a interação do usuário e a compreensão do conteúdo disponível, potencialmente reduzindo a desorientação e o tempo gasto buscando informações específicas em páginas extensas.

3.3 Menu de opções

Menus para ambientes de Realidade Virtual são trabalhados, em especial quando se tratando de estudos comparativos entre seus formatos e usabilidade. Como, por exemplo, por Bowman; Wingrave (2001), Dachsel; Hübner (2006) e Santos et al. (2017).

Em especial, menus como aquele apresentado por Monteiro et al. (2019) se aproximam daquele aqui desenvolvido. O foco de Monteiro et al. é testes com usuário para averiguar a usabilidade e preferencia do usuário entre dois tipos de menu, o radial e o de painel (Figura 10). Contudo, o menu de Monteiro et al. é aplicado diretamente no ambiente imersivo, enquanto nesse trabalho ele foi desenvolvido dentro da janela do navegador para o contexto de uma página web.



(MONTEIRO et al., 2019)

Figura 10 – Menu em Painel (esquerda) e menu Radial (direita)

Os menus em ambientes de Realidade Virtual (RV) são desafiadores devido à necessidade de maximizar a usabilidade em um ambiente tridimensional, onde a interação é diferente da tradicional bidimensional. A literatura sobre este tema é rica, e diferentes pesquisadores exploraram as possibilidades, limitações e melhores práticas para a concepção de menus em RV.

Nesta seção, a ênfase é colocada na pesquisa de Monteiro et al., que serve como um ponto de referência importante para o trabalho apresentado. A pesquisa de Monteiro et al. comparou a usabilidade e a preferência do usuário entre dois tipos distintos de menus: o menu radial e o menu de painel. Estas representações visuais de interação são essenciais para determinar como os usuários interagem e experienciam conteúdo em ambientes virtuais. A tabela 3 apresenta a comparação dos trabalhos

relacionados com o presente trabalho.

Tabela 3 – Comparação entre menus de Realidade Virtual

Tópico	Monteiro (2019)	Anteriores	Atual
Foco	Usabilidade entre menus radial e painel	Vários aspectos de design e usabilidade	Menu RV no contexto web
Ambiente	Ambiente imersivo RV	Ambientes RV	Navegador
Contribuição	Preferência entre dois menus	Design de menus em RV	Integração de menu RV na web

Enquanto Monteiro et al. estudou menus diretamente no ambiente imersivo, o foco deste trabalho é a inovação na aplicação de tais menus no contexto da web. Ao fazer isso, a fronteira do que se entende por interação em páginas web é ampliada e, ao mesmo tempo, os avanços e descobertas de pesquisas anteriores sobre menus em RV são integrados. A tabela3 oferece uma visão mais clara das diferenças e semelhanças entre os trabalhos discutidos. Além disso, diferente de Monteiro et al., que compara modelos de menus, aqui somente um dos modelos por ele propostos é utilizado, e seus formatos e possibilidades são exploradas. Um dos principais pontos trazidos nesse trabalho, que é um conceito de extrema importância para web, é o de responsividade. Sua aplicação direta no menu é um assunto trivial, porém, o ambiente de realidade virtual torna-o inovador, uma vez que os formatos de interação de visualização são diferentes daqueles previamente estudados.

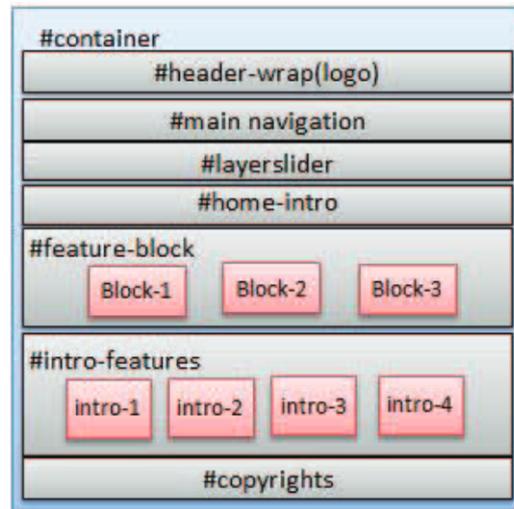
3.4 Disposição de elementos na página

Li; Zhang ao desenvolverem um site com leiaute responsivo montaram representações (Figuras 11, 12 e 13) gerais bastante interessantes que ilustram como um leiaute pode se adaptar de um dispositivo para outro.

A chave da adaptação do leiaute muitas vezes se encontra na reorganização dos elementos, na Figura 11 os elementos de Bloco estão alinhados horizontalmente, mas na Figura 12 eles estão em coluna. Isso acontece devido à diferença de largura, a qual um computador tem mais que um celular, quando na vertical.

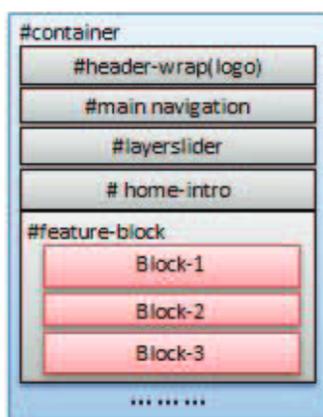
Em contraste com Li; Zhang, nesse trabalho será usada a responsividade de forma inversa. Enquanto Li; Zhang propuseram em site que se adaptaria para uma tela menor, aqui a adaptação da distribuição de elementos é pensada de forma abrangente para quaisquer formatos de tela.

Um paralelo interessante pode ser feito com o trabalho de Goldberg; Helfman; Martin (2008). Goldberg; Helfman; Martin em seu trabalho sobre distância e orientação



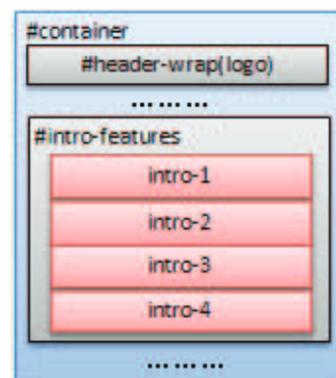
FONTE: (LI; ZHANG, 2019)

Figura 11 – Esquema de uma página web com leiaute para computador



FONTE: (LI; ZHANG, 2019)

Figura 12 – Estrutura de Leiaute para dispositivos móveis



FONTE: (LI; ZHANG, 2019)

Figura 13 – Estrutura de Leiaute para dispositivos móveis, com enfoque no elemento intro-features

da informação em leiautes líquidos apresenta a adaptação do leiaute de um tipo de página que chama de “aplicações para empreendimento” para telas panorâmicas. Em seu trabalho Goldberg; Helfman; Martin executa testes com usuários e um leiaute autoadaptativo que altera suas características dependendo do tamanho da tela. Um exemplo do leiaute e sua forma adaptada estão na figura 14.



(GOLDBERG; HELFMAN; MARTIN, 2008)

Figura 14 – Modelo de tela utilizado por Goldberg; Helfman; Martin. À esquerda a página original; à direita página adaptada para telas panorâmicas.

Por ter foco no teste e em sua aplicação, Goldberg; Helfman; Martin apresenta um plano completo e análise delicada. Dentre os resultados e conclusões expostos são levantados pontos sobre a experiência de usuário e dados processados para análise e desenvolvimento de orientações de design focados em telas panorâmicas.

Diferente de Goldberg; Helfman; Martin que utilizou adaptação de leiautes menores para telas panorâmicas, o foco aqui é a versatilidade total do leiaute, tanto para telas grandes quanto pequenas e em um ambiente diferente, o de Realidade Virtual, apesar de ambos fazerem uso do conceito de leiautes líquidos.

Também de forma diferente, Goldberg; Helfman; Martin apresentou de forma extensiva os testes e resultados, tornando esse cerne d trabalho. A forma que a estrutura adaptável foi desenvolvida não foi esmiuçada e tornou-se um meio para seu fim. Nesse trabalho o foco é balanceado, o que por um lado diminui a minúcia dos testes, porém, enriquece o conhecimento técnico sobre desenvolvimento.

O universo dos leiautes responsivos e líquidos é vasto e possui muitas nuances. O trabalho de Li; Zhang e Goldberg; Helfman; Martin demonstram diferentes abordagens em relação à adaptação dos elementos na página conforme o dispositivo utilizado. A Tabela 4 oferece uma visão geral dessas abordagens, comparando seus métodos e

focos com a abordagem deste estudo atual. Esta comparação sublinha a natureza multifacetada da adaptação de leiautes e o progresso na área, desde a adaptação básica de tela até a integração com Realidade Virtual.

Tabela 4 – Comparação entre adaptações de leiaute em diferentes trabalhos

Aspecto	Li2019	Goldberg2008	Atual
Foco	Adaptação para dispositivos menores	Adaptação para telas panorâmicas	Versatilidade em diversos tamanhos e Realidade Virtual
Adaptação	Horizontal para vertical	Telas normais para panorâmicas	Qualquer formato de tela
Ambiente	Navegadores tradicionais	Navegadores tradicionais	Realidade Virtual
Testes	Não especificado	Extensivos com usuários	Balanceado entre técnica e teste
Design	Leiautes responsivos	Leiautes líquidos	Leiautes líquidos adaptáveis

É evidente que o campo de design de leiaute está em constante evolução, buscando se adaptar não apenas às tecnologias emergentes, mas também às diversas necessidades dos usuários. A transição de adaptações simples, como aquelas evidenciadas pelo trabalho de Li; Zhang, para focos mais complexos e abrangentes, como o estudo atual, demonstra a necessidade crescente de versatilidade em design. Além disso, a integração da Realidade Virtual neste domínio sugere a convergência de mundos virtuais e web, potencialmente pavimentando o caminho para experiências de usuário ainda mais imersivas e personalizadas no futuro. Com isso em mente, também é parte desse trabalho a exploração da tecnologia disponível para tornar esse futuro mais próximo, com o uso de proeminente de leiautes fluidos e estruturas auto-adaptáveis.

4 METODOLOGIA

A parte prática desse trabalho visou desenvolver propostas de novas aparências e funcionalidades para três elementos-chave de páginas web, voltados para uso em Realidade Virtual.

Os itens foram julgados com base nos critérios de deterioração da usabilidade em ambientes de Realidade Virtual; e quão comumente estão presentes na navegação do usuário. Com isso, foram escolhidos:

- Rolagem da Página
- Visualização de menu
- Organização de itens na tela

O ambiente para o qual essas estruturas foram desenvolvidas é a web, com foco em ambientes de realidade virtual. Apesar do ambiente no qual se encontram, para desenvolvimento, somente tecnologias web foram utilizadas, portanto, as estruturas são compostas somente de tecnologias HTML, CSS, JavaScript e ReactJS. Para ampliar o alcance de uso, especificidades do navegador utilizado durante o desenvolvimento, o Meta Quest Browser, foram descartadas. E dá mesma forma, para garantir pleno funcionamento em navegadores ainda se introduzindo no meio, bibliotecas e frameworks voltados para Realidade Virtual não foram utilizados. Essas restrições foram adicionadas para certificar-se que os elementos não seriam restringidos por modelos, tecnologias suportadas, e aplicativos utilizados e se manteriam compatíveis com quaisquer formatos de realidade virtual disponíveis.

Com as diferenças físicas entre tamanhos de telas, a responsividade tornou-se um grande aliado dos desenvolvedores para manter a usabilidade de sites web, porém, em Realidade Virtual esse conceito se torna ainda mais forte, e foi um dos principais pontos enraizados nos elementos desenvolvidos. Um exemplo de maleabilidade está na figura 15. O usuário é capaz de alterar as dimensões da janela livremente.

Além da responsividade, conceitos provenientes do design, mais especificamente de UI e UX, foram utilizados em todas as estruturas, pois apesar do foco ser a adaptabilidade, o objetivo principal continua em manter ou melhorar a usabilidade. Assim,



Figura 15 – Algumas possíveis configurações de janela no navegador Meta Quest Browser, apresentando o tamanho pré-definido; menores altura e largura possíveis, maiores altura e largura possíveis; e menor largura possível com maior altura possível, do ponto de vista do usuário.

princípios como leiaute líquido (GOLDBERG; HELFMAN; MARTIN, 2008) e a teoria de aproximar-evitar (CLARK et al., 2009) foram mantidos em mente para o desenvolvimento.

Entretanto, a agradabilidade estética dos elementos não foi levada em consideração. O mínimo de estilização foi utilizado para ajudar o usuário a identificar áreas específicas das páginas, mas existem muitas outras necessidades do usuário atendidas por fatores visuais. Além disso, não foi possível fazer a inserção das estruturas desenvolvidas em um contexto, com páginas completas e informações coesas. Ambos os fatores foram prejudicados pelo fator tempo, o qual fora reduzido para desenvolvimento desse trabalho.

4.1 Índice de rolagem

Páginas web podem ter uma quantidade extensa de conteúdo, como a vitrine de um comércio virtual, ou o artigo de um site de notícias. Em casos como esses, o usuário depende da rolagem para percorrer a página, na qual a extensão do canto direito da página apresenta a barra de rolagem da página como apresentado na figura 16. Contudo, essa ação, no Meta Quest Browser, exige longos e repetitivos movimentos, o que pode não ser apelativo e tornar-se penoso quando o objetivo está em um ponto específico.

Para contornar essa fadiga, é preciso diminuir a complexidade da ação de rolagem da página, uma vez que nem todos os casos permitem a diminuição da extensão de rolagem. A diminuição da complexidade foi pensada de forma que o usuário, ao invés de executar todo movimento com o braço, pudesse executar somente um clique para que visse a parte desejada da página. Contudo, para isso seria necessário que este soubesse como a página é dividida e qual é o conteúdo presente nela. Para isso seria

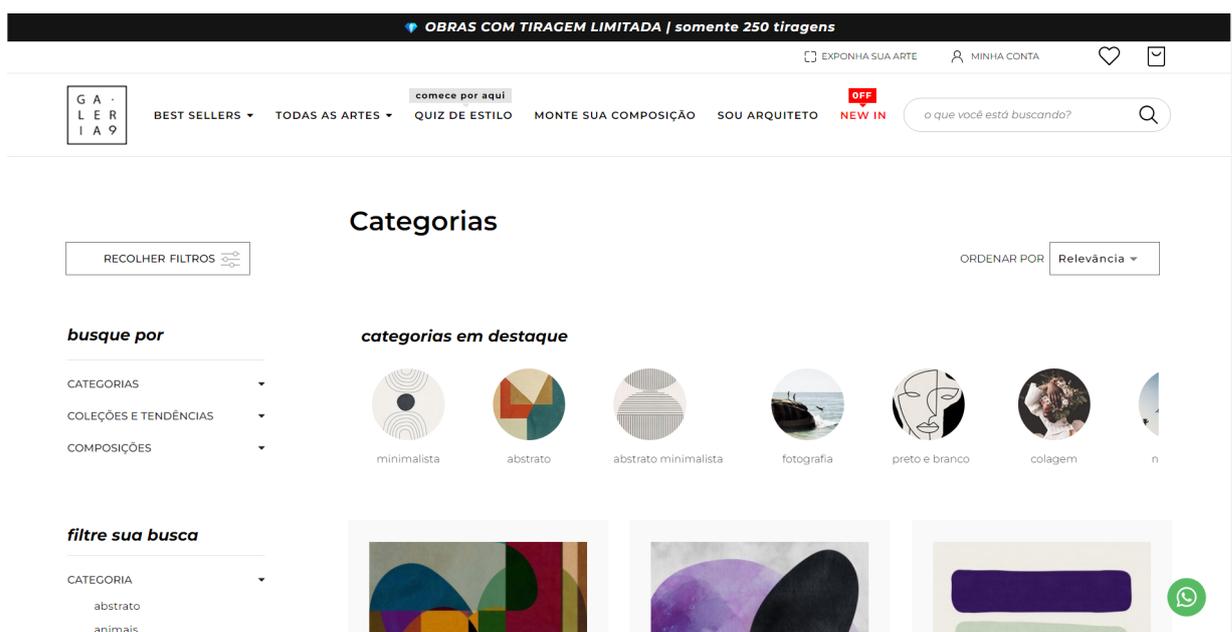


Figura 16 – Barra de Rolagem de uma categoria de produtos em um comércio virtual. Galeria9 |Galeria de arte virtual. Categorias - Roxo. Disponível em: https://www.galeria9.com.br/quadros-decorativos.html?quadro_cor=28. Acessado em 04 set. 2023

ideal apresentar-lhe uma prévia desse conteúdo.

Por isso foi desenvolvido nesse trabalho um método de vasculhar uma página inerente ao site. Esse método baseia-se em um índice, o qual mapeia as principais seções de uma página. Cada elemento do índice corresponde a um botão, que ao ser sobreposto com o apontador de navegação mostra ao usuário uma prévia da seção que lhe foi atribuída. De forma semelhante, se o usuário quiser acessar a seção, não é necessário fazer o movimento de rolagem, um clique no botão do índice correspondente fará com que a rolagem até a seção aconteça automaticamente.

Como a ideia do índice se assemelha àquela de uma barra de rolagem, ele foi posicionado na extensão do canto direito da página, lugar no qual páginas web utilizadas em computadores tradicionais apresentam a barra de rolagem (Figura 17).

A prévia da seção foi desenvolvida como um pequeno quadro, que aparece à esquerda do botão de índice ao qual está atribuído e mostra parte da seção correspondente (Figura 18).

Uma parte fundamental para que a rolagem através do índice seja possível é a utilização de marcadores de seção, section, que “representa uma seção genérica contida em um documento HTML” (VALLE, 2021). As prévias apresentadas tem como centro o início dessas seções.

Para o desenvolvimento da área do índice foi feito demarcada a extensão direita da página que ocupasse 100% da altura da janela visível. Essa organização foi possível de ser feita puramente com CSS, utilizando-se o recurso de flex-box.

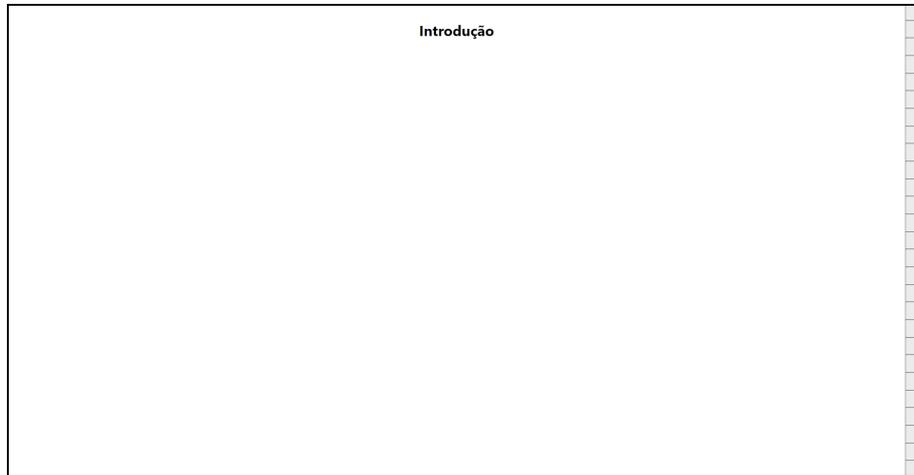


Figura 17 – Modelo simplificado do índice de rolagem substituindo barra de rolagem

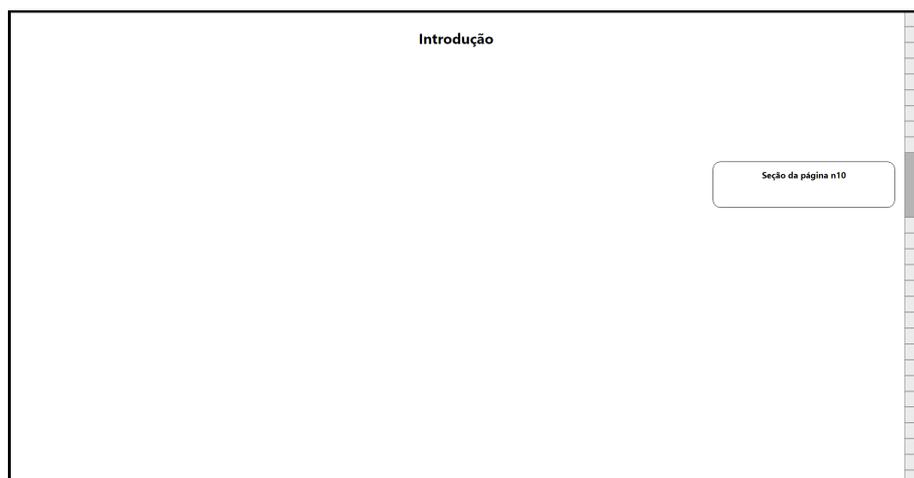


Figura 18 – Modelo simplificado da aparição do elemento de prévia da rolagem

Essa área foi dividida em botões, os quais são dinamicamente inseridos para ocupar igualmente a área disponível. Esses botões possuem referências para as seções da página, como apresentado no algoritmo 1.

Algoritmo 1: Cria botões do índice de rolagem

Dados: *corpo_pagina, nodos_lista, nodos, botoes*

Resultado: Botões do índice de Rolagem

```

1 Funcao indiceRolagem()
2   corpo_pagina ← pegaRaizDocumento();
3   Funcao atualizaSecoes()
4     nodos_lista[] ← pegaNodosPaginaAtual();
5     nodos ← nodos_lista;
6   fim
7   observaMudancasNaPagina(corpo_pagina, atualizaSecoes);
8   botoes ← geraBotoesIndice(nodos);
9 retorna botoes

```

Na qual, a função da linha 7, *observaMudancasNaPagina*, se responsabiliza por executar a função *atualizaSecoes*, definida na linha 3, cada vez que *corpo_página* (linha 2) sofrer alguma alteração em sua estrutura.

Por ser um framework reativo, o ReactJS faz com que quando a função for executada e a lista de nodos mudar, os botões sejam renderizados novamente na tela, garantindo que quaisquer seções possivelmente novas sejam acrescentadas ao índice.

Quanto a funcionalidade, os botões possuem dois objetivos: mostrar uma prévia da seção para o usuário; e levar o usuário até a seção.

A primeira funcionalidade, prévia da seção, foi feita com uma função que criou um fragmento de HTML contendo todos os elementos presentes na seção, e dimensionou-os segundo o tamanho apropriado para serem visualizados (algoritmo 2).

Na linha 7 do algoritmo 2, a função *adicionaFilho* remove o primeiro nodo filho da variável *div_local*, a qual tem como valor os filhos do nodo de seção (linha 4) e o insere no em *fragmento_html*. O *fragmento_html* por sua vez, é uma variável de transição, pois logo seus nodos são inseridos em *div_previa* (linha 9).

As linhas 10 até 15 englobam um detalhe do desenvolvimento. Na tela, os itens têm dimensões plausíveis com o tamanho da janela, tamanhos fixos, etc., o que pode não condizer com o espaço disponível na prévia. Portanto, esse trecho de código se responsabiliza por redimensionar as estruturas para poderem ser mostradas inteiramente no quadro de prévia.

Algoritmo 2: Renderização da Prévia da Seção

Dados: *nodo*, *div_previa*, *fragmento_html*, *div_local*, *elementos_filhos* *filho***Resultado:** Quadro de prévia1 **Funcao** *renderizaPrevia*(*nodo*)2 *fragmento_html* ← *criaFragmentoHTML*();3 *div_local* ← *criaElementoHTML*();4 *div_local* ← *pegaElementosFilhos*(*nodo*);5 **se** *tamanho*(*div_previa*) = 0 **então**6 **enquanto** *primeiroFilho*(*div_local*) != null **faça**7 *adicionaFilho*(*fragmento_html*, *primeiroFilho*(*div_local*));8 **fim**9 *insereElementoFilho*(*div_previa*, *fragmento_html*);10 *elementos_filhos*[] ← *pegaElementosFilhos*(*div_previa*);11 **para** *i* ← 0 **até** *tamanho*(*elementos_filhos*) - 1 **faça**12 *filho* ← *elementos_filhos*[*i*];13 *diminuiTamanhoElemento*(*filho*);14 *posicionaElementoTopo*(*filho*);15 **fim**16 **fim**17 **retorna** *div_previa*

A segunda funcionalidade, o clique, chama a referência da seção atrelada ao botão clicado e executa a rolagem da página.

4.2 Menu de Opções

Menus de opções são uma parte fundamental de sites web e podem ser apresentados para o usuário em diversos formatos, como aqueles apresentados na figura 19. Quando contém poucos itens, podem ser integrados ao cabeçalho, mas também podem ser fixos em um lado da tela, ou ser representados por um botão, que ao ser clicado faz com que suas opções apareçam. Os dois últimos modelos estão na categoria de Menus de painel, e apesar de serem o modelo mais bem quisto para uso em Realidade Virtual (MONTEIRO et al., 2019), quando reutilizados de um site pensado para acesso no computador, duas diferenças entre o meio de uso afetam o usuário: a precisão do clique e a maleabilidade da tela.

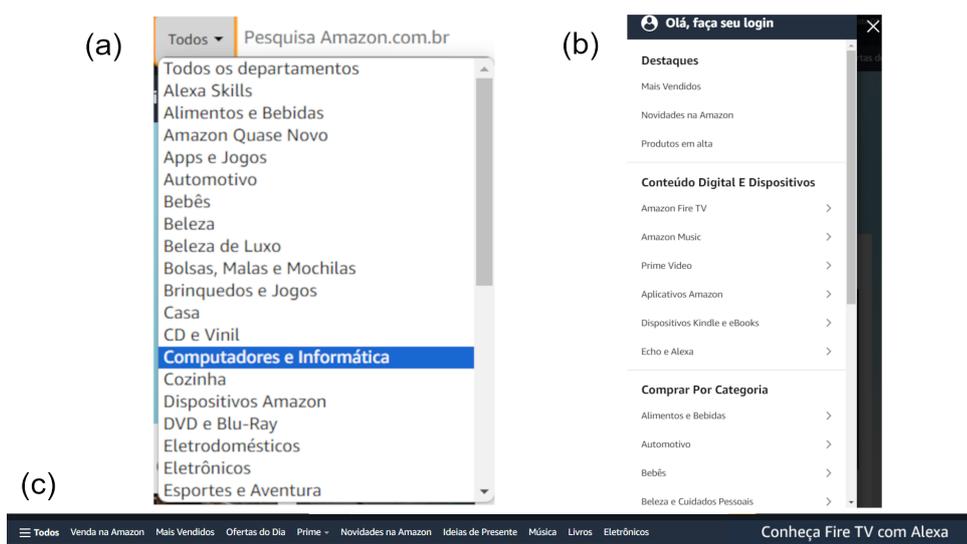


Figura 19 – (a) Menu de categorias; (b) Menu de Opções do Usuário; (c) Menu de Sugestões Amazon.com.br. Página Inicial. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/>. Acessado em 04 set. 2023

Quanto a precisão, o uso do mouse torna a interação com áreas menores mais fácil, pois o movimento que o usuário faz, por ser apoiado em uma superfície e estar limitado a dois eixos, é mais sólido; já na Realidade Virtual, o movimento do usuário é livre em 3 eixos e não existem um centro de apoio, o que diminui a precisão.

A maleabilidade da tela está, de certa forma, também ligada a precisão, pois um menu para cumprir seu papel deve não só apresentar ao usuário as possibilidades de navegação, mas também ser de fácil interação. Entretanto, esse segundo contratempo relaciona-se mais estritamente com a forma que o usuário vê o menu. A tela do navegador em Realidade Virtual não é sólida, seu tamanho pode ser customizado pelo usuário a vontade, por isso um menu estático seria incapaz de ajustar-se a tela e

tornaria a experiência do usuário penosa.

Por isso, um menu adaptável, de fácil acesso, que disponibilize todas as opções para o usuário, mantenha-se proporcional ao tamanho da tela e tenha uma área grande de interação seria ideal. A concepção dessa ideia deu-se pontuando as necessidades do item de menu e aplicando-as individualmente.

Para aproximar-se desse ideal, um elemento de menu foi desenvolvido com foco em adaptabilidade área de interação.

O primeiro conceito começa sendo aplicado com a existência de um botão de abertura do Menu, o que permite ao usuário ver o elemento durante a navegação ou não. Ele está representado no canto superior esquerdo da página, o qual é comumente visto como parte do cabeçalho. Seu tamanho se ajusta conforme o tamanho da tela, mas sua posição é fixa, incluindo em casos de rolagem da página.

O clique no botão faz com que um menu em lista de altura adaptável abra abaixo. A área de ocupação desse menu é de 75vh (viewport height), que equivale a 75% da área vertical destinada a ele.

Internamente, existem duas grandes partes no menu: os itens clicáveis e os itens de rolagem. Os itens de rolagem são divididos em duas áreas, uma na parte superior e outra na parte inferior do menu que quando sobrepostas pelo apontador efetuam a rolagem das opções, sem que seja necessário clique por parte do usuário (figura 20).



Figura 20 – Áreas de rolagem das opções do menu

Já os itens clicáveis, ou opções do menu, são divididos por área, na qual cada elemento ocupa um espaço fixo, o que é possível devido à existência da rolagem. Mesmo com uma grande quantidade de itens, não é necessário que seu tamanho seja diminuído, somente que a rolagem torne-se maior, o que garante constância na precisão da interação do usuário. A qual, por sua vez, pode ser de dois tipos, sobreposição ou clique.

A sobreposição é uma ação intermediária que serve para auxiliar visualmente o usuário a identificar para onde seu cursor está apontando. Também é uma referência à possível área de clique que selecionará o item desejado. O efeito de sobreposição é composto pela aplicação de negrito no texto da opção e pela mudança da cor da área de fundo, como mostrado na figura 21.

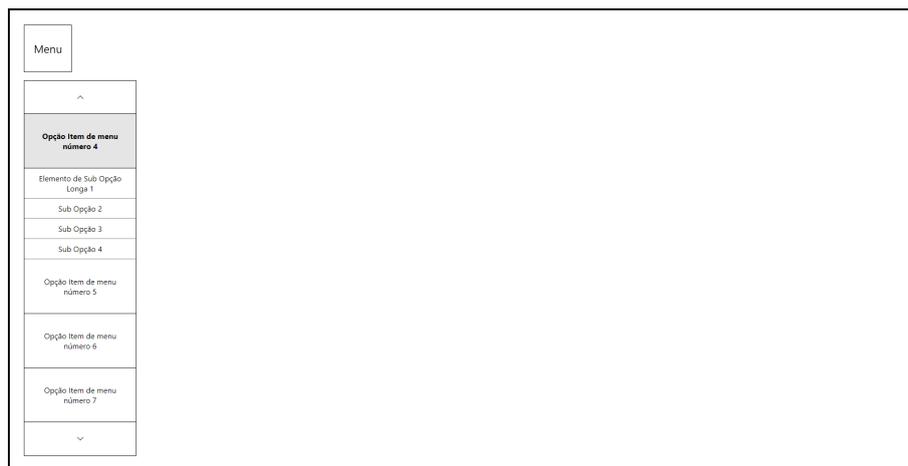


Figura 21 – Página com o botão para abertura do menu

Normalmente no menu, o clique em uma opção pode acarretar duas situações: a apresentação de conteúdo novo na página; ou o surgimento de um submenu.

A mudança de conteúdo não foi representada, pois isso retira o foco do objeto de menu em si.

Já o submenu foi representado abrindo uma área com mais opções logo abaixo do item de menu clicado. Isso faz com que o item seja posicionado no topo do elemento e as opções fiquem visíveis. Para diferenciar a área de menu daquela de submenu, elementos como cor, tamanho e ocupação foram considerados. (Figura 22)

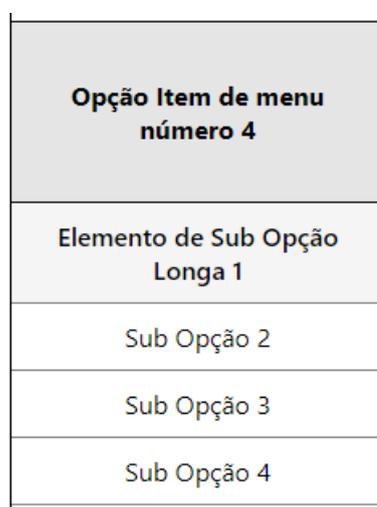


Figura 22 – Opção do menu com submenu aberto e uma opção selecionada

Para que o menu se mantivesse sempre abaixo do botão, em seu posicionamento, foi utilizada a altura do botão duplicada (considerando também o distanciamento do botão com o topo da página) e um posicionamento fixo na tela. Entretanto, a altura do botão não é fixa, ela varia conforme o tamanho da tela, por isso foi necessário guardar uma cópia sempre atualizada desse valor.

Na construção do menu em si, foram usadas duas estruturas de lista para apresentação na tela, uma contendo dois elementos de rolagem e um elemento de contêiner

para as opções; e outra contendo as opções propriamente ditas.

Ambas as listas têm sua altura adaptável ao conteúdo, o que foi feito através da definição de um valor teto. Dessa forma, se a quantidade de opções, principal fator para alteração do tamanho da lista, não for atingido, a área ocupada pelo menu parece menor ao usuário.

Se a altura máxima for atingida, a possibilidade de rolagem das opções será ativada e as áreas de rolagem superior e inferior serão apresentadas. Essa situação requer observação constante do tamanho do menu, pois a rolagem deve se adaptar ao número de opções e um mesmo número de opções em tamanhos diferentes de altura da janela pode necessitar da rolagem. Para isso, no algoritmo 3, foi utilizado um observador (linha 7), o qual acompanha as mudanças de altura do menu. A janela não precisa ter seu tamanho observado, pois o valor de *altura_maxima* é relativo à janela, portanto, janelas menores tem *altura_maxima* menores.

Algoritmo 3: Monta a rolagem das opções do menu

Dados: *altura_menu, altura_maxima, opcoes_menu, retorno*

Resultado: Observa mudanças de tamanho da página.

```

1 Funcao montaRolagem(altura_menu, altura_maxima)
2   Funcao pegaMedidas()
3     altura_menu ← pegaAlturaDoMenu();
4     altura_maxima ← pegaAlturaMaxima();
5   fim
6   opcoes_menu ← pegaElementoMenu();
7   observaMudancaTamanho(opcoes_menu, pegaMedidas());
8 fim

```

A ação de rolagem foi feita alterando a posição do elemento que engloba as opções do menu em relação ao topo da página, quanto mais perto de zero o valor, mais perto do topo. Assim, conforme essa distância aumenta, o menu rola para baixo e conforme ela diminui, o menu rola para cima (algoritmo 4). Essa mudança de valor deve ser executada enquanto o usuário estiver com o cursor apontado para as zonas de rolagem, o que é representado na linha 3. A função de observação da posição do cursor para identificar a sobreposição foi abstraída no algoritmo, porém, na implementação isso é feito com um evento nativo do ReactJS, o qual executa uma ação quando o cursor sobrepõe um elemento.

Utilizando as funções dos algoritmos 3 e 4, é possível então fazer a montagem do item de menu na totalidade (algoritmo 5). Na linha 5, *montaRolagem* deve ser executada independente do condicional da linha 6, pois o observador criado na função (algoritmo 3, linha 7) deve ficar ativo a todo momento. Esse fator, juntamente com o

Algoritmo 4: Função de criação dos botões de rolagem

Dados: *elemento_menu*, *valor*, *mouse_sobrep*
Resultado: Monta os Botões de Rolagem.

```

1 Funcao criaBotaoRolagem(valor)
2   elemento_menu ← pegaElementoMenu();
3   enquanto mouse_sobrep for verdadeiro faça
4     se valor = "sobe" então
5       |   distanciaDoTopo(elemento_menu, 1);
6     fim
7     senão se valor = "desce" então
8       |   distanciaDoTopo(elemento_menu, -1);
9     fim
10  fim
11 fim

```

ReactJS, permite que para cada mudança nas variáveis *altura_menu* e *altura_maxima*, os valores de *botao_cima* e *botao_baixo* sejam descartados e o condicional seja executado.

Já para as opções, tags de lista foram utilizadas com textos arbitrários. Quanto ao formato, a largura adapta-se ao contêiner que as envolve, já a altura tem um tamanho mediano, o qual não precisa adaptar-se para encaixar no envoltório, já que para lidar com esse caso, existe a opção de rolagem. As possibilidades de sobreposição e lista foram feitas com CSS, atribuindo aos elementos cores de fundo, mudança no cursor e aparência da fonte. O clique nas opções abre as sub-opções, as quais são atreladas ao item clicado. Essas sub-opções foram desenvolvidas com elementos de links, considerando que seriam itens de redirecionamento para outras páginas. Da mesma forma que as opções, o CSS foi utilizado para efeitos de sobreposição. No algoritmo 5, a criação desses elementos é representada pela função da linha 2 e não é detalhada devido à natureza puramente atributiva do código.

4.3 Disposição de elementos na tela

Quando um site é desenvolvido, a distribuição e disposição do que será mostrado para o usuário é pensado para um formato específico de tela, que pode depender de objetivos, público, conteúdo, e especialmente do meio físico alvo de uso. Já a “tela” em Realidade Virtual não dispões das restrições do meio físico como as demais, o que disponibiliza ao usuário a possibilidade de customização de elementos como posição, quantidade e tamanho durante a navegação. Essa possibilidade faz com que leiautes

Algoritmo 5: Cria a totalidade do menu

Dados: *altura_menu, altura_maxima, observador, botao_topo, botao_base*
Resultado: Monta o menu de opções.

```

1 Funcao criaMenu()
2   elementos_menu ← criaElementosMenu();
3   altura_menu ← pegaAlturaDoMenu();
4   altura_maxima ← pegaAlturaMxima();
5   montaRolagem(altura_menu, altura_maxima);
6   se altura_menu > altura_maxima então
7     botao_topo ← criaBotaoRolagem("sobe");
8     botao_base ← criaBotaoRolagem("desce");
9   fim
10 fim
  
```

desenvolvidos de forma estática tornem-se desorganizados e desconfortáveis para o usuário.

Considerando esse ambiente, portanto, tornou-se imprescindível fazer uso de recursos que tornem a disposição dos elementos dinâmica e adaptável para corresponder ao tamanho da tela utilizada pelo usuário. A disposição dos elementos desenvolvida foi escolhida devido à popularidade desse padrão de distribuição, muito presente em sites de compras, notícias e fóruns.

Para concretizar uma tela com os principais elementos básicos e seja adaptável, foi escolhido como exemplo para desenvolvimento um modelo de página que possui uma distribuição de elementos com a seguinte hierarquia: um menu de opções, o conteúdo do site e um menu de seleção de links externos (Figura 23).



Figura 23 – Disposição de elementos em uma página escolhida como exemplo, com a página no sentido de paisagem. À esquerda, o menu de opções, no centro, os conteúdos da página, à direita o menu de links externos.

A distribuição apresentada na Figura 23 é utilizada para visualização em telas com sentido de paisagem (largura mais extensa que a altura). Já para visualização em telas com sentido de retrato, esta seria alterada para o modelo apresentado na figura 24, na qual o menu de opções e menu de seleção de links externos estão ocultos devido ao espaço disponível. Para visualizá-los o usuário deve interagir com os ícones da região de cabeçalho, nos cantos superior esquerdo e direito, respectivamente.

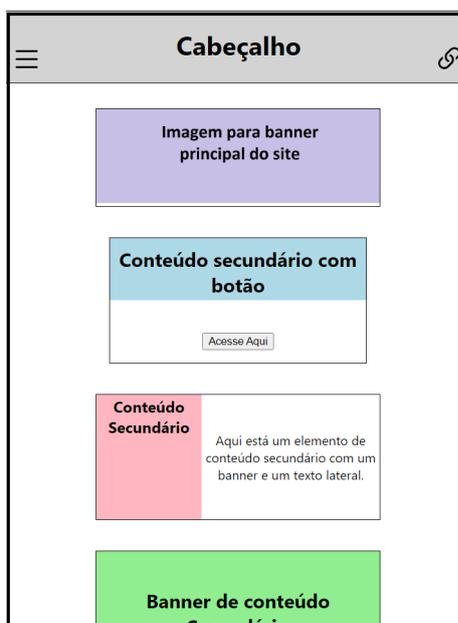


Figura 24 – Disposição de elementos em uma página escolhida como exemplo, com a página no sentido de retrato.

Em ambas as formas de visualização o usuário tem a opção de ocultar ou visualizar os menus, porém, a visualização em retrato, por sua largura reduzida, abre as estruturas por cima do conteúdo (figura 25), e por consequência não permite a interação com as demais áreas da página enquanto um dos menus estiver aberto. Se algum clique fora da área de menu for executado, o elemento é ocultado.

Para posicionar os elementos e fazer com que se ajustassem a tela foi criada uma hierarquia de flex-box. Como essa ferramenta CSS é utilizada para trabalhar com áreas dinâmicas em uma dimensão, partes da página foram separadas conforme a orientação de seu conteúdo.

Na web, da mesma forma que um documento HTML, as informações são organizadas verticalmente. A disposição dos elementos, por padrão, começa no canto superior esquerdo da página, porém, esse nem sempre é o formato desejado de apresentação dos elementos. De forma geral, o conjunto total da página, com opções de menu, conteúdo da página e opções de links, é organizado horizontalmente, e para isso é utilizado uma flex-box com eixo principal horizontal.

A flex-box também permite que quando os elementos de menu de opções, ou de menu de links externos, ou ambos forem ocultados, a seção de conteúdo mantenha-se

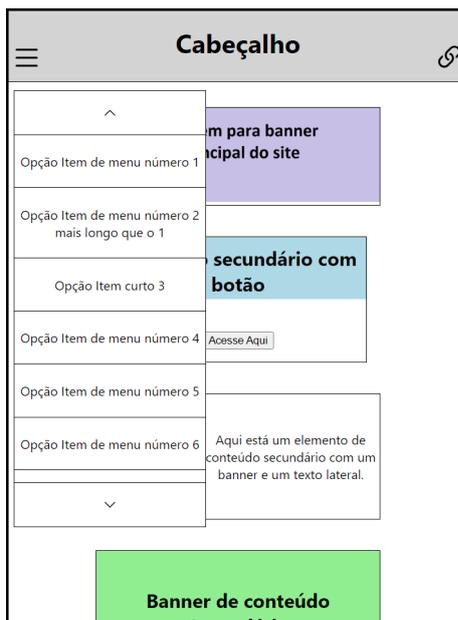


Figura 25 – Disposição de elementos em uma página escolhida como exemplo, com a página no sentido de retrato e opções de menu abertas.

posicionada corretamente, como exemplificado no algoritmo 6.

As linhas 2 e 3 fazem a atribuição de um espaço vazio mínimo padrão às áreas atribuídas ao menu de opções e menu de links externos para garantir a constância da organização da página com 3 áreas horizontais e atender a necessidade do usuário que, navegando por uma página cheia de informações, pode necessitar de espaços limpos nos quais descansar os olhos.

Na linha 11, abstraindo as particularidades do modelo de leiaute da flex-box, está explicitamente representado o que seria a organização dos itens a serem renderizados na horizontal, já que para fugir do modelo padrão de organização, é necessário ditar um novo formato. Isso é feito com a função `renderizaLadoALado`.

Por estarem contidos em uma flex-box vertical, os elementos de conteúdo da página se ajustam ao formato da tela. A propriedade `wrap` do modelo flex-box faz com que os elementos acomodem-se ao espaço disponível e quando não houver o suficiente, sejam apresentados na próxima linha. Também é utilizada a propriedade `justify-content`, que atribui um formato de espaçamento à distribuição e garante que esse formato será mantido independente do tamanho da tela.

Para manter a visualização dos menus a mais adequada ao espaço disponível foi necessário adicionar uma cláusula de condicional referente ao tamanho da tela. Isso é representado no Algoritmo 7.

A função da linha 2 é executada cada vez que ocorrer um redimensionamento da tela, conforme a linha 6, na qual `acompanhaEventos`, faz a ligação entre os três itens em seus parâmetros e cria o ciclo de constante observação. O parâmetro “redimensionamento” indica qual o tipo de evento que deve ser acompanhado; a variável `janela`,

Algoritmo 6: Renderização dos elementos

Dados: *conteudo*, *menu_opcoes*, *menu_links*, *leiaute_pagina*
Resultado: Renderiza elementos.

```

1 Funcao organizaDistribuicao()
2   | menu_opcoes ← atribuiEspacoVazio();
3   | menu_links ← atribuiEspacoVazio();
4   | conteudo ← pegaConteudoPagina();
5   | se opcoes_aberto é verdadeiro então
6   |   | menu_opcoes ← pegaMenuOpcoes();
7   | fim
8   | se links_aberto é verdadeiro então
9   |   | menu_links ← pegaMenuLinks();
10  | fim
11  | leiaute_pagina ←
12  |   | renderizaLadoALado(menu_opcoes, conteudo, menu_links);
13 retorna leiaute_pagina

```

Algoritmo 7: Escolha de qual menu será renderizado correspondendo tamanho da tela

Dados: *largura_tela*, *janela*
Resultado: Escolhe a forma de renderização dos elementos.

```

1 Funcao renderizaMenu()
2   | Funcao observaMudancaTamanho()
3   |   | largura_tela ← pegaLargura();
4   |   | fim
5   |   | janela ← pegaReferenciaJanelaNavegador();
6   |   | acompanhaEventos("redimensionamento", janela, observaMudancaTamanho());
7   |   | se largura_tela < 1200 então
8   |   |   | renderizaSobrepondo();
9   |   |   | fim
10  |   | senão
11  |   |   | OrganizaDisposio();
12  |   |   | fim
13 fim

```

que armazena uma referência para a janela do navegador (linha 5), indica que o item o qual deve ser acompanhado é a janela; e o terceiro parâmetro indica qual função deve ser executada quando a mudança for detectada, no caso “observaMudancaTamanho”.

A variável “largura_tela” é então atualizada constantemente com o tamanho da janela do navegador e pode ser utilizada para verificação (linha 7). O valor de 1200 pixels foi escolhido por esse ser o limite inferior para telas consideradas grandes (GOTO; KOSHIJIMA; TOYAMA, 2017), que por sua vez, são um dos formatos mais comuns em Realidade Virtual.

4.4 Testes com o Usuário

Para validar as estruturas criadas e avaliar a qualidade da experiência do usuário, realizamos um Teste de Projeto. Baseamos o plano de teste no texto “Testes com o Usuário: Realização de Teste de Usabilidade no Protótipo” (UNICAMP, 2005). Este sugere a definição de um conjunto de sessões que, em conjunto, formam um plano sólido, abrangendo desde o estabelecimento dos objetivos do teste até a determinação das métricas a serem extraídas.

Por envolver três estruturas diferentes, o teste foi dividido em três etapas, uma referente ao Índice de rolagem; outra referente ao Menu; e outra referente a Disposição dos elementos na página (Figura 26). As três janelas foram abertas simultaneamente, uma do lado da outra para que não fosse necessário fazer pausas ou mudanças abruptas durante o teste.

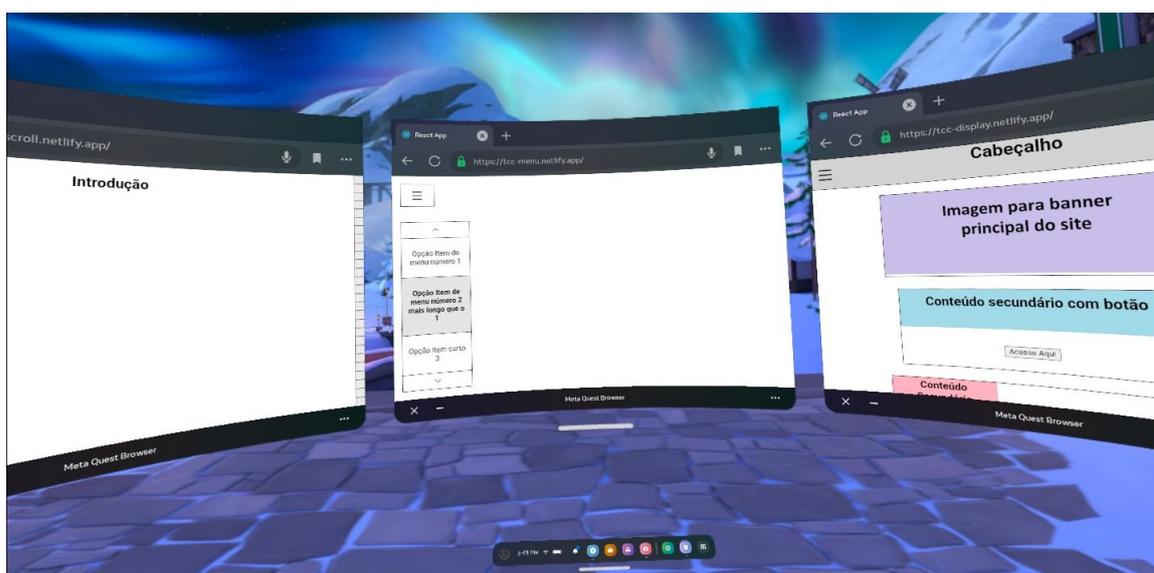


Figura 26 – Ambiente de realização dos testes com usuário.

Para a prática de usabilidade, em cada uma das etapas foi proposto um conjunto de tarefas: 3 tarefas relativas ao Índice de Rolagem; 4 tarefas relativas ao Menu de Opções; e 4 tarefas relativas à Disposição dos elementos na tela. As tarefas pedem

que o usuário execute uma ou mais ações, as quais podem ser relacionadas com a página e suas estruturas, ou com o a janela do navegador. Essa relação está melhor representada na tabela 5

Tabela 5 – Tarefas designadas aos usuários durante o teste

Etapa	Tarefa I	Tarefa II	Tarefa III	Tarefa IV
Rolagem da Página	Encontre a seção da página “Exemplo de Lista”.	Deixe a largura da janela do navegador o mais estreita possível e interaja com o índice de opções.	Deixe a altura da janela do navegador o mais estreita possível e interaja com o índice de opções.	-
Menu de Opções	Abra o menu e execute a rolagem até a última opção.	Escolha uma opção entre “Opção Item de menu número 4” e “Opção Item de menu número 9” e clique nela.	Diminua a largura da janela e interaja com o menu.	Diminua a altura da janela e interaja com o menu.
Disposição de Elementos	Abra o menu de opções e seleção de links e depois feche-os novamente.	Abra o menu de opções e seleção de links.	Diminua totalmente a largura da janela.	Aumente ao máximo a largura da janela.

Por fim, em cada tarefa foi pedido ao usuário que respondesse um número de questões, as quais foram desenvolvidas utilizando como base Itens de Likert (LIKERT, 1932), com escala de 1 até 5.

Apesar de moldados de acordo com Likert (1932), os itens foram adaptados para o contexto do trabalho utilizando-se de perguntas com uma palavra-chave, como a pergunta “O quão difícil foi encontrar a seção pedida através do índice?”, cuja escala teve seus valores atrelados não a termos de satisfação (como satisfeito e insatisfeito), mas a termos de dificuldade (difícil e fácil). A natureza das tarefas e dos elementos permitiu a divisão das perguntas em quatro categorias conforme o tipo de termo utilizado na escala, as quais estão apresentadas na Tabela 6.

Em relação ao processo e participantes, foram convidadas 20 pessoas, todas discentes dos cursos de Ciência, Engenharia ou Pós-Graduação em Computação UFPel, as quais foram divididas em 2 grupos.

Tabela 6 – Tipos de escala utilizadas nos testes com usuário

Categoria	1	3	5
Dificuldade	Difícil	Neutro	Fácil
Precisão	Impreciso	Neutro	Preciso
Agradabilidade	Desagradável	Neutro	Agradável
Adequação	Inadequado	Neutro	Adequado

Por se tratar de testes com participantes humanos, os padrões éticos foram devidamente seguidos em todas as suas esferas, garantindo que não houvesse potenciais conflitos de interesse no estudo; que a Lei n.º 13.709/2018 vigente sobre proteção de dados fosse cumprida; e que um termo de consentimento fosse devidamente aceito, garantindo que as participações ocorreram de forma voluntária, devidamente concedida por termo pela instituição, responsáveis e envolvidos. Suas únicas informações fornecidas foram Faixa etária, e se já havia utilizado previamente equipamentos de Realidade Virtual.

Como foram retirados de um grupo de pessoas homogêneo quanto ao contexto (curso de computação), por serem convidados gradualmente, os primeiros 10 participantes foram inseridos no primeiro grupo. Esse grupo se caracteriza por receber, após uma tarefa, um conjunto de instruções sobre como executá-la, e por isso foi chamado de “Pessoas Guiadas” (PGS).

Já o segundo grupo, de forma contrária ao primeiro, após receber uma tarefa, teve um tempo de realização delimitado. Esse tempo foi estipulado utilizando-se como base o tempo do grupo PGS. Esse grupo foi chamado de “Pessoas Não Guiadas” (PNGS).

Utilizando dos itens explicados anteriormente, ambos os grupos prosseguiram o teste da seguinte forma: receber uma tarefa; executá-la - segundo método estabelecido; receber uma ou mais perguntas relacionadas com a tarefa; e atribuir-lhes um valor da escala (1 até 5). Em todos os momentos do teste os participantes eram bem-vindos a fazer comentários, críticas e sugestões, assim como os moderadores puderam tomar nota de suas percepções da execução das tarefas.

5 RESULTADOS

Diversas informações podem ser obtidas mediante testes de projeto. Com a aplicação do teste, para esse trabalho, algumas métricas foram estabelecidas. O tempo de execução das tarefas passadas, como primeira métrica, teve por objetivo entender quais tarefas e ações seriam de mais difícil execução para o usuário. A nota dada pelos participantes em resposta às questões apresentadas, por sua vez, apesar de sere uma métrica para avaliação da experiência de usuário em sua totalidade, pode, ser divididas em métricas menores, se analisadas conforme a tabela 6 do capítulo de Metodologia; as questões que apresentam uma escala de dificuldade relacionam-se com a avaliação da funcionalidade das estruturas - um elemento com “funcionalidade fácil” é aquele que o usuário intuitivamente entende a funcionalidade e objetivo; já aquelas com escalas de precisão, são utilizadas para medir a facilidade de interação do usuário com a estrutura; escalas de agradabilidade são utilizadas para compreender as percepções e sensações do usuário ao ver ou interagir com um elemento; e a escala de adequação, semelhante a de agradabilidade, relaciona-se com as percepções do usuário, mas diferente da anterior, fazem alusão à sua percepção sobre um elemento em relação aos demais ou mesmo à página. Outras métricas analisadas a partir dos dados extraídos foram o tempo desejado de uso do equipamento para fins diversos, o que diz bastante sobre ambas a percepção que o usuário tem do uso da realidade virtual como tecnologia em seu cotidiano e da praticidade do uso de HMDs; e suas preferências de visualização da janela do navegador, que criam uma base para orientação do desenvolvimento de novas páginas.

Algumas conclusões buscadas utilizando-se os resultados: o quão intuitivo é uso das estruturas desenvolvidas; como os meios de interação com as estruturas e a página afetam a percepção do usuário; como a apresentação das estruturas afeta a experiência; como as possibilidades de redimensionamento afetam a visualização das estruturas desenvolvidas; e como esse redimensionamento afeta a utilização das estruturas desenvolvidas.

Os resultados são compostos por 3 fatores. Primeiro, pelas respostas do teste formal, dadas pelos 20 participantes convidados. Cada participante respondeu um

total de 33 perguntas. 2 iniciais para conhecimento de características dos participantes; 4 finais para compreender os gostos pessoais de cada um em relação ao uso de Realidade Virtual; e 27 perguntas relacionadas aos objetos testados (9 para cada um dos itens). Segundo, por relatos e sugestões feitas pelos mesmos. E por fim por observações empíricas realizadas pelos moderadores durante o teste.

Os tempos de execução das tarefas foram medidos para ambos os grupos de Participantes Guiados (PGS) e para Participantes Não Guiados (PNGS). Para cada tarefa, o tempo máximo de execução estipulado para o grupo PNGS foi baseado na equação 1, na qual i representa o tempo de execução da tarefa.

$$\frac{\sum_{i=PG1}^{PG10} i}{PG10} * 2 + 10 \quad (1)$$

O registro do tempo foi proposto devido ao entendimento de que os usuários no grupo PNGS tomariam mais tempo que aqueles no grupo PGS para completar as tarefas, contudo, essa afirmação se provou falsa, seja pela discrepância entre a quantidade de participantes familiarizados com a Realidade Virtual (PGS: 60% afirmativos, PNGS: 80% afirmativos), pela facilidade dos mesmos de acostumar-se com o ambiente virtual, ou mesmo pelo foco exigido, porque o grupo PGS não só focou em terminar a tarefa, mas também em executar as instruções passadas, diferente do grupo PNGS que por não receber explicações teve a quantidade de passos a serem executadas arbitrária. Os participantes do grupo PGS tiveram uma média de tempo de 9 segundos, enquanto no grupo PNGS a média de tempo dos participantes foi de 7 segundos.

Da mesma forma, era esperado que o grupo PNGS teria uma visão mais pessimista das questões propostas. Por terem a necessidade de encontrar o objetivo das tarefas por si só, era esperado que as questões pertinente seriam vistas sob a mesma dificuldade de execução das tarefas. Contudo, essa afirmativa também provou ser falsa, uma vez que ambos os grupos apresentaram um nível de aprovação maior que 75%.

Devido a esses fatores, a exposição e análise dos resultados foi feita sobre a união de ambos os grupos, apesar dos dados brutos serem apresentados separadamente para fins visuais.

Quanto às respostas dos participantes, os itens de Likert de 5 pontos por si só já trazem um significado, no qual valores 1 e 2 são negativos, 3 é neutro e 4 e 5 são positivos. Nesse trabalho a mesma ideia foi seguida e o ponto de satisfação mínimo foi 4. Sobre a quantidade de participantes, a porcentagem mínima para identificar uma questão como positiva é 50%, metade dos participantes, porém, idealmente o valor de 70% ou mais é desejado.

Retomando as tarefas apresentadas na tabela 5 do capítulo de Metodologia, em

um panorama, aquelas que tomaram mais tempo dos participantes foram a busca da seção pelo índice de rolagem (43 segundos em média), a navegação pela página de disposição de elementos (13 segundos em média), e a primeira tarefa de redimensionamento da página (11 segundos em média). Essas colocações eram esperadas, pois as duas primeiras tarefas envolveram um número maior de interações, enquanto o redimensionamento da janela era uma perspectiva nova para os participantes.

Dentro do grupo que nunca havia utilizado Realidade Virtual, foi comentado que conforme o teste progrediu, as tarefas pareceram mais fáceis de executar, pois eles se tornaram mais acostumados com os controles e movimentos. Isso é visível, em especial, nas tarefas de redimensionamento da janela. 60% dos participantes PNGS, na primeira tarefa de redimensionamento, demoraram mais de 10 segundos para encontrar o local e executar a tarefa, porém, nas demais vezes, o tempo caiu pela metade e a melhora na precisão do movimento foi evidente. Enquanto na primeira tarefa os participantes, para diminuir a largura da página, alteravam juntamente a altura devido a movimentos horizontais trêmulos, nas demais muitas apresentaram maior facilidade em executar um movimento firme.

5.1 Índice de rolagem

O teste de rolagem da página, em concordância com o que foi especificado na tabela 5 do capítulo de Metodologia, foi composto por 3 tarefas, as quais continham 9 questões para o usuário. As questões foram as seguintes:

- **Q1:** O quão difícil foi encontrar a seção pedida através do índice?
- **Q2:** Com a janela em sentido de paisagem, o quão difícil foi direcionar o cursor para se movimentar pelo índice?
- **Q3:** Com a janela em sentido de paisagem, como você julgaria o tamanho do quadro de prévia da seção?
- **Q4:** Com a janela em sentido de paisagem, como você julgaria o tamanho do conteúdo apresentado no quadro de prévia da seção?
- **Q5:** Com a janela em sentido de retrato, o quão difícil foi direcionar o cursor para se movimentar pelo índice?
- **Q6:** Com a janela em sentido de retrato, como você julgaria o tamanho do quadro de prévia da seção?
- **Q7:** Com a janela em sentido de retrato, como você julgaria o tamanho do conteúdo apresentado no quadro de prévia da seção?

- **Q8:** Como você julgaria a precisão de clique?
- **Q9:** Como você julgaria o tamanho do quadro de prévia da seção?

As questões Q1, Q2 e Q3 foram referentes à tarefa I, enquanto Q4, Q5, Q6 e Q7 foram referentes à tarefa II e Q8 e Q9 à tarefa III. Para entender o impacto que a responsividade aplicada ao elemento desenvolvido tem no usuário, as questões Q5, Q6 e Q7 espelham Q2, Q3 e Q4, porém, para uma largura de tela diferente. Apresentar ao usuário a mesma reflexão, para o mesmo item, porém, em uma situação diferente ajuda a identificar ambos problemas e preferências, uma vez que além de responder objetivamente às questões, houveram por vezes comentários sobre contrastes percebidos.

Em relação às perguntas, os resultados por participante estão representados nas tabelas 7 e 8, para os grupos PGS e PNGS, respectivamente.

Tabela 7 – Notas dadas pelos PGS nos questionamentos sobre a Rolagem da Página

-	Tarefa I			Tarefa II				Tarefa III	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
PG1	5	5	3	3	3	3	3	3	3
PG2	5	2	5	5	4	5	5	5	5
PG3	5	4	5	5	4	5	5	3	5
PG4	4	3	2	4	2	4	3	4	3
PG5	4	4	3	3	3	4	2	4	4
PG6	4	3	2	5	5	5	5	5	1
PG7	2	4	3	4	4	2	2	4	4
PG8	4	3	5	5	4	5	4	2	5
PG9	4	3	5	4	4	3	5	5	4
PG10	5	5	4	5	5	3	5	5	4

Tabela 8 – Notas dadas pelos PNGS nos questionamentos sobre a Rolagem da Página

-	Tarefa I			Tarefa II				Tarefa III	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
PNG1	4	4	4	1	4	4	1	2	4
PNG2	5	4	4	5	5	3	5	5	3
PNG3	4	2	2	4	5	5	4	3	5
PNG4	4	4	3	3	5	5	5	5	4
PNG5	3	3	5	5	4	5	5	4	2
PNG6	3	5	5	5	3	5	5	3	3
PNG7	4	5	5	4	4	5	5	5	5
PNG8	5	5	5	4	3	5	5	5	5
PNG9	5	5	5	5	4	5	5	3	5
PNG10	2	3	5	4	4	5	2	3	5

Como explicado anteriormente, devido à semelhança entre os resultados dos participantes PGS e PNGS, foi possível unificar os grupos, portanto, as respostas dos participantes na totalidade podem ser melhor visualizadas na figura 27.

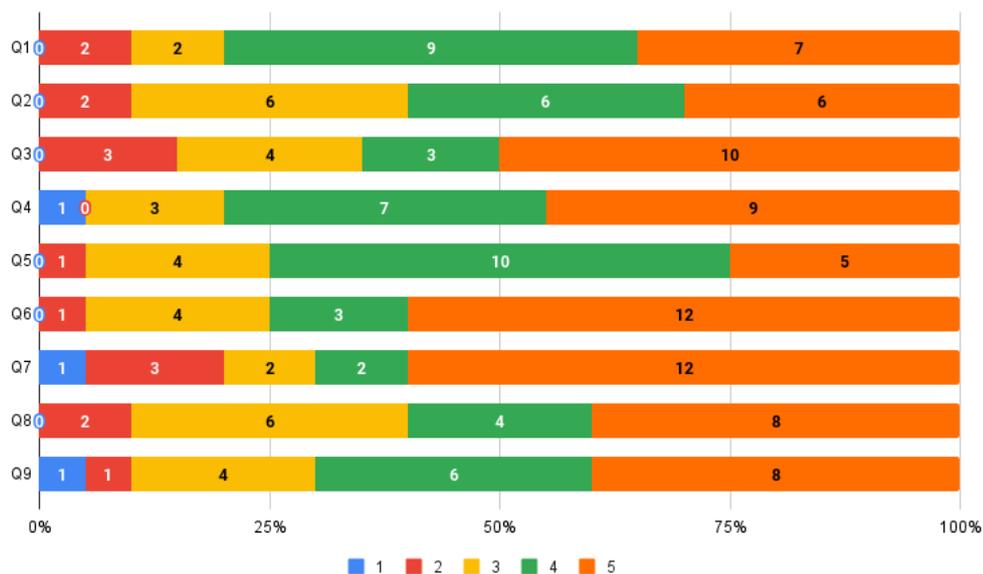


Figura 27 – Dados representando o total de respostas dadas sobre as perguntas do Índice de Rolagem

De forma surpreendente, a questão Q1, cuja eram esperadas notas mais baixas, devido ao tempo utilizado pelos participantes para encontrar o elemento de rolagem (PGS - 50 segundos em média; PNGS - 39 segundos em média), recebeu um total de 75% de aprovação. Partes de ambos os grupos notaram que uma vez tomando conhecimento do índice de rolagem, encontrar a seção da página pedida tornou-se uma questão trivial. Para muitos que pontuaram a questão com valores abaixo de 4, o desconto deu-se exatamente pela dificuldade de identificar o índice, e não pela dificuldade de interagir com o mesmo.

Cada uma das tarefas envolveu uma pergunta sobre o tamanho do quadro de pré-visualização (Q3, Q6, Q9), uma para cada formato de dimensionamento. Uma das principais influências na percepção do usuário sobre o tamanho desse elemento foi o espaço no qual ele estava inserido, pois o tamanho do elemento não era alterado conforme a tela (suas dimensões foram estabelecidas em pixels). Isso foi constatado, não somente mediante falas dos participantes, mas também através das variações de valores atribuídos às questões. Entre Q3 e Q6, 45% dos participantes mudaram sua nota conforme o tamanho da janela; já quando Q9 é acrescentado, esse número sobe para 55%, isso deixa explícito que o elemento que mais afetou a percepção do usuário foi a altura da janela. A exceção explícita a isso foi o participante PG1, que fez um comentário sobre o sua percepção do tamanho constante do quadro de pré-visualização de seção entre os tamanhos de janela.

De forma semelhante, as questões Q4 e Q7 tratam sobre o conteúdo visível dentro do quadro de prévia. Mais uma vez, a questão considerada estava mais relacionada com a percepção do usuário do que com mudanças reais na estrutura dos elementos. Se forem considerados Q3 e Q6, que são análogos a Q4 e Q7, é possível traçar um paralelo entre as duplas, pois 60% dos participantes que mantiveram um padrão de pensamento entre a primeira dupla, fizeram o mesmo para a segunda. Da mesma forma, o conteúdo dentro do quadro de prévia da seção manteve seu tamanho entre os diferentes de janela, porém, o espaço ocupado pelo quadro em geral parece ter afetado a percepção dos participantes sobre seu conteúdo, considerando que 45% dos participantes mudaram sua nota de Q4 para Q7.

Para Q2, Q5 e Q8, as particularidades do tamanho da janela relacionam-se com a dificuldade de interação. Para Q8 a precisão de clique é levada em conta por ser o estado no qual, devido à altura da página, os botões tendem a ser menores - já que todos devem estar visíveis ao mesmo tempo, e conseqüentemente requerem maior estabilidade para o efetuar o clique. Contudo, ao contrário do esperado, 60% dos participantes mantiveram uma visão favorável da precisão de clique (Precisão 5: 40%, precisão 4: 20%). O usuário PNG3 confidenciou que um impedimento relacionado com a precisão do clique e movimentação foi sua dificuldade em manter a estabilidade dos movimentos com as mãos. Averiguando mais de perto, essa dificuldade colocasse de forma inesperada, pois PNG3 alegou que já havia feito uso de equipamentos de Realidade Virtual e que estaria disposto a utilizar o equipamento por mais de 2h consecutivas.

Já para Q2 e Q5 apenas a precisão de movimento é considerada. Foi feito um contraste entre as opções devido à diminuição da largura da janela, o que afeta a largura dos botões e exige maior precisão de movimento vertical do usuário. Para ambas as questões, as opiniões positivas foram maioria, porém, em Q2 a divisão entre as opiniões foi mais irmã, com 30% dos participantes em cada um dos valores 4 e 5. Para Q5, o valor 4 teve prevalência, tendo sido escolhido por 50% dos participantes, enquanto o valor 5 teve somente 25% de adesão. Apesar da redução de notas de valor 5, considerando a diminuição significativa da área de interação.

Ampliando o escopo das questões, vale a pena notar ainda que 2 participantes do grupo PNGS (PNG6 e PNG9) não conseguiram efetuar a primeira e a segunda tarefas propostas.

Para Tarefa I, não conseguiram encontrar o item pedido no índice de rolagem. Suas alegações foram que, além de não ter familiaridade com a ideia de um índice na página, a barra do índice de rolagem não chamava tanto sua atenção. Mesmo dentre os participantes que perceberam o índice em ambos grupos, essas alegações foram feitas durante as perguntas.

E para Tarefa II, que envolvia o redimensionamento da janela, PNG9 alegou difi-

culdade de encontrar o ponto de redimensionamento, que no Meta Quest Browser, é nos 4 cantos da janela. Já PNG6 teve dificuldade somente em cumprir o tempo, uma vez que logo após o término encontrou o ponto de redimensionamento. Sobre PNG6, uma situação curiosa, foi seu primeiro reflexo de tentar executar a tarefa pelas laterais da página, comportamento comum para mudar o tamanho da janela do navegador no computador.

Entretanto, apesar desses pontos, as notas dadas pelos dois participantes nas questões relacionadas não sofreram quedas drásticas, sendo a mais baixa a nota de PNG6 na questão Q1, na qual sua atribuição foi um 3, o que indica neutralidade.

5.2 Menu de Opções

Para o Menu de Opções, segundo a tabela 5 do capítulo de Metodologia, foram designadas 4 tarefas. Ao total, divididas entre essas tarefas, foram propostas 9 perguntas, as quais são:

- **Q1** Com a tela em formato de paisagem, como você classificaria o tamanho do menu?
- **Q2** Com a tela em formato de paisagem, como você classificaria a ocupação do menu na página?
- **Q3** Quanto ao menu, como você julga a rolagem de opções?
- **Q4** De acordo com a área das opções do menu, como foi a precisão do clique?
- **Q5** De acordo com a área das opções do submenu, como foi a precisão do clique?
- **Q6** Com a tela em formato de retrato, como você classificaria o tamanho do menu?
- **Q7** Com a tela em formato de retrato, como você classificaria a ocupação do menu na página?
- **Q8** Com a altura enxuta, como você classificaria o tamanho do menu?
- **Q9** Com a altura enxuta, como você classificaria a visualização e usabilidade do menu?

De forma semelhante ao Índice de Rolagem, o Menu de Opções contém perguntas sobre aspectos semelhantes em situações diferentes (Q1, Q6, Q8 e Q2, Q7). Seus focos são na percepção visual na totalidade que o usuário tem do item de Menu em diversas situações (Q1, Q6, Q8) e na usabilidade (Q3, Q4, Q5, Q9).

Apesar de semelhantes, é importante destacar a diferença entre tamanho e ocupação no questionário. Um certo número de participantes ficou confuso com essa distinção, entretanto após uma breve explicação as dúvidas foram sanadas e não interferiram no julgamento deles. Nas questões Q1, Q6 e Q8 quando o termo “tamanho” é utilizado, ele refere-se às proporções do item em si, como altura e largura totais e altura e largura das opções. Em Q2 e Q7 a é utilizado o termo “ocupação”, o qual refere-se a quanto espaço o menu ocupa referente ao que há disponível na tela.

Os resultados por participante estão representados nas tabelas 9 e 10, para os grupos PGS e PNGS, respectivamente.

Tabela 9 – Notas dadas pelos PGS nos questionamentos sobre o Menu de Opções

-	Tarefa I			Tarefa II		Tarefa III		Tarefa IV	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
PG1	5	5	4	5	5	5	3	5	5
PG2	5	4	3	5	5	5	3	5	5
PG3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PG4	5	5	5	5	5	5	5	4	5
PG5	4	4	5	5	5	4	4	4	4
PG6	2	2	5	5	5	5	4	2	2
PG7	5	5	4	5	5	5	4	4	5
PG8	5	5	1	5	5	5	5	1	1
PG9	5	4	5	5	5	5	5	5	5
PG10	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Tabela 10 – Notas dadas pelos PNGS nos questionamentos sobre o Menu de Opções

-	Tarefa I			Tarefa II		Tarefa III		Tarefa IV	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
PNG1	5	2	4	5	5	5	2	5	5
PNG2	5	5	4	5	5	5	4	5	4
PNG3	5	5	5	4	4	5	5	4	4
PNG4	5	5	5	5	5	3	3	3	5
PNG5	5	5	4	5	5	4	5	4	5
PNG6	3	5	5	5	5	3	5	3	3
PNG7	5	5	5	5	5	4	4	4	5
PNG8	5	4	4	5	5	2	2	2	5
PNG9	5	4	2	5	5	5	5	5	5
PNG10	2	3	3	5	5	4	5	5	5

Contudo, devido à similaridade inesperada dos resultados dos grupos PGS e PNGS, foi possível unificar as respostas dadas e condensá-las no gráfico da figura 28.

Quando se tratando do tamanho do menu, o conceito geral de adequação, independente do tamanho da tela e para ambos os grupos PGS e PNGS, foi positivo. Para

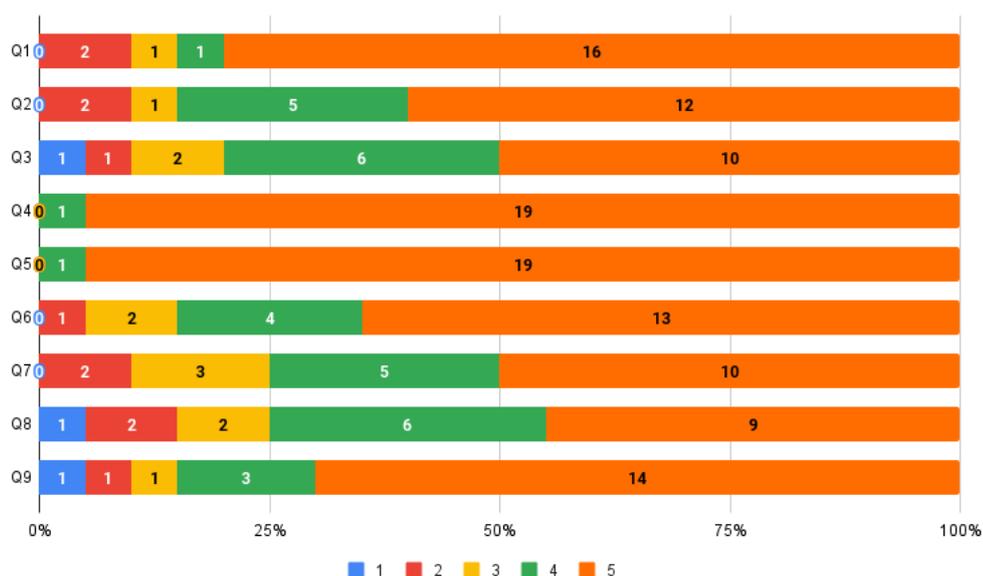


Figura 28 – Dados representando as notas dadas pelos participantes para cada pergunta referente ao Menu de Opções

Q1 e Q6, 85% dos participantes achou o tamanho do menu adequado, enquanto para Q8 esse número cai para 75%, porém, ainda representa uma quantidade positiva. Os valores que se sobressaem são as pontuações dadas por PG6 e por PNG10, os quais, para Q1 avaliaram o tamanho do menu muito grande.

No caso do Menu de Opções, um de seus principais pontos é a adaptação ao tamanho da tela. Tanto altura quanto largura da janela podem afetar suas dimensões, o que foi aceito pelos participantes e é um dos principais motivos para que ele tenha sido bem recebido em todos os formatos de tela. Ainda, dentre os participantes, 50% mantiveram suas opiniões sobre o menu, uma opinião foi neutra (PNG6), uma foi positiva com 4, e as demais foram positivas com 5.

Quanto a Q2 e Q7, a adequação da Ocupação do Menu na página foi positiva para ambos o tamanho padrão de tela e para a largura mínima de tela. Para Q2, os valores positivos foram escolhidos por 85% dos participantes, para Q7, esse número caiu para 75%, o que continua no intervalo desejado. Apesar desses valores, de Q2 para Q7, somente 45% das pessoas mantiveram suas respostas. daquelas que não mantiveram, 36% delas somente aumentaram a pontuação na escala, daquelas que abaixaram, 63% adotaram uma instância neutra; 18% mantiveram-se na esfera positiva; e 27% tomaram uma instância negativa.

Analisando o comportamento dos participantes perante Q7 e suas falas durante o teste foi percebido que somente um deles (PNG2) analisou a possibilidade de fechamento do menu com clique no botão. Em Q7, o formato da janela se assemelha a um celular, no qual itens de menu costumemente se apresentam por cima do conteúdo da página. O mesmo comportamento foi replicado nessa situação, porém, a intera-

ção dos usuários com o botão de fechamento, algo que seria esperado, aconteceu somente uma vez.

Em Q3 80% dos participantes tiveram opiniões positivas. Por ser a funcionalidade mais interessante, segundo os participantes e, ao mesmo tempo, ser tão rotineira no uso do computador, a rolagem do menu de opções trouxe diversas opiniões dos participantes.

PG8, por exemplo, alegou ter dificuldades de executar a rolagem, por isso sua nota se diferenciou das outras como um valor 1 e suas principais percepções foram a velocidade e a fluidez da função de rolagem do menu, às quais julgou com espaço para melhora e sugeriu a adição de uma nova funcionalidade que permitisse ao usuário aumentar a velocidade de rolagem.

Além de PG8, PNG10 também ofereceu um ponto de vista interessante. Sua primeira ação ao ser pedido para executar a rolagem do menu de opções foi tentar efetuar uma cação de pressionar e arrastar, porém, isso não fazia parte das funcionalidades. Isso o levou a comentar que a sensação de não ser possível executar a rolagem da forma mencionada lhe é estranha.

Q3 apresenta ainda um par de falas interessante, PG1 e PNG2 comentaram sobre a quantidade de itens utilizada no menu. PG1 alegou que a quantidade de itens utilizada no Menu de Opções é adequada, mas que com mais opções a rolagem se dificultaria; enquanto PNG2 constatou o contrário, segundo ele a quantidade de itens do Menu de Opções era muito grande e sites completos não fariam uso de tantos itens. Apesar das visões distintas, ambos deram notas positivas para a rolagem.

Q4 e Q5 tratam da precisão de clique nos itens e subitens do menu. Nessas questões a precisão dos cliques foi unânime, com 100% de respostas positivas. Os elementos desenvolvidos foram pensados exatamente para maximar a área permitida para seleção dos itens e subitens, portanto, os resultados recebidos foram satisfatórios.

Q9 foi escolhida para ser feita de forma mais abrangente, enquanto as demais questões focaram separadamente em aspectos visuais ou funcionais, Q9 foi proposta para instigar os participantes a fazerem um balanço entre o que estavam vendo e como estavam usando. Mesmo com esse contraste, 85% das respostas se mantiveram positivas. Um relato interessante para Q9 foi sobre a altura do menu de opções. De forma geral, é deixado um espaço na região abaixo da estrutura pensando na existência de um rodapé da página, comportamento esse reproduzido na estrutura e estava presente em todas as situações, mas só foi notado no caso extremo da altura.

5.3 Disposição dos elementos na página

Em relação à Disposição dos elementos na página, foram feitas, da mesma forma que as anteriores, 9 questionamentos. Esses questionamentos, segundo a tabela 5 do capítulo de Metodologia, foram divididos entre quatro tarefas, e estão listados abaixo:

- **Q1** Com o menu e os links relacionados fechados, como você julgaria o tamanho do Banner Principal?
- **Q2** Com o menu e os links relacionados fechados, como você julgaria o tamanho dos Banners Secundários?
- **Q3** Com o menu e os links relacionados abertos, como você julgaria o tamanho do Banner Principal?
- **Q4** Com o menu e os links relacionados abertos, como você julgaria o tamanho dos Banners Secundários?
- **Q5** Com a tela em formato de retrato, menu e links fechados, como você julgaria a visualização dos elementos da tela?
- **Q6** Com a tela em formato de retrato, menu aberto, como você julgaria a visualização do menu?
- **Q7** Com a tela em formato de retrato, links abertos, como você julgaria a visualização dos links?
- **Q8** Com a tela em tamanho máximo, menu e links fechados, como você julgaria a visualização dos elementos da tela?
- **Q9** Com a tela em tamanho máximo, menu e links abertos, como você julgaria a visualização dos elementos da tela?

Os questionamentos feitos sobre a Disposição dos elementos na página, diferente dos itens anteriores, não possui perguntas sobre funcionalidades. Da mesma forma que a página em si, seu foco é na percepção que o usuário tem dos elementos e em como eles se adaptam ao formato de tela utilizado.

Para atingir esses objetivos, perguntas semelhantes em situações diferentes foram utilizadas. Contudo, diferente dos anteriores, nem todos os pares de questões são feitos sob mudanças no tamanho da tela. Os pares Q1, Q3 e Q2, Q4 são feitos com as mesmas configurações de tamanho da janela, porém, 2 elementos são acrescentados à visualização avaliada pelo usuário. Para Q5 e Q8 uma percepção dos elementos na totalidade foi pedida, pois o objetivo desses questionamentos é mais voltado para

a composição total, em especial em Q8 (Tarefa III), no qual a situação se assemelha bastante àquela da Tarefa I.

Os casos de Q6 e Q7 são de certa forma especiais, pois dizem respeito a situação específica da Tarefa II, na qual a largura da janela é mínima. Isso altera completamente o comportamento dos elementos de Menu de Opções e Menu de Links, que acabam por sobrepor os elementos da tela quando abertos. Isso faz com que suas características visuais se tornem ainda mais importantes, porque são o principal elemento visto pelo participante.

Os valores atribuídos pelos participantes às questões estão rerepresentados nas tabelas 11, para os participantes do grupo PGS e 12, para os participantes do grupo PNGS.

Tabela 11 – Notas dadas pelos PGS nos questionamentos sobre a Disposição dos Elementos na Página

-	Tarefa I		Tarefa II		Tarefa III			Tarefa IV	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
PG1	5	5	5	5	4	4	4	5	5
PG2	5	5	5	5	4	5	5	5	5
PG3	5	5	5	5	5	4	5	5	5
PG4	5	5	5	5	4	5	5	4	5
PG5	4	4	4	4	3	5	5	5	5
PG6	5	5	5	5	2	2	2	4	5
PG7	5	5	5	5	4	5	5	5	5
PG8	5	5	5	5	2	5	3	5	4
PG9	5	5	5	5	4	5	5	5	5
PG1	5	5	5	5	5	4	5	5	5

Tabela 12 – Notas dadas pelos PNGS nos questionamentos sobre a Disposição dos elementos na página

-	Tarefa I		Tarefa II		Tarefa III			Tarefa IV	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
PNG1	5	5	5	5	4	4	5	4	4
PNG2	5	3	5	3	1	5	5	4	4
PNG3	5	4	5	4	4	4	3	5	4
PNG4	5	5	5	5	4	4	4	5	5
PNG5	5	5	5	5	2	5	5	5	5
PNG6	5	5	5	3	3	3	3	5	3
PNG7	5	5	5	5	3	5	5	5	5
PNG8	5	5	5	5	3	4	4	5	5
PNG9	4	3	5	4	2	4	5	3	4
PNG1	5	4	5	5	2	5	5	5	5

Em decorrência da inesperada similaridade entre os grupos PGS e PNGS, foi pos-

sível lidar com as respostas dos 20 participantes como um todo, e portanto, juntar os resultados em uma única representação gráfica (figura 29).

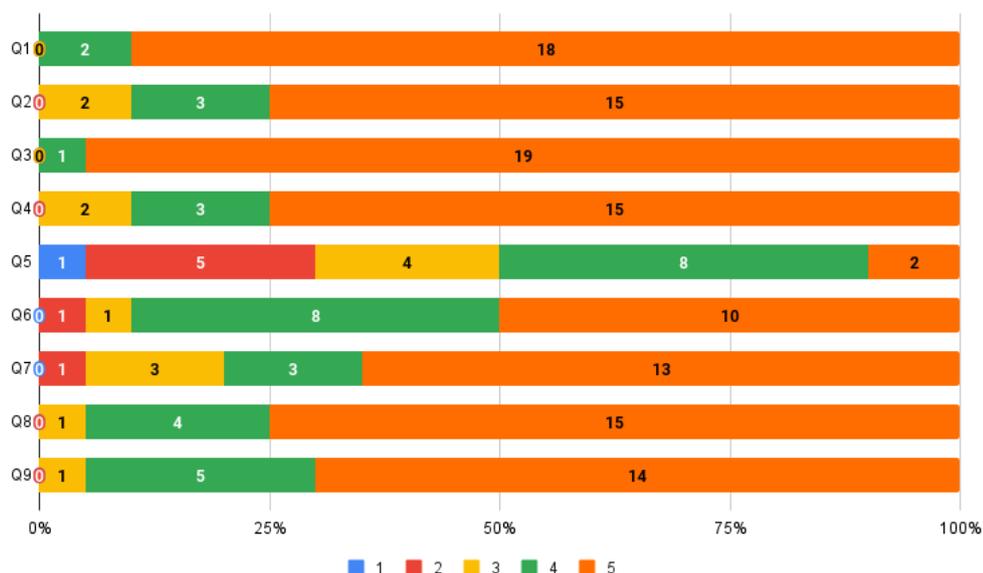


Figura 29 – Dados representando as notas dadas pelos participantes para cada pergunta referente a Disposição dos Elementos na Página

Em relação ao banner principal, foram colocadas duas situações: sua visualização com os elementos de Menu de Opções e Menu de Links fechados (Q1); e com os dois menus abertos (Q3). A visualização padrão da página permite que os elementos de menu sejam apresentados na tela ao mesmo tempo, nas laterais da página, juntamente com o conteúdo central, porém, isso implica em uma quantidade maior de itens para serem visualizados ao mesmo tempo, o que pode ser prejudicial ao usuário. No caso dessa distribuição, o banner principal e mesmo os secundários ocupam espaços diferentes conforme a presença ou não dos itens laterais. Q1 e Q3 buscam trazer a visão do usuário sobre essas diferenças.

100% dos participantes avaliaram o tamanho do banner principal adequado em ambas as situações. A prevalência de opiniões se deu no valor 5. Uma observação interessante foi feita pelo PG5, o qual pontuou ambos os tamanhos do banner com 4. O participante alegou que o tamanho do banner estava grande demais. Considerando a avaliação ainda positiva e sua observação, parece que o tamanho grande não foi de todo incômodo. Outro caso interessante foi o do participante PNG9, que Q1 deu a nota 4 para o banner principal, mas para os Q3 deu nota 5. PNG9 alegou que o espaço em branco deixado pela não aparição dos menus foi incômodo para ele, isso foi o fator que o fez baixar a nota. Já em Q2, com os menus abertos, disse que o preenchimento lhe parecia melhor, o que fez com que aumentasse a nota dessa visualização para 5.

Q2 e Q4 seguem Q1 e Q3 de forma aproximada, tendo os mesmos objetivos, porém, referentes aos banner secundários da página. Observando as respostas na tota-

lidade, não houve diferenças entre os resultados. Para ambos Q2 e Q4 90% dos resultados foram positivos, com 75% notas 5, 15% notas 4 e 10% notas neutras, entretanto olhando individualmente para as respostas é possível ver a quebra na uniformidade das escolhas dos participantes. PNG6, PNG9 e PNG10 tiveram opiniões diferentes entre as questões Q2 e Q4, sendo PNG6 o único que diminuiu a nota atribuída.

No caso de Q5 e Q8, casos extremos foram escolhidos para as questões. Em Q5 a menor largura foi considerada, em Q8 as maiores altura e largura. Em especial para Q5, o layout das informações é alterado em sua distribuição e tamanho, portanto, foi importante entender como os usuários perceberam essa diferença.

Os resultados para a distribuição dos elementos em Q5 continuam tendendo a valores positivos, porém, ficaram no limiar do que pode ser considerado aceitável. 50% dos participantes julgaram a distribuição de forma positiva, enquanto 30% julgaram negativamente. Os demais se mantiveram neutros.

O contraste com Q8 é bastante grande, uma vez que 95% dos participantes tiveram opiniões positivas sobre a disposição dos elementos. Um participante, PNG9, deu nota neutra para a disposição. Como já mencionado anteriormente, sua fala sobre o espaço deixado em branco quando somente os elementos de conteúdo estão presentes volta a ser pertinente.

A questão Q9 relaciona-se de forma próxima, em especial com Q8, uma vez que juntas mostram a diferença entre as percepções dos participantes entre os menus de opções e links fechados e abertos. Dito isso, para essa questão também 95% das respostas tenderam a avaliações positivas. A resposta que foge do grupo foi uma nota 3, proveniente de PNG6. Contudo, não houve explicações sobre o motivo dessa escolha.

Para casos como aquele de PNG9, que tem preferência por utilização completa do espaço, os itens de menu de opções e menu de links foram feitos de forma que podem ser mantidos na tela durante a navegação.

Por fim, na Tarefa II, a qual envolvia o layout em sua menor largura, as questões Q6 e Q7 foram sobre o menu de opções e menu de links respectivamente, os quais nesse caso sobrepõe o conteúdo principal da página para permitir a navegação completa do usuário pelos elementos. Q6 teve 90% de notas positivas, enquanto Q7 teve 80%. Dentre as notas neutras ou negativas, 10% em ambos foram notas que se mantiveram abaixo do positivo. Em Q7, os outros 10% foram notas que diminuíram de positivo para neutro. Em aspectos gerais, como tamanho e funcionalidade, ambos os menus são iguais, a diferença entre ambos está na estilização. Esse foi um ponto levantado por participantes que diminuíram suas notas entre as questões. O menu de opções tem suas regiões de interação e clique mais bem delimitadas, enquanto o menu de links não tem delimitações visíveis entre suas partes internas. Essa não era uma percepção esperada, mas foi um ponto interessante levantado pelos participantes e

mostrou a existência de uma preferência na visualização.

Sobre a Tarefa IV, em geral, PNG10 fez um comentário interessante, no qual fala sobre tamanho da janela. Ele diz que a distribuição e tamanho dos elementos está adequada, porém, o tamanho da janela na totalidade torna difícil a visualização dos elementos. A liberdade de reajuste do tamanho da janela traz situações como essa, nas quais não só o espaço disponível na janela é significativo, mas também o espaço disponível no campo de visão do usuário. É importante manter elementos relacionados em uma mesma área do campo de visão, ao mesmo tempo que mantendo o principal conteúdo centralizado, uma vez que as janelas no Meta Quest Browser são redimensionadas sobre seu centro.

Para o fechamento do capítulo de Resultados, valem ser mencionadas algumas percepções e o sentimento geral dos participantes em relação à Realidade Virtual.

Como citado inicialmente, 70% dos participantes desse teste já haviam feito pelo menos um uso de equipamentos de Realidade Virtual. Quanto a isso, casos citados foram o uso de HMDs para celular, um tipo mais primitivo de Realidade Virtual comercial; e utilização para jogos e não propriamente navegação pela internet ou mesmo sistema do HMD. Mesmo em casos como esses, é imprescindível notar como todos começaram com estranheza os testes, seus movimentos foram instáveis durante as primeiras tarefas, porém, conforme o teste avançou, todos os participantes ganharam desenvoltura em seus movimentos. Tal situação mostra que a Realidade Virtual e os HMDs, como quaisquer meios, precisam de um período de adaptação e que quanto maior o tempo de uso, maior a facilidade de uso.

Isso traz ainda um novo desafio para o desenvolvimento voltado a Realidade Virtual, pois acrescenta um ponto a mais de preocupação para designers e desenvolvedores: o pouco costume de uso do usuário. Celulares e mesmo computadores passaram por essa fase, e mesmo para esses itens ela ainda não acabou, quando se tratando de grupos específicos e certas minorias. Entretanto, para realidade esse caso ainda se estende para as maiorias, e o período de adaptação dos usuários deve ser levado em consideração.

Já visualizando às perspectivas dos usuários quanto ao uso da Realidade Virtual, para cada tamanho de janela, grande, médio ou pequeno, o usuário foi pedido que marcasse qual sua preferência na forma de visualização, paisagem ou retrato. Para tamanhos grandes e médios, o formato de paisagem ultrapassou 80% das preferências em ambos. Isso era esperado devido à analogia com computadores e televisores, ambos aparelhos populares que possuem orientação de paisagem. Já para telas pequenas, os formatos de retrato e paisagem tiveram a mesma quantidade de votos, o que foi um resultado inesperado. O crescimento dos usuários que preferiram a visualização em retrato é entendida, pois da mesma forma que as telas maiores podem receber analogias, a janela pequena em formato de retrato assemelha-se a tela de um

celular. Contudo, essas respostas possuem um caráter bastante pessoal dos participantes, uma vez que as dimensões de janela, mesmo durante o teste, não eram fixas na maioria das tarefas, portanto, seus gostos foram moldadas de acordo com suas próprias percepções de tamanho.

Por fim, foi pedido para os participantes dizerem quanto tempo em média passariam com o Óculos de Realidade Virtual, se o tivessem a sua disposição sempre que desejado. A metade dos participantes marcou a opção de “Mais de 1 hora”, 30% marcaram “Mais de 2 horas” e 20% marcaram “Menos de 1 hora”. Os valores apresentados nas opções foram baixos, se comparados com possíveis questionamentos sobre horas de uso de computadores e celulares, entretanto os valores obtidos foram satisfatórios, considerando os prós e contras de um HMD e do sistema de Realidade Virtual. Um dos principais contras mencionados pelos participantes é o tamanho e o peso do aparelho, que por ser utilizado na cabeça torna essas características ainda mais importantes. Muitos alegaram que ficariam cansados se passassem muito tempo utilizando o HMD, por isso seu tempo ficaria entre 1h e 2h.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a reconstrução de estruturas comuns na navegação web de forma que fossem adequadas à utilização em ambientes de realidade virtual, condzendo com as novas formas de apresentação do ambiente e interação propostos pelo uso de HMDs. Para isso foram escolhidos elementos de Rolagem da Página, o qual foi traduzido para um Índice de Rolagem. O Menu de Opções, que recebeu um novo formato, mais maleável e adaptável. E a Disposição dos elementos na Página, que propôs uma organização familiar ao usuário, mas que fosse capaz de manter-se lógico entre as possibilidades irrestritas de redimensionamento da janela.

Para validar o que foi produzido, um teste de projeto foi planejado e aplicado, garantindo a viabilidade de uso dos conceitos. A recepção das estruturas propostas foi bastante positiva. A forma na qual o Índice de Rolagem, o Menu de Opções e a Disposição dos elementos foram apresentados mostrou-se significativa para a experiência de navegação do usuário, uma vez que apesar das dificuldades, as estruturas receberam avaliações majoritariamente positivas.

Para o Índice de Rolagem, a funcionalidade de atingir a seção desejada da página com um clique, que era o objetivo principal, teve resultados positivos. Os participantes mostraram interesse em utilizar o índice mesmo em um caso extremo como aquele apresentado no teste. Houve variações nas respostas conforme a forma de visualização da janela, porém, considerando que o quadrante continuou positivo, a diminuição não é significativa. Quanto ao quadro de prévia, apesar de somente parte do conteúdo real ser apresentado, as notas dos participantes se mantiveram positivas, o que indica não ser necessário a apresentação de toda seção, e que a qualidade da visualização sobrepõe-se a quantidade de conteúdo vista.

Para o menu de opções, de forma diferente do índice, quando se tratando de estilo e visualização, o elemento foi bem aceito. Os participantes receberam positivamente a adaptação do menu em relação aos formatos de janela. Isso é mostrado em especial quando trazendo os resultados sobre a altura mínima, a qual apesar de não ser considerada a ideal pelos participantes, ainda proporcionou uma boa visualização e interação. A funcionalidade de rolagem das opções também foi bem aceita, porém, com

ressalvas em relação à velocidade, em alguns casos. Essa funcionalidade, apesar de não ser comum, em especial na web, é utilizada em certos menus de opções, o que levou os usuários a compararem a tarefa do teste com suas experiências anteriores.

Por fim, para a disposição dos elementos na página, um cuidado deve ser tido com a adaptação de imagens. Para elementos grandes na visualização em paisagem, redução em escala pode dificultar manter a proporção. Isso afeta diretamente a experiência de usuário e compromete a expectativa de identificação do conteúdo principal da página. Mantendo a estrutura entre conteúdo principal e secundário, a diminuição da largura da tela foi agradável para o usuário, pois traz um senso de familiaridade por simular a forma de visualização de um celular.

Um trabalho futuro para dar continuidade àquele aqui apresentado seria o aprimoramento visual e contextual dos itens desenvolvidos e a aplicação de testes com usuários externos ao contexto tecnológico técnico em conjunto com testes de sinais honestos. Isso possibilitaria uma gama de dados mais extensa e refinada, em especial na área de UX, uma vez que nem todos os conceitos da área foram seguidos a risca nesse trabalho.

Pela visão técnica, dois pontos foram de extrema importância: é imprescindível para o desenvolvedor fazer uso e entender sobre tecnologias dinâmicas e adaptáveis. Em Realidade Virtual o tamanho é escolhido pelo usuário, não pelo desenvolvedor, portanto, é importante que a página adapte-se com facilidade. Apesar de mais detalhado e complexo, o desenvolvimento de telas cada vez mais dinâmicas e adaptáveis ao contexto do usuário não pode ser ignorado.

E não menos importante ainda é ter em mente que as formas de interação em Realidade Virtual não são as mesmas que aquelas dos meios físicos. Movimentos sólidos e precisos tornam-se vagos e custosos para o usuário, portanto, quaisquer facilitadores são bem vindos.

A Realidade Virtual, aberta para o usuário, é um ambiente novo e em crescimento, repleto de possibilidades a serem exploradas, tanto com conceitos tridimensionais, quanto bidimensionais. O cotidiano das pessoas está repleto do bidimensional, então não há necessidade de descartá-lo completamente, é mais enriquecedor tanto para desenvolvedores quanto para usuários incorporar o 2D apropriadamente no 3D, pois ambos têm suas funções e objetivos, que juntos tornarão mesmo uma tarefa corriqueira como navegar na internet algo, mesmo que ainda natural, fascinante.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.; MONTEIRO, J. **The Role of Responsive Design in Web Development**. v.14. Disponível em: <<http://www.webology.org/2017/v14n2/a157.pdf>>.

BARSOUM, E.; KUESTER, F. Towards adaptive Web scriptable user interfaces for virtual environments. **Virtual Reality**, [S.l.], v.12, p.55–64, 3 2008.

BOWMAN, D. A.; WINGRAVE, C. A. **Design and Evaluation of Menu Systems for Immersive Virtual Environments**.

BRYSON, S. Virtual reality in scientific visualization. **Communications of the ACM**, [S.l.], v.39, n.5, p.62–71, 1996.

CHEN, X. **Usability heuristic 8: Aesthetic and minimalist design** (video). [S.l.]: Nielsen Norman Group, 2018. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/signal-noise-ratio/>>.

CHOUDHURY, N. World wide web and its journey from web 1.0 to web 4.0. **International Journal of Computer Science and Information Technologies**, [S.l.], v.5, n.6, p.8096–8100, 2014.

CLARK, W. R.; EZELL, J.; CLARK, J.; SHEFFIELD, D. N. Stay or leave: Applying approach-avoidance theory to virtual environments. **Journal of Database Marketing and Customer Strategy Management**, [S.l.], v.16, p.231–240, 12 2009.

DA SILVA, A. D. A. P. **Design Responsivo: técnicas, frameworks e ferramentas**. , [S.l.], 2014.

DACHSELT, R.; HÜBNER, A. **A Survey and Taxonomy of 3D Menu Techniques**.

FLANAGAN, D. **JavaScript: o guia definitivo**. [S.l.]: Bookman Editora, 2004.

GOLDBERG, J. H.; HELFMAN, J. I.; MARTIN, L. Information distance and orientation in liquid layout. In: 2008. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008. p.1153–1156.

GOTO, K.; KOSHIJIMA, R.; TOYAMA, M. Responsive HTML generation using SuperSQL. **International Journal of Web Information Systems**, [S.l.], v.13, n.3, p.324–351, 2017.

HILL, A.; JOHNSON, A. Withindows: A framework for transitional desktop and immersive user interfaces. In: 2008. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008. p.3–10.

IQBAL, H. et al. Reducing arm fatigue in virtual reality by introducing 3D-spatial offset. **IEEE Access**, [S.l.], v.9, p.64085–64104, 2021.

JOO, H. S. A Study on UI/UX and Understanding of Computer Major Students. **International journal of advanced smart convergence**, [S.l.], v.6, n.4, p.26–32, 2017.

KIM, S. W.; JO, H. K.; HA, D. Y. Different UI, same UX: a design concept for implementing a locally-optimized and globally-unified user experience. In: DESIGN, USER EXPERIENCE, AND USABILITY. THEORY, METHODS, TOOLS AND PRACTICE: FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE, DUXU 2011, HELD AS PART OF HCI INTERNATIONAL 2011, ORLANDO, FL, USA, JULY 9-14, 2011, PROCEEDINGS, PART II 1, 2011. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2011. p.440–448.

LEVERING, R.; CUTLER, M. The portrait of a common HTML web page. In: ACM SYMPOSIUM ON DOCUMENT ENGINEERING, 2006., 2006. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2006. p.198–204.

LI, N.; ZHANG, B. The design and implementation of responsive web page based on HTML5 and CSS3. In: OF THE 2006 , 2019. **Anais...** Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. p.373–376.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, [S.l.], 1932.

LINDEMAN, R. W.; SIBERT, J. L.; HAHN, J. K. **Hand-Held Windows: Towards Effective 2D Interaction in Immersive Virtual Environments.**

MILLER, A. J.; MILLER, J. D.; CAPORUSSO, N. Enhancing webpage navigation with a novel scrollbar design. In: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS INC., 2020. **Anais...** Springer, 2020. v.1217 AISC, p.22–28.

MONTEIRO, P. et al. Comparison of radial and panel menus in virtual reality. **IEEE Access**, [S.l.], v.7, p.116370–116379, 2019.

MOZDEVNET. **Document and website structure - learn web development:** MDN. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/HTML/Introduction_to_HTML/Document_and_website_structure> .

POWELL, T. **HTML & CSS: the complete reference**. [S.l.]: McGraw-Hill, Inc., 2010.

RAWAT, P.; MAHAJAN, A. N. ReactJS: A modern web development framework. **International Journal of Innovative Science and Research Technology**, [S.l.], v.5, n.11, p.698–702, 2020.

SANTOS, A.; AEDO, I.; ZARRAONANDIA, T.; DÍAZ, P. A comparative study of menus in virtual reality environments. In: SPRINGER, 2017. **Anais...** Association for Computing Machinery: Inc, 2017. p.294–299.

SHARMA, V.; TIWARI, A. K. A Study on User Interface and User Experience Designs and its Tools. **World Journal of Research and Review (WJRR)**, [S.l.], v.12, n.6, 2021.

TOYAMA, S.; SADA, M. A.; NAKAJIMA, T. VRowser: A virtual reality parallel web browser. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, INC, 2018. **Anais...** Springer Verlag, 2018. v.10909 LNCS, p.230–244.

UNICAMP. **Testes com o Usuário: Realização de Teste de Usabilidade no Protótipo**.

VALLE, L. F. F. G. <section>. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/HTML/Element/section>>.

VILHELMSON, B.; THULIN, E.; ELLDÉR, E. Where does time spent on the Internet come from? Tracing the influence of information and communications technology use on daily activities. **Information, Communication & Society**, [S.l.], v.20, n.2, p.250–263, 2017.

W3C. **HTML amp; CSS**. Disponível em: <<https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>>.

W3C, B. **Media Queries e “view mode” são Recomendações W3C**. [S.l.]: W3C Brasil, 2012. Disponível em: <<https://www.w3c.br/Noticias/MediaQueriesEviewModeSaoRecomendacoesW3c>>.

W3C, W. **CSS flexible box layout module level 1**. [S.l.]: W3C Candidate Recommendation, 2018. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/css-flexbox-1/>>.

WILDE, E. **Hypertext Markup Language (HTML)**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1999.