



Programa de Pós-Graduação em

Computação Aplicada

Mestrado Acadêmico

Branda Eloá Weppo

**AVALIAÇÃO DE UMA INTERFACE DO USUÁRIO (UI)
INCLUÍDA NO SOFTWARE DE REALIDADE VIRTUAL
IMERSIVA (RVI) MOSIS LAB**

São Leopoldo, 2022.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS — UNISINOS UNIDADE
ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA NÍVEL MESTRADO

BRANDA ELOÁ WEPPPO

AVALIAÇÃO DE UMA INTERFACE DO USUÁRIO (UI) INCLUÍDA NO SOFTWARE
DE REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA (RVI) MOSIS LAB

São Leopoldo 2022

Branda Eloá Weppo

AVALIAÇÃO DE UMA INTERFACE DO USUÁRIO (UI) INCLUÍDA NO SOFTWARE
DE REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA (RVI) MOSIS LAB

Proposta de Dissertação apresentada
como requisito parcial para a obtenção
do título de Mestre pelo Programa de
Pós-Graduação em Computação
Aplicada da Universidade do Vale do
Rio dos Sinos — UNISINOS

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Gonzaga Jr.

Coorientador:

Prof. Dr. Mauricio Roberto Veronez

São Leopoldo 2022

W483s

Weppo, Branda Eloá.

Semiótica na avaliação de uma interface do usuário (UI) incluída no software de realidade virtual imersiva (RVi) Mosis LAB / por Branda Eloá Weppo. – 2022.

64 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, São Leopoldo, RS, 2022.

Orientador: Dr. Luiz Gonzaga Jr.

Coorientador: Dr. Mauricio Roberto Veronez.

1. Realidade virtual. 2. Interação humano-computador (IHC). 3. Experiência do usuário. 4. Interface do usuário. 5. Semiótica. I. Título.

CDU: 004.5:003

Catálogo na Publicação (CIP):
Bibliotecário Alessandro Dietrich - CRB 10/2338

AGRADECIMENTOS

Aos professores, colegas e demais funcionários do PPGCA e da Unisinos, aos patrocinadores dos projetos VisOrg e VisCarb e seus respectivos interlocutores com a Petrobras, aos professores avaliadores desta Dissertação e todos que participaram e contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigada pelo apoio e confiança nesses anos de pesquisa.

À equipe do Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab, companheiras e companheiros de jornada, pelos momentos compartilhados durante essa trajetória inesquecível.

À equipe do Sebrae RS, organização onde atuo hoje, pelo apoio e motivação constante.

Aos professores Luiz Gonzaga da Silveira Junior e Mauricio Roberto Veronez, orientador e coorientador, que confiaram e acreditaram nesta pesquisa, obrigada por todo suporte e aprendizado.

À minha família, por todo apoio e incentivo. Sônia Maria Weppo, Matheus Francisco Marodin e Antônio Augusto Godoi, vocês são muito especiais.

Ao Juliano da Costa Machado Timmers por estar sempre ao meu lado e pelos momentos difíceis em que me motivaste.

(Esta folha serve somente para guardar o lugar da verdadeira folha de aprovação, que é obtida após a defesa do trabalho. Este item é obrigatório, exceto no caso de TCCs.)

*Esta pesquisa foi realizada com apoio e financiamento de Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS e ANP.
Números de identificação: 4600556376 e 4600583791.*

RESUMO

Desconforto e cansaço visual são problemas comuns durante a utilização prolongada de Realidade Virtual Imersiva. Devida à carência de protocolos para o desenvolvimento de interfaces nesse ambiente, propor soluções convenientes para essa tarefa pode ser um desafio complexo. A semiótica, estudo da construção do significado a partir dos sentidos, tem sido vista como uma alternativa para melhorar a Experiência do Usuário (User Experience-UX) em ambientes projetados com interface 3D. Na presente pesquisa propõe-se a definição de diretrizes analíticas que avaliam a UX aplicada ao software Mosis LAB, considerando o ajuste do ambiente de acordo com conceitos de semiótica e UX. Foram levantados trabalhos relacionados ao tema de pesquisa contendo ideias com potencial de melhorar a UX no ambiente virtual alvo do estudo. A pesquisa inclui simulações com cada elemento do Mosis LAB a fim de avaliar a percepção do usuário sob a perspectiva da semiótica. O suporte teórico em pesquisas de Semiótica e Percepção do Usuário tem considerável potencial para melhorar a UX no ambiente virtual alvo do estudo. Logo, tende a melhorar a eficiência da interação, reduzindo potenciais danos físicos e mentais, possibilitando assim um maior tempo contínuo de uso do sistema.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Interação Humano-Computador (IHC). Experiência do Usuário. Interface do Usuário. Semiótica.

ABSTRACT

Discomfort and eye strain are common problems during prolonged use of Immersive Virtual Reality. Due to the lack of protocols for the development of interfaces in this environment, proposing convenient solutions for this task can be a complex challenge. Semiotics, the study of the construction of meaning from the senses, has been seen as an alternative to improve User Experience (UX) in environments designed with a 3D interface. The present research proposes the definition of analytical guidelines that evaluate the UX applied to the Mosis LAB software, considering the adjustment of the environment according to semiotics and UX concepts. Works related to the research topic were raised containing ideas with the potential to improve the UX in the virtual environment targeted by the study. The research includes simulations with each element of the Mosis LAB to assess the user's perception from a semiotic perspective. Theoretical support in Semiotics and User Perception research has considerable potential to improve UX in the virtual environment targeted by the study. Therefore, it tends to improve the efficiency of the interaction, reducing potential physical and mental damage, thus enabling longer continuous use of the system.

Keywords: Virtual Reality (VR). Human-Computer Interaction (HCI). User Experience (UX). Use Interface (UI). Semiotic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura semiótica desenvolvida para analisar objetos em RVi	27
Figura 2 – Infográfico da suite Mosis	29
Figura 3 – Resumo metodológico da pesquisa que se pretende desenvolver	35
Figura 4 – Método de Design Centrado no Usuário	36
Figura 5 – Resumo do processo analítico da pesquisa	37
Figura 6 – (a) Registro da equipe presente na demonstração do Mosis no CENPES em 2021; (b) Registro feito durante a demonstração do Mosis no CENPES em 2022	37
Figura 7 – Paleta de cores de acordo com o Guia de Estilos do Mosis LAB	41
Figura 8 – Simulação 2D de layout para a tela exploratória de arquivos disponíveis no GDC	42
Figura 9 – Simulação 2D de layout para o visualizador de áudio	42
Figura 10 – Planta baixa com apontamento do posicionamento das áreas de interesse	43
Figura 11 – Vistas (lateral, superior e ortogonal) da área de interesse A1.....	43
Figura 12 – Vistas (lateral, frontal e ortogonal) da área de interesse A2, com identificação do que representa cada objeto	43
Figura 13 – Vistas ortogonais externas da sala	44
Figura 14 – Vista superior em perspectiva da sala durante a segunda etapa de desenvolvimento do protótipo, onde são sinalizadas as áreas de interesse	44
Figura 15 – Globo e movimento do controle não se correspondem	46
Figura 16 – Há dificuldades para fechar os modelos tridimensionais	46
Figura 17 – Dificuldade para interpretar o ícone que dá acesso a visualização de gráficos ...	47
Figura 18 – Dificuldade para fechar o menu de configurações	47
Figura 19 – Dificuldade para identificar o teleporte para acessar uma imagem panorâmica ...	48
Figura 20 – Dificuldade para assimilar as áreas quadriculadas como áreas de deslocamento dentro da sala	48
Figura 21 – Setas de ajuste de tamanho irrelevantes	49
Figura 22 – Elementos depois de salvos quando reabrem aparecem em lugar diferente	49
Figura 23 – Mapa do pacote não acompanha o campo de visão do usuário ao rocar de cena ...	49
Figura 24 – Botão load/unload é desnecessário	50
Figura 25 – Scroll com tamanho pequeno e difícil de manusear	50
Figura 26 – Tamanho de letra pequena em alguns lugares	51
Figura 27 – Tamanho de letra pequena em alguns lugares	51

LISTA DE SIGLAS

HMD - Head-Mounted Display

IHC- Interação Humano-Computador

IHM - Interação Humano-Máquina

PPGCA - Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada

UCD - User Centered Design

UI - User Interface

UX - User Experience

RV - Realidade Virtual

RVi - Realidade Virtual Imersiva

SS - Simulator Sickness

VR - Virtual Reality

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE SIGLAS	8
1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Semiótica e Realidade Virtual	18
2.1.1 A pesquisa junto da Realidade Virtual e o Design aliado à Semiótica	19
2.1.2 Os elementos da pesquisa que aliam Semiótica e RVi	20
2.2 Mosis LAB	23
2.2.1 As bases teóricas usadas para compilar o protótipo do Mosis LAB	25
2.2.2 As diretrizes de análise com base na semiótica para o Mosis LAB	27
3 DESENHO METODOLÓGICO	31
4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 Aplicação da UI do Mosis LAB	35
4.2 Avaliação geral do protótipo 2 baseado na Semiótica de Barricelli et al. (2016)	42
4.3 Avaliação geral baseada em Fröjdman (2016)	50
5 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

O desconforto em função do uso de Realidade Virtual Imersiva (RVi) tem sido tratado de maneira mais incisiva em trabalhos científicos há certo tempo (JINJAKAM; HAMAMOTO, 2011; CHANG; KIM; YOO, 2020). Considerando que a RVi se populariza a partir de suportes que se encontram relativamente acessíveis no mercado, como é o caso dos vídeos games, o estímulo à pesquisa se ampliou, considerando o incremento consequente de usuários de RV. Uma vez que se os ambientes de RV proporcionam em sentido geral situações imersivas melhores, mais agradáveis, naturalmente, maior será a procura por esse tipo de experiência, e necessariamente dos artefatos que lhes dão suporte, tende a crescer mais e mais. Nesse contexto, o principal obstáculo para os desenvolvedores têm sido então como melhorar a experiência dos usuários de RV, em especial RVi, evitando o possível desconforto físico que a imersão pode proporcionar.

Entre as sensações físicas e mentais decorrentes dessa experiência está a Simulator Sickness (SS ou doença do simulador), que consiste em uma síndrome semelhante ao enjoo, frequentemente causada durante uma experiência em simuladores ou dispositivos semelhantes, como é o caso da Realidade Virtual (DUZ' MAN' SKA; STROJNY; STROJNY, 2018). Os efeitos mais comuns da SS são fadiga ocular, sensação generalizada de desconforto (JINJAKAM; HAMAMOTO, 2011), desorientação e náusea (CHANG; KIM; YOO, 2020).

Tratar de desconforto em ambientes de realidade virtual implica em abordar o uso de equipamentos que lhes dão suporte. Após, portanto, a origem do Head-Mounted Display (também conhecido pela sigla HMD e pode ser traduzido como dispositivo de vídeo usado na cabeça), o termo SS deu origem a Cybersickness, também pontuada como uma doença causada em virtude da RVi e com sintomas desagradáveis (DUZ' MAN' SKA; STROJNY; STROJNY, 2018). A Cybersickness é apontada como o grande problema da RVi (MARTIROSOV; KOPECEK, 2017) e seus efeitos podem ser causados por uma série de variáveis. Como os estudos são recentes, há efetivamente muito o que saber nesse campo de pesquisa da computação e das tecnologias.

Martirosov e Kopecek (2017) classificou essas variáveis envolvidas no mal-estar proporcionado por ambientes imersivos de RV em:

- Aspectos ligados às dimensões do ambiente;
- Complexidade visual que causa desagrado ao usuário;
- Movimentos de objetos que podem gerar desorientação ou confusão;

- Tarefas executadas pelos usuários que podem truncar a experiência no ambiente;
- Dificuldades na provisão de ajuda no ambiente imersivo;
- Fornecimento de sons inadequados ou desagradáveis;
- A quantidade de tempo durante a experiência em RVi.

Como colocou-se inicialmente devido ao incremento no mercado tecnológico, não só de jogos de videogame, mas também de simuladores em geral, a tecnologia dos equipamentos e consequentemente das experiências imersivas proporcionadas por eles, foram, como se poderia imaginar, melhorados. Há outros estudos recentes que mostram que os dispositivos HMD de última geração têm significativamente menos problemas com Cybersickness, embora eles ainda persistam (CASERMAN et al., 2021).

Devido ao que já foi colocado quanto ao caráter relativamente recente das pesquisas, é importante que a definição de critérios e ramos de estudos se definam e se desenvolvam. Nesse sentido, há pesquisas que buscam respostas para o desconforto causado pela experiência em RVi em relação a idade e gênero dos usuários (HOWARD; VAN ZANDT, 2021). De acordo com Martirosov e Kopecek (2017) foram encontradas poucas evidências de diferenças de sensibilidade visual e movimento relacionadas ao gênero, mas a personalização das interfaces que impõem um padrão visual do estereótipo masculino pode ser a causa de conflitos em relação a estímulos para realização de tarefas em RVi, por exemplo. Se faz necessário delimitar com clareza o público de usuários dos ambientes de RVi para qualificá-los, uma vez que uma experiência de imersão agradável para um grupo de usuários, pode se configurar como repulsiva para outros.

Além de relacionar as causas da Cybersickness a fatores humanos, há associações com fatores de hardware, quando as causas estão ligadas a dispositivos e modos de exibição. Assim como os fatores relacionados a conteúdo que também são presentes quando deslocamento óptico, realismo gráfico, renderização e recursos relacionados à tarefa podem dar origem a sintomas de Cybersickness (CHANG; KIM; YOO, 2020). Ainda sobre o cansaço visual em experiências com conteúdo 3D. Os elementos destacados, quanto a possibilidade de desconforto, proporcionam, no caso, um cansaço visual. Sobre o cansaço visual em experiências com conteúdo 3D, Cho e Kang (2012) apresentaram resultados inferindo que a fadiga ocular se intensifica à medida que a disparidade binocular e o tempo de visualização aumentam.

Após esse preâmbulo, a presente pesquisa nasce do trabalho da autora junto ao laboratório Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab¹. O foco dessa pesquisa se refere a um dos produtos desenvolvidos pelo laboratório que atua junto a área de geoinformática. Considerando os projetos em desenvolvimento no Vizlab, esta dissertação pretendeu dar continuidade aos estudos de interface realizados junto ao software Mosis LAB, um laboratório virtual imersivo onde o usuário pode visualizar e relacionar informações extraídas tanto de dados locais quanto de um servidor pertencente a suite Mosis².

Nesse contexto, se pretendeu, a partir de Fröjdman (2016), fornecer tópicos que definem diretrizes válidas a partir das quais será possível tomar decisões melhoradas para desenvolver o Mosis LAB. Dessa forma, se busca apresentar os referenciais que contribuíram para o desenvolvimento da interface como também aperfeiçoar esta a partir de novos conceitos. No contexto da fundamentação teórica aprofunda-se a seguir os apontamentos de Fröjdman selecionados para incrementar e fundamentar este estudo.

A pesquisa em sentido estrito é uma colaboração para o incremento da ferramenta tecnológica, Mosis LAB. Com isso, se pretende dizer que a definição de diretrizes de análise do software parte basicamente de teorias validadas sobre Experiência do Usuário, de modo que não se procurou desenvolver avaliações que contemplem participantes voluntários selecionados para produzir testes inéditos. Trata-se de um fato que houve limitações para a realização de testes, os quais se descrevem por uma série de situações problemáticas que passam desde a dificuldade temporal e de recursos, os quais se agravaram no contexto pelo qual estivemos inseridos, como o distanciamento social ocasionado pela pandemia da COVID-19.

É importante destacar que o estudo está situado em um contexto de abordagem ampla que se refere às mudanças observadas no universo em que vivemos de acelerada transformação tecnológica, bem como de redefinição de parâmetros em diversas áreas de nossas vidas que envolvem o modo como consumimos e nos educamos (RIBEIRO; ZORZAL, 2011). Nesse cenário está inserido o Mosis LAB, uma sala de laboratório em Realidade Virtual (Virtual Reality-VR) que objetiva ser uma ferramenta útil inicialmente aos geólogos, mas também poderá ser útil a outros profissionais que de algum modo se interessam por dados aprofundados sobre afloramentos geológicos e informações correlatas no futuro (ROSSA, 2020).

Pesquisas como a que se desenvolve aqui se adequam a promoção de saberes úteis a diversos ramos de interesses. A pesquisa perpassa salientar o que representa o Mosis LAB no

¹ <http://www.vizlab.unisinos.br/>

² <http://mosis.vizlab.cc/>

atual contexto em que vivemos. É provável que em um período de algumas décadas, o ensino formal realizado em instituições afins, desde escolas a universidades, seja cada vez mais envolvido pelas novas mídias e o ensino remoto (CHAVEZ; BAYONA, 2018). Mídias como o próprio livro tem sido transformada em seu formato e difundido por outros suportes de acesso e uso.

A situação da pandemia da COVID-19, por exemplo, tem acelerado o processo de encampamento tecnológico da educação (XU; TANG, 2021). É importante reconhecer que tais mudanças são efetivas e envolvem possibilidades que permitem, por outro lado, o enriquecimento do intercâmbio com benefícios claros para o objeto final que é o desenvolvimento científico e a possibilidade de embasar decisões mais acertadas por parte de grandes atores sociais em questões que afetam a todos (a pandemia da COVID-19 é um exemplo disso (XU; TANG, 2021).

É preciso reconhecer que, na atualidade, aprender não se restringe mais apenas aos modos formais conhecidos como fazer estudos de campo ou ler um livro. Na verdade, a partir dessas ações pode-se produzir anotações que formarão a base para a produção de novos saberes (LASSE JENSEN, 2018). A interrelação de informações, mediada pela tecnologia, se coloca como um fator importante das experiências atuais de aprendizagem. Longe de invalidar tais processos de aquisição de conhecimento, os quais são basilares, é importante interpretar tais eventos a partir de abordagens novas que encaminham justamente pela abertura de que os objetos tecnológicos nos proporcionam.

Dentro dos processos convencionais citados, como ler um livro, a ideia de virtualidade já está presente, é preciso reconhecer essa marca. Quando lemos sobre o estudo de um afloramento rochoso e temos informação sobre ele, não precisamos ir a campo para torná-lo presente, da perspectiva do saber construído pelo leitor, as informações contidas são extraídas por um pesquisador em um espaço concreto investigado pelo pesquisador cujo material lê. Isso nos leva ao que Jerald (2016) define a RVi como comunicação, onde a última pode ser definida pelo excerto a seguir citado.

Comunicação pode ser também entre o ser humano e a tecnologia um componente essencial e base da RVi. O design de RVi está preocupado com a comunicação de como o mundo virtual funciona, como tal mundo e seus objetos são controlados e com o relacionamento entre o usuário [de RVi] e seu conteúdo: idealmente onde os usuários estão focados tanto na experiência como na tecnologia (JERALD, 2016).

É importante entender que comunicação pode ser também entre o ser humano e a tecnologia um componente essencial e base da RVi. O design de RVi, por sua vez, está preocupado com a comunicação de como o mundo virtual funciona, como tal mundo e seus objetos são controlados e com o relacionamento entre o usuário de RVi e seu conteúdo: idealmente onde os usuários estão focados tanto na experiência como na tecnologia (JERALD, 2016).

É neste arcabouço ampliado que relacionamos RVi, Design, comunicação e espaços de aprendizagem, onde entende-se que podemos chegar com as novas tecnologias de RVi, sendo sua maior potencialidade da minha perspectiva aquela que se refere a aprendizagem. Como coloca Fröjdman (2016), nesse contexto, “presença pode ser usada simultaneamente com imersão e telepresença pode ser definida como habilidade para interagir diretamente com a física real e ambiente remoto da perspectiva de alguém” (FRÖJDMAN, 2016)

Buscou-se pensar o Mosis LAB partir desses entendimentos ampliados que já são referenciais para grandes companhias da área tecnológica, a exemplo de Marc Zuckerberg, para quem os ambientes artificiais desenvolvidos com o acessório de óculos de RVi definem os rumos das aplicações de uma de suas principais redes sociais, o Facebook (STEIN, 2019). Nesse contexto em que não sabemos onde essas novas tecnologias nos levarão com clareza é fundamental pensarmos em UX. É o usuário e seu bem-estar que deve ser a base de pesquisas como esta, reduzindo o desconforto durante a experiência em RVi.

Uma análise efetuada via uma abordagem transversal das linguagens, a semiótica, pode ser um importante recurso para enriquecer a análise desse projeto de produção tecnológica, rompendo com as limitações e preconceitos na seara tecnológica (AMSTEL, 2017). Neste ponto que se situa esta pesquisa, onde a interface RVi do Mosis LAB pode ser melhorada por meio de estudos semióticos e de percepção, ao compilar ferramentas conceituais auxiliaram na avaliação e qualificação.

Neste cenário, o problema identificado para esta pesquisa se delineia sobre a pergunta: Que tipo de método de avaliação da User Interface (UI, traduzida como Interface do Usuário) seria capaz de amenizar possíveis desconfortos visuais em RVi, pensando em uma melhor experiência do usuário?

Para UI, nesta pesquisa, é definida como um conceito que se insere no campo de IHC, sendo o plano onde são representados os elementos que fazem a comunicação entre o usuário e as informações computacionais, onde a sua utilização acontece "na interação com um produto, a fim de torná-lo mais intuitivo, funcional e agradável, não somente visando a questão estética, mas, acima de tudo, a usabilidade"(RESENDE, 2020).

Sobre a usabilidade, é importante lembrar que os estudos são recentes, apesar de avolumaram-se as pesquisas. Há saberes constituídos e algumas hipóteses fundamentadas, entre elas o fato de que há diversos autores em âmbito nacional e internacional que definem a partir de artigos, teses e afins referenciais teóricos a qualificação e instrumentalização de equipes de desenvolvedores para produzir boas interfaces em sistemas RVi considerando a UX. É necessário, no entanto, sintetizar tais referenciais em um arcabouço de indicadores homogêneo. Essa síntese pode ser definida a partir de abordagens ligadas à Semiótica da RVi, bem como por meio de experimentos voltados à percepção do usuário.

Os estudos aqui apresentados se alinham com o objetivo geral desta pesquisa que se direciona a avaliar e propor melhorias na interface do software Mosis LAB a partir de estudos prévios sobre percepção do usuário e semiótica. Em conjunto com o objetivo geral também estão definidos os objetivos específicos:

- Propagar o embasamento teórico que guiou as escolhas da UI do Mosis LAB;
- Definir um modelo de estudo para avaliação semiótica da UI através de simulações em RVi;
- Empregar a semiótica como um instrumento que possibilita uma análise aplicada em RVi, a fim de aperfeiçoar a UX, tornando-a mais eficiente e contribuindo para a diminuição de desconforto e cansaço visual.

O contexto da semiótica se ajusta nesta pesquisa a partir de estudos como o de Barricelli et al. (2016) os quais desenvolveram uma ferramenta conceitual bastante interessante definida como uma estrutura de validação para analisar pelo viés da Semiótica elaborações em Realidade Virtual. Jerald (2016) realizou um estudo basilar sobre Realidade Virtual. Trata-se de um livro amplo, que faz jus ao título definido como “O livro da realidade virtual”. Entre as diversas facetas desse verdadeiro manual sobre RV, podemos destacar as observações de cunho filosófico que consideram os efeitos e finalidades estipulados para a RV, tal como a experiência mágica proporcionada.

Sobre UX, vale ressaltar, que as diretrizes de análise que pautam esses estudos ligam-se ao estudo de Fröjdman (2016). Essa pesquisadora reuniu em seu estudo dez diretrizes de avaliação da UI que sintetizam um modelo de avaliação sobre o qual são associados novos e já utilizados referenciais teóricos aplicados no desenvolvimento de interface do Mosis LAB. Mais

detalhes sobre o conteúdo produzido por alguns desses autores, bem como outros que foram relacionados a presente pesquisa serão apresentados no capítulo seguinte definido pela fundamentação teórica.

Nesse contexto, ressalta-se que uma das funcionalidades do Design é comunicar por meio de elementos visuais. Dentro desse contexto que a autora se inseriu como designer dentro do Laboratório Multidisciplinar, Vizlab, tendo como foco colaborar para incrementar as produções do grupo dentro de capacidades e habilidades, envolvida como pesquisadora do Programa de Mestrado em Computação Aplicada da Universidade do Vale dos Sinos, sob a orientação do professor Doutor Luiz Gonzaga Jr e sob a coorientação do professor Doutor Mauricio Veronez. Ao longo dos anos de pesquisa foi possível aliar conhecimentos profissionais como designer à aquisição de novas habilidades na área de computação gráfica, especialmente no desenvolvimento de ambientes de Realidade Virtual (RV).

Nos últimos anos, a dedicação para essa pesquisa girou em torno do estudo da Semiótica que se refere a integração de linguagens para que possamos ampliar nossa capacidade de entendimento sobre como interagimos com determinados objetos, bem como sobre como criamos sentidos, significados a partir dessa interação com eles. A partir de oportunidades de abordar especificamente esse tema na comunicação visual de livros didáticos (TIMMERS; WEPPPO, 2017) e em ponderações sobre o ensino (TIMMERS; WEPPPO, 2020), foi possível perceber que a Experiência do Usuário era um campo de estudos muito estimado, o qual ajudou a definir os caminhos dessa pesquisa.

A partir das aprendizagens oportunizadas pelo Vizlab, em especial o trabalho com um grupo de desenvolvedores qualificado, aliado ao acesso a sofisticados equipamentos e a outros grupos e instituições de apoio e fomento à pesquisa, foi possível direcionar, com o apoio de meus orientadores, a pesquisa para a UX dentro de um ambiente de RV, o qual ia sendo construído pela colaboração do time de pesquisadores do laboratório. O aprofundamento específico em estudos ligados aos ambientes imersivos que simulam espacialidades a partir de aparatos como computadores e óculos de RV, constatou-se que cada elemento do mais simples como as cores, as disposições de ícones entre outros elementos de comunicação visual necessitam ser cuidadosamente ponderados de modo a proporcionar a melhor e mais agradável experiência de imersão possível dentro daquilo que se define como as finalidades dos desenvolvedores de programas.

No caso do Vizlab um dos objetos tecnológicos associados à realidade virtual no qual o grupo tem se dedicado é o pacote de aplicações chamado Mosis. O Mosis reúne um conjunto de aplicações ligadas à organização e compartilhamento de Geoinformações. Foi a partir da

suite Mosis, onde a autora se insere como parte da equipe de projeto, que essas trajetórias de formação descritas até aqui se integraram e se sintetizaram, dando origem à presente pesquisa. Especificamente, esse projeto se dirigiu para a criação de soluções para os eventuais aspectos de desconforto que o usuário dos ambientes em RV do Mosis LAB poderia apresentar.

A presente pesquisa, uma vez aqui contextualizada, se estrutura a partir da apresentação que se pauta por delimitar o Estado da Arte de pesquisas ligadas aos protocolos de desenvolvimento de interfaces, em especial, em ambientes de Realidade Virtual. Nessa seção explicita-se estudos ligados à Realidade Virtual Imersiva (RVi), a Experiência do Usuário e a definição de diretrizes para o incremento da qualidade na imersão em RV.

No segundo capítulo discorre-se sobre o foco para expor o referencial teórico que instrumentalizou conceitualmente essa pesquisa. Nesse sentido, destaca-se a leitura do “VR Book” de Jerald (2016), que pode ser definida como uma das obras que marcaram ao longo dessa pesquisa e talvez nem todas as impressões e aprendizagens desenvolvidas com a leitura dessa grande obra estejam então registradas, uma vez que transcendem o escopo deste estudo. Neste capítulo, também se descreve como incrementaram-se os estudos a partir de aspectos da constituição do Mosis LAB.

Já no terceiro capítulo se enfatiza os aspectos metodológicos. Os procedimentos que a partir da orientação foram definidos para delinear a experiência com usuários, as formas de aquisição de informações e os protocolos para a realização de testes são devidamente explicitados neste capítulo. Enquanto o quarto e último capítulo se refere aos resultados e a discussão derivada da análise dos dados obtidos. É importante salientar que se trata de uma discussão em curso, uma vez que novos e melhores incrementos, salutarmente, podem e devem ser inseridos junto às aplicações tecnológicas das quais essa pesquisa visa ser apenas uma parcial ainda que importante colaboração.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Semiótica e Realidade Virtual

A Semiótica não é um termo novo, ele habita junto ao pensamento filosófico há séculos. Ocorre que mais recentemente tem crescido o seu emprego junto a novos campos do saber, principalmente na Computação. A Arte, a Linguística, a Comunicação e a Publicidade há décadas se debruçam sobre estudos nos quais se desenvolve a Semiótica. Para responder o que é semiótica e para compreender como um campo de interesse de áreas como Comunicação e Arte se tornam importantes no universo das tecnologias computacionais são apresentadas algumas considerações a seguir.

Para fazer um compilado de teóricos que tiveram destaque na história da Semiótica, pode-se citar: a) Charles Sanders Peirce (1839-1914) - Filósofo, pedagogo, cientista, linguista e matemático norte americano. Seus trabalhos apresentam importantes contribuições à lógica, matemática, filosofia e, principalmente à semiótica; b) Ferdinand de Saussure (1857-1913) - Linguista e filósofo suíço, cujas elaborações teóricas propiciaram o desenvolvimento da linguística enquanto ciência autônoma; c) Roland Barthes (1915-1980) - Escritor, sociólogo, crítico literário, semiólogo e filósofo francês. usou a análise semiótica na interpretação de imagens de revistas e anúncios publicitários; d) Algirdas Julius Greimas (1917-1992) - Linguista lituano de origem russa que contribuiu para a teoria da semiótica e da narratologia, além de ter prosseguido diversas pesquisas sobre mitologia lituana; e) Umberto Eco (1932-2016) - Filósofo, semiólogo, linguista e bibliófilo italiano. Abordava o conceito de diagrama, signos que representam relações abstratas, tais como fórmulas lógicas, químicas e algébricas; f) Lucia Santaella (1944) - Pesquisadora, professora e uma das principais divulgadoras da semiótica e do pensamento de Charles Peirce no Brasil.

Importante ressaltar que nesta pesquisa, Peirce é pontuado para os conceitos de semiótica, o qual inclusive faz uma relação entre o conceito de virtualidade e o conceito de signo. Uma vez que Barricelli et al. (2016) o escolheram como guia teórico de seu trabalho, sendo assim seus respectivos argumentos são pontos importantes que auxiliaram na construção da avaliação desenvolvida nesta dissertação.

Peirce, apontava a centralidade do conceito de virtualidade no processo de semiose é particularmente importante se considerar o problema do ponto de vista da comunicação. Parte-se do pressuposto de que a RV pode ser considerada como um processo de comunicação entre diferentes sujeitos (duas pessoas ou uma pessoa e um programa de computador), mediado por

um sistema computacional, que utiliza a comunicação visual como canal primário e como canais secundários outros sistemas sensoriais, como a audição e a percepção cinestésica (BARRICELLI et al., 2016).

A partir dos conceitos trazidos por Peirce, a Semiótica enquanto sistema de linguagens oferece, portanto, um suporte conceitual e analítico para o desenvolvimento de projetos à disposição do designer. Tais suportes semióticos podem possuir uma abordagem tanto teórico-crítica, como a desenvolvida no artigo voltado a análise de capas de livros didáticos de Geografia (TIMMERS; WEPPPO, 2017), quanto para servir de quadro analítico para o incremento qualitativo do uso de produtos. Quando menciono o uso de produtos, me refiro a produtos tangíveis, como uma cadeira ou artefatos computacionais, por exemplo. O que muda de um caso para o outro nos exemplos mencionados são os referenciais teórico-analíticos e os métodos que estes engendram, adaptando-se à natureza e a finalidade dos projetos e artefatos a serem desenvolvidos.

Como atualmente a autora trabalha e desenvolve a pesquisa em um laboratório que também pesquisa acerca da Realidade Virtual Imersiva, a seguir serão analisados artigos de autores que consideram os elementos e atributos básicos das variáveis de interesse de RVi, os aportes do Design e da Semiótica no contexto construído neste projeto.

2.1.1 A pesquisa junto da Realidade Virtual e a contribuição do Design aliado à Semiótica

Analisa-se inicialmente a relação íntima entre Design e Tecnologia. Vindo dos primórdios da era industrial até o século XXI, o caráter informacional do presente século em que a Interação Humano-Máquina (IHM) evolui para uma Interação Humano-Computador (IHC). É a partir de dispositivos como o computador, essencialmente projetados para organizar e compilar dados, reproduzindo, reinventando objetos informacionais, que se desenvolveu a Realidade Virtual tal qual a conhecemos hoje. A discussão é ampla, porém concentrarmos na RVi ligada aos artefatos computacionais, considerando que:

É um fato de nosso tempo a indissociabilidade entre aquilo que chamamos Realidade Virtual, a produção e o uso dos sistemas tecnológicos criados para dar suporte às inúmeras formas de RVi construídas. Essas experiências diferenciadas em relação àquilo que percebemos cotidianamente e que têm suporte nesses sistemas técnicos, geralmente são todas chamadas genericamente de Realidade Virtual. Porém, ainda que possamos aceitar essa definição, é importante reconhecer que os diversos artefatos criados por engenheiros e designers são projetos com finalidades próprias nascidas pela colaboração técnico-estética de diversos agentes em equipes multidisciplinares. Há, portanto, no âmbito do universo de produção tecnológica contemporâneo tipos diversos de RVi. Essa diferença é de natureza conceitual e depende do tipo de processo que a tecnologia promove junto ao usuário (TIMMERS; WEPPPO, 2020).

No âmbito da RVi desenvolvida a partir de computadores, há uma gama de conceitos que precisam ser analisados para que possamos compreender onde o trabalho do designer pode ser melhor utilizado com a contribuição da Semiótica.

Diante deste contexto, é fundamental compreendermos que em ambientes virtuais ou de RVi há uma experiência. A ela chamaremos de empirismo virtual, o qual pode ser valorado subjetivamente. O empirismo virtual está, portanto, distintamente associado a signos que são dinamicamente interpretados na experiência daqueles que imergem em tais ambientes. Esse imergir implica necessariamente que nos remetemos ao conceito de mídia como meio. O poder da mídia de Realidade Virtual é imenso perante outras interfaces. As tecnologias são onipresentes atualmente e podem atuar por meio de várias mídias digitais, como por meio da telefonia celular, câmeras digitais, as plataformas de streaming com animação em filmes e jogos (BASTUG et al., 2017). Embora todos sejam constituintes da Realidade Virtual, seu principal atributo compartilhado é que eles formam uma ponte entre os sentidos humanos e os computadores, convertendo ou traduzindo fenômenos observáveis por meio dos sentidos para reproduções digitais e vice-versa. Esta relação entre sentidos, percepção e construção digital representa o ponto focal dos estudos que se visa desenvolver, adequando as contribuições da Semiótica neste cenário.

2.1.2 Os elementos da pesquisa que aliam Semiótica e RVi

Nesta seção debruça-se sobre as construções de uma teoria que envolve a Realidade Virtual que colaboram para a constituição de esquemas analíticos de estruturas semióticas válidas para a análise de projetos de RVi. Nesse contexto, o ambiente virtual deve ser compreendido como composto por um universo próprio de objetos cuja interação é específica. Um exemplo desses objetos são os ícones. Os ícones de HCI são diferentes de outras formas de mídia, embora tenham em comum a aparência com objetos do mundo real e a capacidade do usuário poder interagir com eles. É o caso da lata de lixo nas telas dos desktops, onde autores colocam que seu interesse está na semiose - ou processo de dar sentido -, há signos que produzem novos signos em uma cadeia ilimitada. Em RVi um objeto real não está presente, temos apenas sinais que representam e significam um objeto real. Em um simulador de voo, por exemplo, sinais sensoriais são mensurados para interpretar os estímulos de um usuário e, portanto, o sistema de computador deve produzir os mesmos efeitos psicológicos de uma

aeronave real (MOREIRA, 2014). Em outras palavras, a noção de similaridade e mimese 1 é essencial para dar um significado a um aplicativo de RVi.

Em RVi, a qualidade da experiência depende do que se chama de imersão do sujeito. A imersão em ambientes virtuais promove fenômenos, como descreve Meneguet (2010):

[...] ancorados não a um mundo comum a priori – um mundo ingênuo -, mas em estruturas criadas intencionalmente através de recursos digitais. Por isso aceita-se que seria utópico contemplar em um único conceito, ou em um único quadro teórico, uma tentativa de acordo geral para diversos movimentos que surgem e se renovam no âmbito dos ditos “ambientes virtuais” (MENEGUETTE, 2010).

Engenheiros, programadores de computadores e designers são os projetistas que fazem com que tais "mundos" sejam factíveis, como coloca o autor. Nesse contexto de criação, é fundamental a análise da Experiência do Usuário.

No contexto de UX, é importante postular que há uma espécie de presença no ambiente virtual, o que levanta uma discussão:

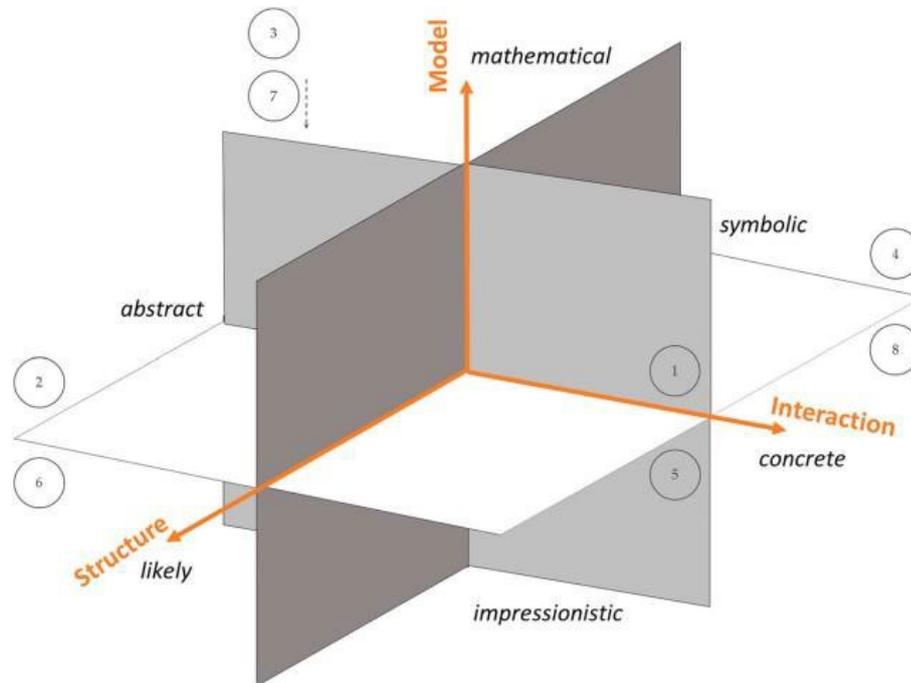
Ainda é possível restabelecer uma conexão entre presença e existência; entre modos de se sentir presente e modos de ser; entre as situações enunciativas e as existenciais. Seguindo este caminho, as mídias - em particular aquelas que modificam tecnologicamente a experiência dos mundos autocentrados aos quais o sujeito está constantemente exposto - devem ser radicalmente repensadas como dispositivos que tecnologicamente constituem formas de existência: modos de pensar, expressar, significado dos elementos de um vocabulário e sua composição (palavras, frases, corpos de texto). Na RVi o nível semântico do processo de comunicação é constituído pela escolha dos estilos de representação e retórica (BARRICELLI et al., 2016).

É importante considerar que, no contexto de criação e experiência no âmbito da RVi, temos uma espécie de recriação do mundo, no caso virtual, o qual em muitos casos replica de modo reduzido ou não, e ainda que adequado a aplicações específicas, a experiência do mundo real ou o mundo fora da RVi. O aspecto interatividade torna-se, então, igualmente relevante, considerando a abordagem mencionada que considera a RVi como processo de comunicação. Neste caso a comunicação pode se dar entre duas pessoas, mediada pelo ambiente de RVi ou pela comunicação entre o usuário e o programa de computador (BARRICELLI et al., 2016).

Ao tomar os ambientes virtuais, a partir dessa linha analítica de comunicação e linguagem, tem-se que considerar também o elemento da sintaxe, onde:

Sintaxe é o conjunto de regras que devem ser aplicadas para construir ou interpretar frases feitas de palavras escolhidas de um vocabulário. Enquanto nas linguagens naturais ou abstratas o vocabulário é feito de símbolos literários, na RVi os símbolos baseiam-se principalmente em elementos visuais. Então temos que considerar um sistema de comunicação visual que se baseia em signos que são usados para construir uma configuração enunciativa em que o usuário se sente inserido e representado no mundo virtual (BARRICELLI et al., 2016).

De qualquer forma, é preciso submeter tais processos de Design a diretrizes analíticas



que possibilitem mensuração perceptiva da Experiência do Usuário em um dado ambiente virtual, o que, logicamente, possa vir a encaminhar incrementos ao processo de desenvolvimento de um projeto. Nesse contexto, é fundamental a definição de uma estrutura Semiótica (Figura 1), isto é, um esquema analítico com finalidade avaliativa dos atributos envolvidos em um ambiente de RVi. Sobre a estrutura Semiótica se diz:

A estrutura pode ser representada como um espaço tridimensional, onde os três eixos representam o intervalo de variação da Estrutura (ou sintaxe), Modelo (ou semântica), e Interação (ou representação pragmática) dos aplicativos em questão. O eixo Estrutura é relativo ao nível sintático que varia de simbólico a altamente realista (melhor chamado de provável). Para identificar uma posição neste eixo, devemos considerar o nível de iconicidade e o nível de probabilidade da solução de Computação Gráfica adotada: o nível de iconicidade ajuda a localizar a posição, enquanto o nível de probabilidade sugere uma possível solução de Computação Gráfica para obter a iconicidade desejada (BARRICELLI et al., 2016).

A ideia central nesse esquema é – através da avaliação feita do modelo analítico - fazer com que um objeto em um ambiente virtual (como a imagem de uma rocha, por exemplo) represente e simule ao máximo a finalidade do objeto inserido no contexto do projeto.

Figura 1 – Estrutura semiótica desenvolvida para analisar objetos em RVi.

Fonte: Barricelli et al. (2016)

Ainda segundo os autores,

O framework aborda o design de comunicação em VR, enfatizando a importância de estarmos conscientes de quão crítico é um design adequado da forma como a comunicação é implementada. Ele representa uma ferramenta para avaliar os aplicativos de VR existentes e para apoiar os projetistas de sistemas de VR em seus processos de tomada de decisão. Para explorar os potenciais do framework, designers e desenvolvedores têm que selecionar o nível apropriado de detalhe e probabilidade na visualização, interação e modelagem, escolhendo os sistemas de estimulação sensorial apropriados, determinando as linguagens necessárias a serem propostas para o desempenho humano-comunicação em VR (BARRICELLI et al., 2016).

Este ponto que remete à exploração do framework da estrutura Semiótica por parte dos designers e desenvolvedores nos encaminha para o processo de validação dessa estrutura por meio de testes de usabilidade e de experiência do usuário. Os testes de usabilidade devem ser esmiuçados por aplicações, sendo combinados com teste de experiência do usuário de modo que, pelo cruzamento de dados dos resultados em um quadro de organização, se possa incrementar os ajustes em um sistema virtual pensado para uma finalidade dada (BARRICELLI; DE BONIS, 2017).

2.2 Mosis LAB

Nesta seção o pacote Mosis LAB será apresentado. Não serão aprofundados muitos detalhes do seu histórico, uma vez que outros trabalhos de pesquisa já o realizaram a exemplo de (ROSSA, 2020). Como coloca esse autor:

O Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab é um laboratório de pesquisa em X-Reality (Realidades mistas) e geoinformática que trabalha com uma equipe interdisciplinar no desenvolvimento de soluções tecnocientíficas. O trabalho principal desenvolvido pelo laboratório atualmente está relacionado com a indústria de óleo e gás, a partir de projetos de participação com a PETROBRAS. Estes projetos têm como objetivo auxiliar geólogos e engenheiros na captura, armazenamento e análise de dados associados à geologia do petróleo (ROSSA, 2020).

Esse é o quadro geral que define os principais projetos do laboratório. Este projeto de pesquisa se dirige ao Mosis LAB que é uma das aplicações do Mosis. O Mosis é um pacote de softwares desenvolvidos pelo Vizlab que tem como objetivo oferecer uma plataforma de gerenciamento, análise e consulta de dados geológicos em um formato descentralizado que se comunique com o usuário final a partir de uma interface clara e objetiva. As soluções de cada sistema foram criadas para atender diferentes demandas, que vão desde o armazenamento e gerenciamento de dados até interpretação, análise e interação deles, com o uso de tecnologias WEB, Desktop, Mobile e de Realidade Virtual Imersiva. O início do projeto em seu conjunto obteve seus primeiros resultados práticos sob o nome Mosis no ano de 2017. É desse ano os primeiros

esboços de prototipação e interfaces em ambiente 3D (GONZAGA et al., 2017). Na Figura 2 há uma breve apresentação dos softwares que compõem a suite Mosis e a interligação entre eles.

Dentro do período desses quatro anos o Mosis desenvolveu-se em aplicações específicas onde o Mosis LAB se constitui a partir do protótipo VROffice onde,

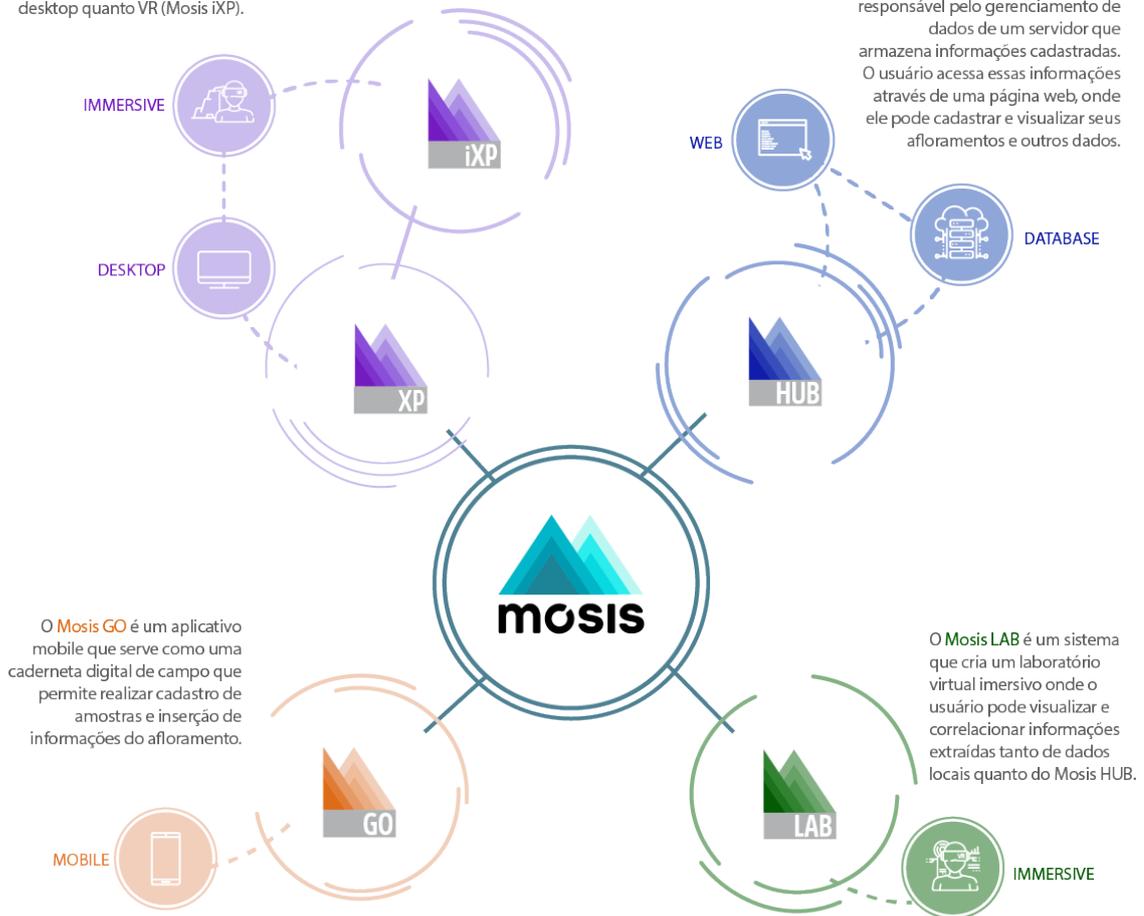
O VROffice foi o primeiro protótipo da solução Mosis LAB, composto pela visualização de arquivos em um ambiente tridimensional, onde o usuário tem a capacidade de interagir com arquivos de diferentes formatos, os quais podem ser adicionados ao sistema a partir de um Pacote de GDCs (Georeferenced Data Container) (ROSSA, 2020).

Além do nome que foi modificado, o sistema foi realçado em termos principalmente de arquitetura visando melhorar a experiência do usuário. É importante ressaltar que até 2019 o Mosis LAB não possuía uma equipe de designers específica para trabalhar sobre suas interfaces. A partir desse período foi criada a equipe Chiron dentro do Vizlab, responsável por pensar os aspectos de Design e Comunicação de todas as aplicações do Mosis e do Vizlab como um todo.

Figura 2 - Infográfico da suite Mosis.

O **Mosis XP** é responsável pela visualização, permitindo análise e interpretação de dados disponíveis no servidor (Mosis HUB), tanto em desktop quanto VR (Mosis iXP).

O **Mosis HUB** é o sistema responsável pelo gerenciamento de dados de um servidor que armazena informações cadastradas. O usuário acessa essas informações através de uma página web, onde ele pode cadastrar e visualizar seus afloramentos e outros dados.



Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

Desde então, a equipe do Vizlab especializada em Design e Comunicação, tem buscado por meio de pesquisa e contribuições práticas, desenvolver Design de UX e UI, semiótica e cognição. O período que se define desde 2019 até hoje representa de fato um lapso de tempo em termos de efetivação de pesquisas e implementação de melhorias nos sistemas nos quais nosso trabalho é inserido, em relação ao Design. Essa situação se descreve pelo fato desse intervalo de tempo ser relativamente curto e porque o desenvolvimento do sistema como um todo tem sido privilegiado em relação a aspectos relativos ao seu desenvolvimento funcional (os quais certamente são de igual relevância, porém o que se destaca é que as bases que desenvolvem do sistema necessitavam ser privilegiados em um primeiro momento para que aspectos ligados a forma pudessem ser melhorados).

Uma série de itens têm sido contemplados nas atividades desenvolvidas pela equipe Chiron aplicadas ao Mosis LAB, que abarca a experiência do usuário e a interação com sistemas RVi, entre outros conhecimentos pertinentes. Especificamente aplicaram-se metodologias

centradas no usuário que contemplam arquitetura da informação, pesquisa com o usuário, design de sistemas, entre outros tópicos.

Considerando, portanto, esse breve e sintético histórico, é importante deixar claro que a aplicação Mosis LAB já possui uma interface desenvolvida, pelo Vizlab. Tal interface, no entanto, pode e precisa ser aprimorada para a melhor experiência do usuário imerso no sistema RVi. É sobre esse campo em especial que se dirige esse projeto de pesquisa, onde busca-se, por meio do arranjo de autores ligados a pesquisa de semiótica e da área da percepção junto a RVi, compilar ferramentas conceituais que possibilitem avaliar e qualificar as interfaces no Mosis LAB.

2.2.1 As bases teóricas usadas para compilar o protótipo do Mosis LAB

Como mencionado anteriormente, o Mosis LAB já possui uma interface produzida pela sua equipe original de desenvolvedores e aprimorada pela Equipe Chiron, estruturada desde 2019 justamente para realçar as interfaces pensadas para melhoria da experiência do usuário. Vale ressaltar que o presente projeto de pesquisa visa tanto apresentar os referenciais já utilizados para produzir tais interfaces que o sistema apresenta, bem como reunir novos referenciais para realçá-lo ainda mais. Nesta seção apresentaremos os referenciais utilizados desde 2019, por tanto, anteriores a elaboração desse projeto de pesquisa de mestrado.

Os trabalhos que serviram de base para as interfaces já produzidas se dirigem a dois campos do Design, a saber: Interface do Usuário e Ergodesign. Analisaremos cada um desses campos e mencionaremos os principais autores empregados como referenciais para os subitens deles derivados.

Quanto a Interface do Usuário, ela foi desenvolvida a partir da literatura definida por mais de uma dezena de artigos de relevância internacional na área de pesquisa da Interface para Usuário para RVi, direcionados aos seguintes subitens:

- Espaço e percepção;
- Cor e iluminação;
- Campo de visão;
- Leiaute;
- Conforto visual e efeitos para a saúde.

No que se refere ao subitem espaço e percepção este trabalho voltou-se mais diretamente ao aprimoramento dos aspectos de visibilidade, acessibilidade e organização onde tais aspectos associam-se para gerar conforto ao usuário em ambientes virtuais. Por exemplo, alta visibilidade faz o usuário sentir-se mais à vontade dentro do ambiente RVi, já organização espacial facilita sua performance no que se refere a tomada de decisões (USMAN et al., 2017). Colaboraram também as definições de Wilcox et al. (2006) quanto ao encaminhamento de objetos no ambiente RVi.

O subitem cor e iluminação é sintetizado basicamente pelas contribuições de Saleeb e Dafoulas (2010) na qual pesquisas de percepção indicam que cores ligadas ao tom do azul proporcionam maior bem-estar da perspectiva da UX. Quanto à iluminação, utilizamos principalmente as referências de Mania (2001), que colocam que o realismo na iluminação é o principal aspecto a ser considerado no desenvolvimento de ambientes que visam proporcionar bem-estar ao usuário em ambientes virtuais.

Quanto ao campo de visão, dois aspectos são importantes de serem desenvolvidos quanto a interface. Um se refere aos sistemas RVi onde o input de informações se dá pela cabeça como é o caso do Mosis LAB. Nesse tipo de sistema, que emprega óculos de RVi, é muito importante realizar uma calibração adequada ao campo de visão do usuário ajustada a sua mirada dentro do sistema (SHIN et al., 2020). Já no que se refere a relação entre tamanho de um objeto e sua distância do usuário, foram importantes as contribuições de Zhou et al. (2020).

Já o subitem leiaute contempla uma reunião de subitens anteriores como cor e iluminação (JERALD, 2016), de modo que as cores, por exemplo, sejam usadas em um ambiente para ativar certas emoções como o azul que tende a exaltar bem-estar e calma (razão pela qual a cor da sala do Mosis LAB foi definida como azul claro). Já em Alger (2015), obteve-se definições adequadas sobre a melhor inserção de textos dentro do ambiente como um todo. Por fim, Smallman e John (2005), sugere que ícones estilizados, simplificados, são melhor assimilados pelo usuário do que se esses são projetados apresentando formas realistas.

O último subitem derivado com campo Interface do Usuário se refere ao conforto e seus desdobramentos para a saúde do usuário dentro do sistema RVi. Quanto a esse aspecto foram considerados os diretrizes gerais aplicadas para evitar o desconforto do usuário dentro do sistema (JERALD, 2016), tais como evitar interações repetitivas dentro do sistema, projetar interfaces nas quais o usuário conserve boa postura de corpo e mãos tudo com fins de evitar o mal estar e problema à saúde do usuário.

Com relação ao Ergodesign considerou-se principalmente três itens, a saber (a) linha, equilíbrio e proporção; (b) simulação e aspectos arquitetônicos e (c) cores. Vale ressaltar que

tais itens derivam do campo do Design de Interiores e Ergonomia aplicada ao Design. Tais contribuições foram encaminhadas sem prejuízo para a pesquisa aplicada a RVi. Para os itens relativos às formas – linha, equilíbrio e proporção -, foi empregada a recomendação de que sugere a construção de ambientes com linhas alongadas, verticais, para gerar a sensação de espaço ampliado (GURGEL, 2020). Já no que se refere a simulação e aspectos arquitetônicos, considerou-se os mesmos aspectos de luz e forma para do projeto de Design de Interiores em sentido geral, no caso aplicados a uma sala em ambiente RVi. Em relação a cor, de acordo com Gurgel (2020), esta tem um papel fundamental pois estrutura aspectos dentro e fora de um ambiente, altera e retifica sensações e sentimentos por parte do usuário. Dessa forma, Panero e Zelnik (2008) se referem à Ergonomia e obteve-se referenciais de antropometria, isto é, medidas de proporção que relacionam representações do corpo humano com objetos de ofício, que no caso é direcionado ao ambiente RVi.

Por fim, vale frisar que de um modo geral tais artigos derivam de pesquisas que se associam a aspectos técnicos perceptivos relativos aos sentidos, sobretudo, visuais do usuário. Nessa proposta de diretrizes de análise da interface do Mosis LAB, que tem por base a pesquisa de Fröjdman (2016), pretende-se empregar dez diretrizes de análise de interfaces direcionadas a RVi onde oito dessas diretrizes conjugam-se aos aqui apresentados nessa seção – isto é, ligados a aspecto perceptivo-sensoriais -, e dois possuem natureza mais subjetiva o que nos permite utilizar aportes da Semiótica da RVi para desenvolver nossa proposta de pesquisa.

2.2.2 As diretrizes de análise com base na semiótica para o Mosis LAB

Apresentamos nessa seção as dez diretrizes definidas por Fröjdman (2016) para analisar interfaces de RVi, as quais pretende-se adotar na presente pesquisa para aplicarmos nas interfaces produzidas junto ao Mosis LAB. Vale ressaltar que na seção 2.2.1 apresentamos itens e autores que foram utilizados para embasar diretrizes que qualificam as interfaces produzidas no protótipo do Mosis LAB atualmente. Foi definido em tal seção que as diretrizes de Interface do Usuário e de Ergodesing se pautavam por pesquisas ligadas basicamente a aspectos perceptivos sensoriais. Das dez diretrizes apresentados a seguir, oito ligam-se a tais aspectos, já dois nos remetem a abordagens mais subjetivas da experiência do usuário. Para tais aspectos busca-se utilizar autores ligados ao campo da Semiótica em RVi para embasar esta análise.

Eis as dez diretrizes de análise segundo Fröjdman (2016):

- Pesquisas de UX justificam que se deve evitar muitos movimentos nos ambientes RVi;

- O nível de escolha do usuário no sistema deve demandar o menor esforço possível;
- Projetar de acordo com o hardware disponível;
- A distância entre o usuário e os objetos no sistema deve ser calibrada considerando seu conforto visual;
- Deve-se utilizar um cursor de cabeça para esse tipo de sistema RVi;
- O alcance visual horizontal dentro do sistema RVi deve ser modulado, visando conforto do usuário;
- Deve-se evitar movimentos rápidos, bem como deve evitar-se pular frames visando, sempre, o conforto do usuário.
- Deve-se facilitar as técnicas de interação, evitando-se certas configurações de objetos.

Consideramos que as diretrizes acima definidas já foram contempladas pelos trabalhos desenvolvidos pela equipe de Design do Vizlab, explicitados na seção 2.2.1 desta proposta de pesquisa e melhor descritos no capítulo de Resultados Preliminares, de modo que as duas diretrizes restantes são o foco principal dessa pesquisa que definem por aspectos de caráter mais subjetivo, a saber:

- Os ambientes RVi criam uma interação mágica;
- A RVi demanda recursos para indicar objetos de modo que para isso se constituem ícones e outros objetos representacionais.

A seguir desenvolve-se em maior detalhe o que se pensa em cada uma das duas últimas diretrizes, bem como se apresentam os autores que credenciam tais diretrizes. Tais autores são oriundos tanto da pesquisa desenvolvida por Fröjdman (2016), como apontados anteriormente considerando sua pertinência com o item de análise e sua relação com a teoria semiótica que aqui se objetiva agregar como contribuição teórica.

Considerando o primeiro critério, os ambientes RVi criam uma interação mágica. Vale destacar que tais ambientes permitem um tipo de presença diferenciada, na qual ao sujeito é permitido desenvolver ações que fora dos ambientes virtuais lhe seria impossível realizar de modo facilitado. Por exemplo, em certos jogos virtuais, um personagem pode voar, coisa que fora de tais ambientes só lhe é permitido efetuar tendo o suporte de objetos tais como veículos, a saber um avião, um helicóptero, isso sem mencionar todos os atributos e protocolos que a realidade normalmente exige para que se possa efetivamente voar mediante o uso de tais veículos (aulas de voo, horas de voo e respectivas licenças para tanto). Parte-se por meio de

exemplos situados em formas de realidade bastante diferentes, do jogo de videogame onde o personagem simplesmente voar quando quer, e do piloto de avião da nossa realidade convencional que foi preparado, a partir de experiências concretas, para voar sob certas circunstâncias com a ajuda de veículos. Essas situações nos encaminham para definições mais precisas sobre a própria ideia de realidade, do que seja o virtual e sobre o que se entende por ambiente.

Por realidade, entende-se o conjunto de formas que pode ser considerado dentro do alcance do contínuo de virtualidade do ambiente real aos ambientes virtuais (JERALD, 2016). Essa conceituação nos leva, portanto, ao conceito de ambiente. O ambiente para Jerald (2016) varia, portanto, de real a virtual, onde o primeiro é aquele no qual vivemos, já os ambientes virtuais são criados sem capturar qualquer conteúdo do mundo real de modo a fazer o usuário se sentir como se ele estivesse presente em outro mundo, esquecendo temporariamente o mundo real. O Virtual também se refere a um conjunto de formas/ambientes. Nesse sentido há níveis de virtualidade e de ambientes virtuais. É muito importante pontuar aqui a diferença entre Realidade aumentada e Virtualidade aumentada. Ainda segundo Jerald (2016), a primeira se refere a adição de “pistas dentro do mundo existente, nas quais idealmente a mente humana não é capaz de distinguir entre um estímulo gerado por computador e um estímulo gerado pelo mundo real” (JERARD, 2016, p. 29). Um óculos com suporte computadorizado, cujas lentes permitem visualizar a realidade convencional e adiciona a essa realidade, a partir de um banco de dados, informações inscritas na lente, como o nome das ruas ao passarmos por elas - é um exemplo desse tipo de realidade aumentada. Já virtualidade aumentada se refere a captura de conteúdo do mundo real inseridos na RVi (JERALD, 2016).

Já o critério que define os meios para indicar os objetos no sistema, por meio de ícones e outros objetos representacionais, é onde a semiótica pode ser melhor aplicada. Para que um ícone seja reconhecido e a ele seja associada uma determinada função é preciso que os diferentes usuários sejam capazes de reconhecer signos de modo que suas identidades não tranquem a capacidade de reconhecimento universal desse ícone. Essa marca demanda o encadeamento de diversas linguagens para produção de sentidos, o que é objeto da semiótica. Nesse item utiliza-se o referencial de Barricelli et al. (2016) que definiu um diagrama conceitual capaz de medir a qualidade simbólica e funcional dos ícones e demais objetos de representação aplicados a RVi.

3 DESENHO METODOLÓGICO

Como uma síntese do desenho metodológico que se pretende desenvolver, aponta-se que a partir da seleção de dois itens de carácter perceptivo-subjetivo do usuário do guia elaborado

por Fröjdman (2016) para desenvolvimento de interfaces em RVi, como detalhado no tópico 2.2.2 desta proposta de pesquisa, se buscará analisar elementos da UI do Mosis LAB com base na semiótica, fazendo um recorte para o modelo apresentado por Barricelli e De Bonis (2017).

Entre os elementos analisados estão o pacote de UI, a visualização de modelos 3D e o ambiente imersivo utilizado durante a experiência. Na Figura 3 pode-se observar um resumo metodológico da pesquisa que se pretende realizar, expondo a relação dos objetivos com os instrumentos utilizados e a respectiva estratégia de análise.

Figura 3 – Resumo metodológico da pesquisa que se pretende desenvolver.

RESUMO METODOLÓGICO		
Objetivo Geral:		
Realizar uma análise baseada em estudos prévios sobre percepção do usuário e semiótica através de simulações em RVi junto ao protótipo do software Mosis LAB.		
Objetivos Específicos:		
	Instrumentos:	Estratégia:
1 – Propagar o embasamento teórico que guiou as escolhas da UI do Mosis LAB;	1 - RVi	1 - Estudo teórico-prático
2 – Definir um modelo de estudo para avaliação semiótica da UI através de simulações em RVi;	2 - RVi	2 - Estudo teórico-prático
3 – Empregar a semiótica como um instrumento que possibilite uma análise aplicada em RVi, a fim de aperfeiçoar a UX, tornando ela mais eficiente e contribuindo para a diminuição de desconforto e cansaço visual.	3 - Protótipo de estudo simulado em RVi	3 - Análise semiótica

Fonte: A autora.

Como apresentado na figura acima, a primeira etapa que busca contemplar os objetivos específicos desta pesquisa é projetar uma interface do usuário para o Mosis LAB. Para isso, foi necessária uma estratégia teórico-prática de desenvolvimento com base em Design Centrado no Usuário, também conhecido em inglês como User Centered Design (UCD), onde o usuário faz parte da solução de software. O UCD permite o estudo do usuário final quanto às suas

perspectivas de usabilidade, ambiente, acessibilidade, entre outras perspectivas, que contribuem para identificar os requisitos que podem aumentar a aceitabilidade do aplicativo (LIMA FONTOURO, BONIFÁCIO, 2012). Na Figura 4 há um esquema apresentado pela International Organization for Standardization (STANDARDIZATION, 1999), onde é possível visualizar as etapas e interconexões entre elas durante o processo de desenvolvimento de uma metodologia de projeto centrada no usuário, a qual foi aplicada ao desenvolvimento da UI do Mosis LAB.

Figura 4 – Método de Design Centrado no Usuário



Fonte: Adaptado de Standardization (1999)

O próximo estágio da pesquisa é definir um modelo sintético que torne possível uma avaliação de UI a partir de duas das diretrizes selecionadas que foram utilizados por Fröjdman (2016) para analisar interfaces de RVi com base no modelo semiótico desenvolvido por Barricelli et al. (2016). Para isso, será necessário desenvolver um modelo de estudos utilizando a interface RVi como instrumento. O desenvolvimento desta etapa também consiste em um processo teórico-prático, onde é necessário aliar pesquisa teórica sobre o assunto com a aplicação dos resultados. Concluído o modelo de estudos, parte-se para a análise semiótica que se pretende desenvolver nesta pesquisa. Almeja-se com o desenvolvimento do protótipo de estudos, mencionado no parágrafo anterior, auxiliar o processo de análise. Para esta etapa será necessário subdividir o processo de obtenção de resultados e percurso do processo.

Uma vez que já é sabido que a análise será feita utilizando o Mosis LAB, o primeiro passo será analisar o seu pacote de UI. Com uma seleção prévia dos elementos que compõem esse pacote, pretende-se elencar componentes como displays, ícones e botões.

A análise semiótica da visualização de modelos 3D faz parte do segundo passo dessa etapa da pesquisa. Neste ponto propõe-se inspecionar elementos como afloramentos, amostras geológicas, bem como experiência em vídeos e fotos 3D. O ambiente imersivo utilizado durante a experiência, também identificado por sala ou laboratório de estudos, ou seja, o espaço virtual onde o usuário interage com a interface pertence ao terceiro passo da análise semiótica relacionada a RVi. De forma condensada, o processo analítico da pesquisa busca alinhar cada objetivo com um instrumento e uma estratégia para alcançá-los, para então obter resultados coerentes com a proposta deste estudo originando conclusões consistentes (Fig. 5).

Figura 5 – Resumo do processo analítico da pesquisa.



Fonte: A autora.

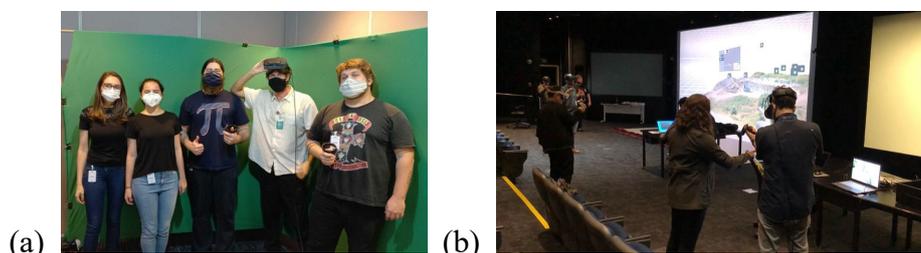
Com a suite completa e funcional, o Mosis LAB em seu estado atual está preparado para armazenar um vasto e diversificado arsenal de dados, os quais podem ser acessados e manipulados por meio da interface. Ainda na fase de desenvolvimento, o Mosis LAB já vinha sendo populado com informações que também serviram para testes e validações de ferramentas implementadas.

No que tange o uso do Mosis, embora o sistema tenha sido validado de forma integral, adaptações ainda estão sendo realizadas, com base em solicitações e sugestões dos usuários que estão utilizando a suite atualmente.

Em relação aos testes, estes foram realizados e envolveram participantes integrantes do Vizlab e funcionários da Petrobras através de demonstrações realizadas no CENPES - Petrobras³(Figura 6). Os testes foram divididos em duas baterias: testes de funcionalidade e testes de usabilidade, nos quais se buscou compilar os dados capturados em formulários de acompanhamento dos testes realizados por seus aplicadores e avaliadores.

³ Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello

Figura 6 – (a) Registro da equipe presente na demonstração do Mosis no CENPES em 2021;
(b) Registro feito durante a demonstração do Mosis no CENPES em 2022.



Fonte: A autora.

Para os testes de funcionalidade averiguou-se o funcionamento de três *features* principais que foram convertidas em macro tarefas: 1 - Utilizar o menu de configuração; 2 - Interagir e visualizar dados de pacotes de afloramentos; 3 - Utilizar o menu do pulso. Ao passo que para os testes de usabilidade foram explorados conceitos acerca de navegação e comunicação com o usuário (NEIL, 2014), assim como eficiência, aprendizagem, satisfação, erros e memorabilidade (NIELSEN; MADSEN, 2012). Além dessas ferramentas de validação do software com o usuário, estes também responderam aos questionários: *SUS - System Usability Scale* (BROOKE, 1986) e *TAM - Technology Acceptance Model questionnaire* (WALLACE; SHE- ETZ, 2014). Até o término do projeto, seguindo o fluxo *SDLC - Software Development Life Cycle* (MURCH, 2012), ajustes e adaptações serão realizados a fim de culminar na implantação do produto final.

4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aplicação da UI do Mosis LAB

Nesta seção será apresentado como resultado do processo de elaboração primária do Mosis LAB, a qual será descrita a seguir. Será apresentado aspectos de um protótipo do software que consistem em uma sala virtual na qual é inserida a interface de acesso do usuário. A estrutura de construção da interface do protótipo considerou a função, a necessidade dos usuários e a aplicação dos elementos que compõem o layout (GURGEL, 2020). Também se reforça o fato de que, como em todo projeto, é necessário dividi-lo em partes menores para o seu desenvolvimento, respeitando as particularidades e necessidades de cada uma (MUNARI; DE VASCONCELOS, 1981). Sendo assim, foram elencados alguns componentes que nortearam o desenvolvimento do ambiente, os quais juntos atingem harmonicamente e coerentemente os objetivos propostos, que se descreviam por: Iluminação; Componentes arquitetônicos; Cores; Equipamentos e objetos relevantes.

Para o elemento iluminação em ambientes virtuais considerou-se Mania Mania (2001), a qual traz resultados relevantes que contribuíram para o desenvolvimento do projeto realizado aqui. Mania (2001) aborda o tema de conexões entre impressões de iluminação em ambientes reais e virtuais, onde os resultados desses estudos apontam que simulando com precisão a iluminação do mundo real em um espaço sintético as respostas subjetivas à iluminação não terão variações em relação ao conforto.

Há outro estudo sobre a influência das impressões subjetivas de um espaço em relação ao brilho em ambientes de realidade virtual. Esta pesquisa aponta que embora não seja possível controlar diretamente as impressões perceptivas de pessoas em um espaço, pode-se usar um modelo para investigar como a satisfação delas com o brilho e realizar mudanças de acordo com o que for mais satisfatório (OMIDFAR SAWYER; CHAMILOTHORI, 2019).

Com base, portanto, nos argumentos de Mania Mania (2001) e Omidfar Sawyer e Chamilothoni (2019) optou-se por reproduzir a iluminação que simula a iluminação no mundo real, priorizando a luz solar, fazendo inserção de janelas grandes e ocupando grande parte da área de duas paredes próximas. Para a iluminação sintética interna foram simuladas lâmpadas incandescentes para que o usuário se sinta acolhido pelo ambiente, além de reproduzir melhor as cores (GURGEL, 2020).

A superfície do piso foi personalizada de acordo com cada área de interesse dentro do cenário, sendo elas a “estação interativa”, o “quadro de anotações” e o “canto para

descontração”. O ambiente desenvolvido para o Mosis LAB possui um piso monocromático em toda a sua superfície, auxiliando na sensação de ampliação do espaço (GURGEL, 2020) e redução de distrações visuais durante a experiência imersiva. Para o ponto de interesse “estação interativa” se pensou em uma leve sobreposição de tom a fim de sinalizar que aquele espaço centraliza a maior parte das tarefas executáveis no ambiente. Para o espaço “canto para descontração” o piso foi parcialmente coberto por um tapete, tornando essa área mais aconchegante de acordo com o sustentado em Gurgel (2020).

Assim como o piso, as paredes também são monocromáticas, preenchidas por janelas, uma estante, uma porta e encobertas por plantas. A cor utilizada nas paredes é diferente da utilizada no piso, pois assim há um contraste cromático entre os espaços, servindo como referência dos limites da sala e do espaço disponível para interação com os equipamentos. No teto, que também possui grande relevância na percepção do espaço, se optou pela aplicação de um tom mais claro, a fim de reduzir a sensação de claustrofobia e ampliar a sensação de luminosidade do ambiente.

Para que fosse coerente com o conceito estipulado para esse projeto, se optou-se pela ausência de texturas, tal escolha ajuda a compor a identidade do ambiente, e reduz julgamentos de gostos pessoais de cada usuário ao realizar comparações com o mundo real, fazendo com que o foco da experiência decline.

Para a definição das cores aplicadas no ambiente desenvolvido para o Mosis LAB foi necessário sustentar algumas premissas, como as cores da identidade visual já definida no Guia de Estilos (Fig. 7), as atividades que serão realizadas na sala, a coerência e harmonia de cada área de interesse e a sensação que se pretende transmitir através das cores. Com base nisso, as cores definidas foram divididas em três categorias:

- *Base Colors* – cores que servem como base ou complementam as cores primárias quando as mesmas não podem ser empregadas;
- *Primary Colors* – cores institucionais que fazem parte da identidade visual;
- *Secondary Colors* – cores que não fazem parte da paleta institucional, mas são necessárias para aplicação de alertas.

Para o projeto da sala do Mosis LAB distribuimos as *Base Colors* nos componentes arquitetônicos para que as *Primary Colors* fossem aplicadas nos equipamentos relevantes que serão descritos na próxima sessão. Além das *Base Colors* inserimos um matiz azul de baixa intensidade para imprimir maior conforto, pois estudos indicam que esse tom transmite

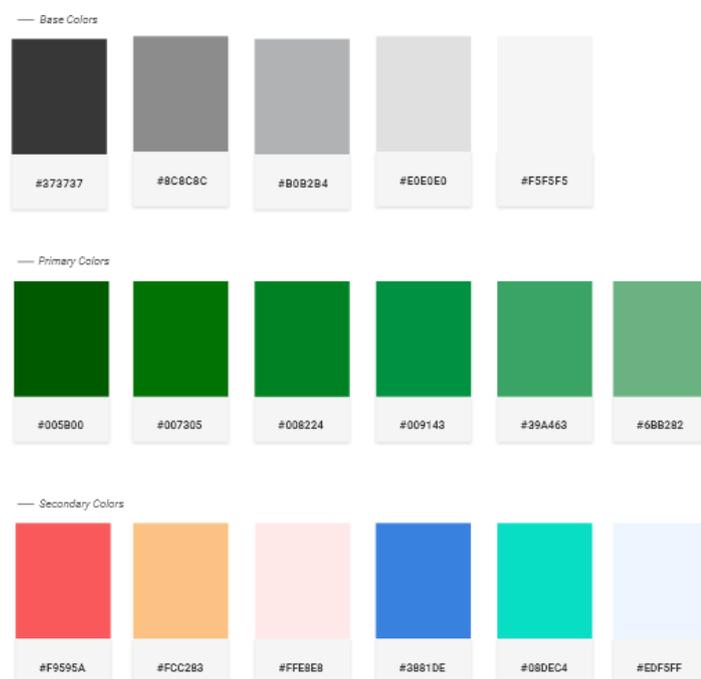
emoções positivas expressam conforto e atenção para espaços de aprendizagem em ambiente 3D (SALEEB; DAFOULAS, 2010).

Com a paleta cromática definida, se buscou um sistema que auxilie o usuário a compreender a organização do espaço, onde a distribuição das cores tenha o sentido de hierarquizar a informação ambiental.

Referente à próxima etapa que compõe a UI do Mosis LAB, tem-se as áreas de interesse e os equipamentos. Para que as áreas de interesse fossem definidas, foi preciso sintetizar quais atividades que serão realizadas no ambiente:

- Interagir com diferentes tipos de arquivos relacionados à um determinado tema de estudo;
- Realizar anotações temporárias em um suporte plano;
- Explorar um espaço intitulado como “espaço de descanso” para alternar a experiência de interação com conteúdo técnico.

Figura 7 – Paleta de cores de acordo com o Guia de Estilos do Mosis LAB.



Fonte: A autora.

Como citado anteriormente, as três áreas de interesse da sala foram identificadas como “estação interativa” (A1), “quadro de anotações” (A2) e “canto para descontração” (A3). São essas áreas que vão nortear o posicionamento de cada equipamento e circulação do usuário.

A principal área de interesse é A1, pois é nela que se concentra a maior parte das tarefas que serão realizadas e foi composta pelos equipamentos: Tela GDC; Mesa de controle; Mapa; Tela do Mapa e Visualizadores (amostra 3D, texto, imagem, vídeo e áudio). Para o espaço A2, o principal equipamento é o quadro, ao passo que para A3 os equipamentos principais elencados foram um tabuleiro de xadrez e duas poltronas.

A partir do mapeamento das funções e ações necessárias e do Guia de Estilos se desenvolveu um layout que harmoniza diretrizes oriundas de resultados de pesquisas anteriores com a proposta de experiência do Mosis LAB.

Para adequar a tipografia definida no Guia de Estilos à interface RVi, os estudos de Shin et al. (2020) deram suporte em relação aos tamanhos necessários, o que fez com que a altura do caractere tivesse 2,5cm, o que permite uma boa legibilidade da distância que será visualizada. Na Figura 8 apresenta-se uma amostra do resultado do layout, onde na base se encontram os botões primários e na parte superior aparece uma prévia do item acionado. Abaixo da prévia há um contador que auxilia o usuário na percepção do número de arquivos disponíveis e identificar qual está sendo visualizado no momento, facilitando a busca.

Figura 8 – Simulação 2D de layout para a tela exploratória de arquivos disponíveis no GDC.



Fonte: A autora.

Denominam-se equipamentos os elementos que permitirão maior interação do usuário com a proposta da experiência imersiva do Mosis LAB, portanto, a importância desses equipamentos está na realização de atividades necessárias na sala. Para isso, foram desenvolvidos visualizadores para modelos 3D, texto, imagens, vídeos e áudios (Fig. 9). Uma vez que os visualizadores estarão subordinados às ações realizadas das Telas GDC, estes seguem a mesma configuração e diretrizes de dimensionamento para uma melhor visualização dos dados. Para todos os visualizadores se priorizou apresentar o que foi julgado essencial para a experiência.

Figura 9 – Simulação 2D de layout para o visualizador de áudio.

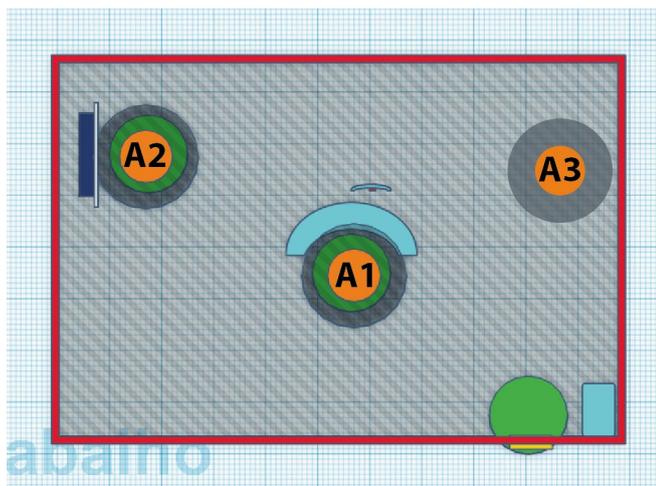


Fonte: A autora.

Após os levantamentos de dados necessários para desenvolver uma sala em ambiente virtual, como definição de cada etapa, áreas de interesse, equipamentos, estudos de antropometria, ergonomia e acessibilidade, foi iniciado o processo de prototipação do layout da sala. Esse processo de desenvolvimento foi dividido em dois níveis de refinamento: construção de cenário para estudos espaciais e modelagem/protótipo.

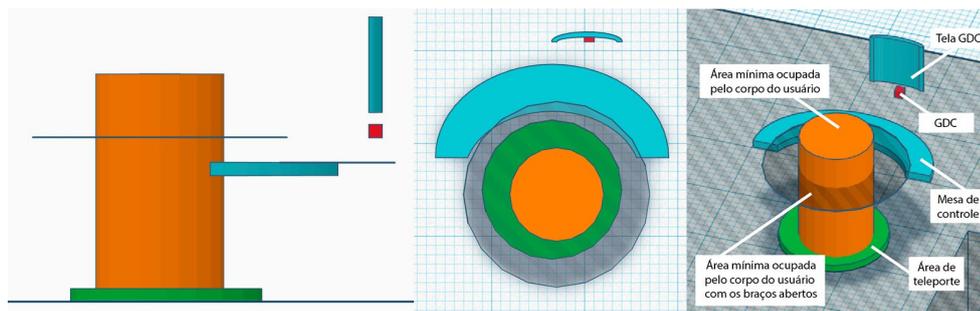
Para a etapa de construção de cenário para estudos espaciais, o primeiro modelo foi construído com a ajuda do aplicativo Tinkercad. O processo foi iniciado pela delimitação do espaço da sala, posteriormente o tamanho mínimo necessário ocupado pelo usuário e em seguida o posicionamento dos equipamentos (Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12 e Fig. 13).

Figura 10 – Planta baixa com apontamento do posicionamento das áreas de interesse.



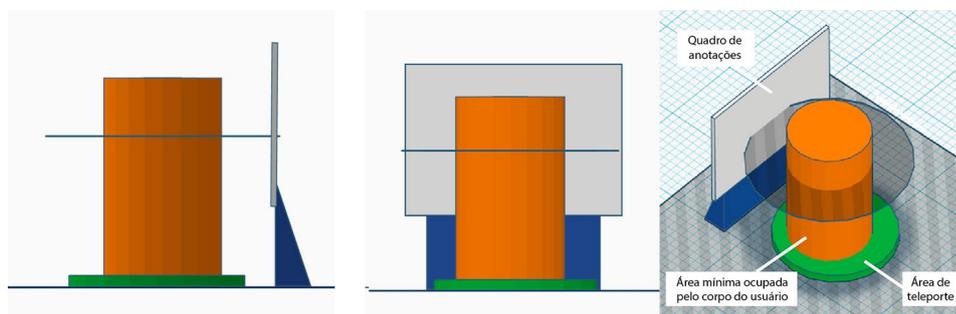
Fonte: A autora.

Figura 11 – Vistas (lateral, superior e ortogonal) da área de interesse A1, com identificação do que representa cada objeto.



Fonte: A autora.

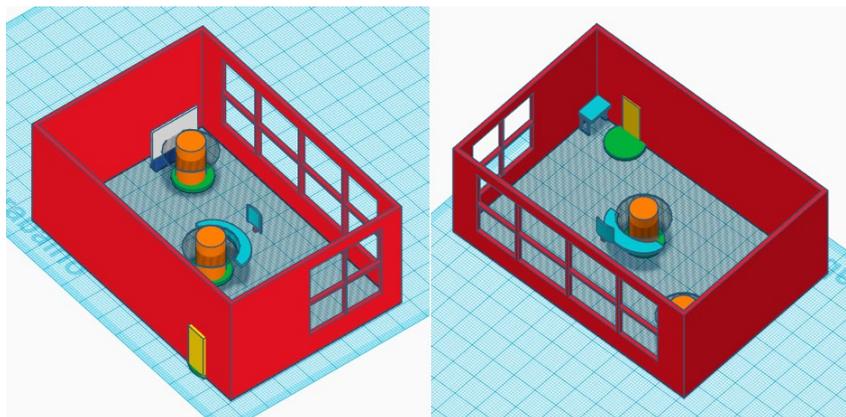
Figura 12 – Vistas (lateral, frontal e ortogonal) da área de interesse A2, com identificação do que representa cada objeto.



Fonte: A autora.

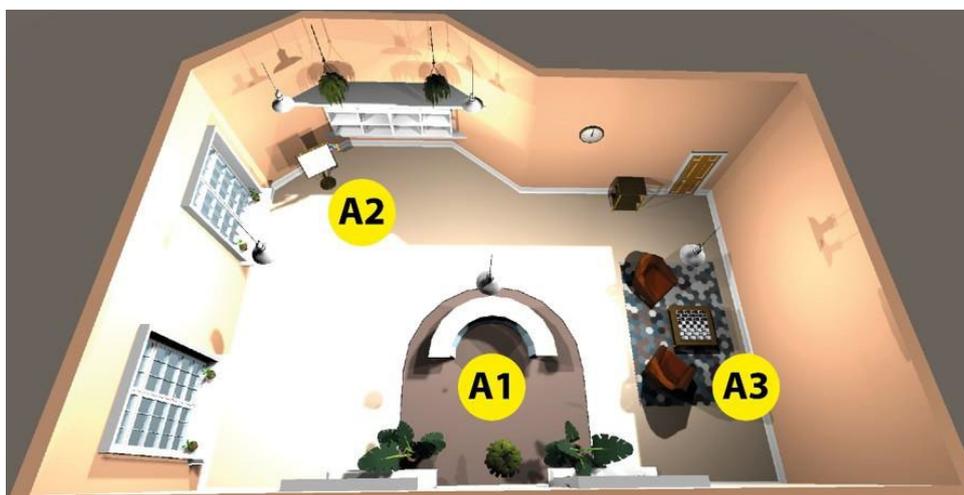
A segunda etapa do processo de prototipação, elencadas anteriormente como modelagem/protótipo do ambiente do Mosis LAB, envolveu maior preocupação com a modelagem, onde os componentes arquitetônicos foram refinados e o posicionamento da área de interesse A3 delimitada, assim como os acessórios e equipamentos. Na Figura 15 há uma captura de tela do ambiente do Mosis LAB descrito até aqui desenvolvido com auxílio da equipe do Vizlab.

Figura 13 – Vistas ortogonais externas da sala que mostram o posicionamento das janelas e porta.



Fonte: A autora.

Figura 14 – Vista superior em perspectiva da sala durante a segunda etapa de desenvolvimento do protótipo, onde são sinalizadas as áreas de interesse.



Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

4.2 Avaliação geral do protótipo 2 baseado na Semiótica de Barricelli et al. (2016)

O protótipo descrito na seção anterior, após análise dos próprios artigos de referência mencionados, foi editado em aspectos como cores do ambiente e artefatos de interação da sala virtual. Estruturalmente a sala e os elementos da interface do usuário permaneceram conforme a descrição da seção anterior.

Este segundo protótipo foi objeto de avaliação por parte de usuários. Como descrito na metodologia um grupo de usuários definidos por onze pessoas ligadas ao Vizlab, sendo eles usuários que contemplam três perfis de público do Mosis LAB, primário, secundário e terciário, realizaram um teste com tarefas guiadas, bem como responderam um questionário posteriormente.

Considera-se primeiramente os testes aplicados. Os resultados são oriundos de capturas de telas e gravações de áudio dos usuários. Os dados foram compilados e categorizados tanto das telas, áudios dos usuários como dos questionários.

Retomando brevemente o referencial de Barricelli et al. (2016), estes autores definiram um esquema para interpretação de interfaces para ambientes de Realidade Virtual – definido por eles como modelo de avaliação de interfaces. Originalmente o esquema possui seis polos em três eixos que definem critérios para uma dada interface. No escopo do presente estudo eliminou-se um eixo pois foi considerado muitos similares alguns polos e critérios utilizados por tais autores. Assim, os dados a seguir serão considerados por este modelo semiótico ponderado por dois eixos, a saber do eixo que vai das avaliações que podem ir do concreto ao abstrato e do segundo eixo que vai do técnico ao artístico.

Com base na observação das capturas de tela, gravações de áudio e respostas do questionário foram identificadas vinte e oito observações relacionadas às dificuldades e sugestões quanto ao uso do Mosis LAB, as quais foram distribuídas nos quatro eixos do modelo de Barricelli et al. (2016). Algumas dessas observações podem ter natureza que se situe entre os dois pólos, porém foi dado direcionamento a característica da observação para um polo específico para fins de operacionalidade dos resultados.

O polo que vai do concreto ao abstrato envolve segundo a aplicação aqui desenvolvida problemas mais ligados aos instrumentos e dispositivos – óculos RV, controles e computadores – indo a um pólo oposto mais ligado a dificuldades de compreensão dos itens da interface para o uso estipulado.

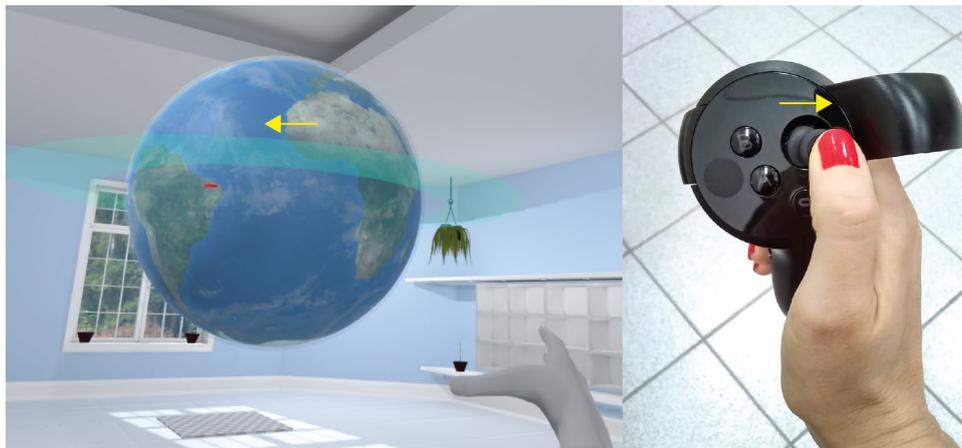
Iniciando pelo polo concreto, identificamos três observações de dificuldades:

- Problemas no uso do controle das mãos naquilo que concerne a instrumentos dentro do ambiente virtual como o raio;
- Há também dificuldades de deslocamento dentro do ambiente virtual utilizando-se os controles;
- Além disso, observou-se discordância no giro efetuado pelo usuário no botão do controle físico para movimentar o globo presente na sala e o sentido do deslocamento do objeto no ambiente virtual (Figura 15).

O polo oposto dentro do mesmo eixo é o que define aspectos de abstração/compreensão. No contexto das dificuldades foram definidas cinco observações nesse polo. Aqui analisaremos uma a uma em maior detalhe, pois as observações envolvem análises das problemáticas envolvidas no uso.

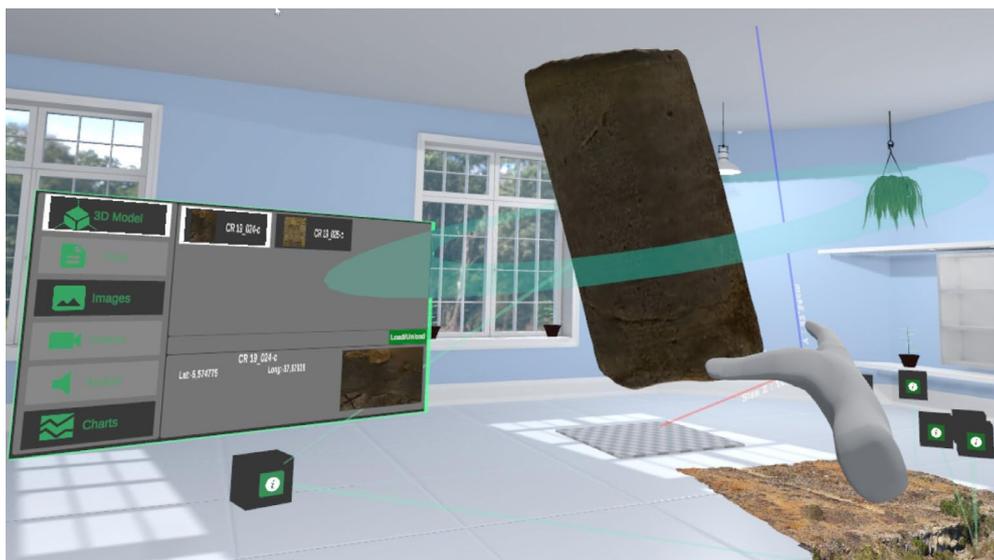
O primeiro problema que envolve abstração se refere ao ato de fechar arquivos de modelos tridimensionais. Há uma dificuldade envolvendo esse ato aparentemente simples. É preciso compreender os aspectos que definem essa dificuldade. Pela observação dos usuários ficou nítido que sua dificuldade se referia ao fato de que para fechar o modelo tridimensional era necessário fazê-lo dentro do painel e não em um botão, o qual é atualmente inexistente no sistema, presente junto ao próprio arquivo aberto em 3d. Se essa funcionalidade se fizesse presente, tornaria mais prático e funcional o acesso dessas informações para o usuário, promovendo a usabilidade (Figura 16).

Figura 15 – Globo e movimento do controle não se correspondem.



Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

Figura 16 – Há dificuldades para fechar os modelos tridimensionais.



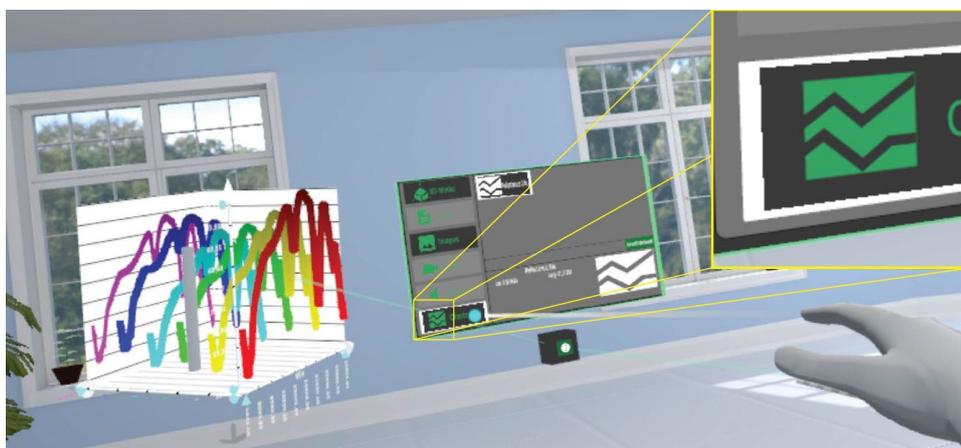
Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

Há dificuldade igualmente para interpretar o ícone que dá acesso a visualização de gráficos. Trata-se de um problema no qual o símbolo não comunica adequadamente o sentido dos conteúdos para os quais ele deve representar (Figura 17).

Há problemas também quanto ao fechamento do menu de configurações. Isso ocorre pois não há um botão de fechamento no ambiente virtual da tela de configurações. O fechamento acontece a partir do acionamento do botão físico do controle. Da perspectiva dos usuários seria melhor que esse fechamento acontecesse com um botão virtual no ambiente do menu (Figura 18).

As dificuldades observadas a seguir se referem aos comandos de teleporte ou troca de ambientes. O primeiro problema se refere ao mapa do pacote de dados. O usuário complica-se ao buscar o sinal gráfico que indique para ele um ponto de teleporte que o leve para dentro de uma imagem panorâmica (Figura 19).

Figura 17 – Dificuldade para interpretar o ícone que dá acesso a visualização de gráficos.



Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

Figura 18 – Dificuldade para fechar o menu de configurações.



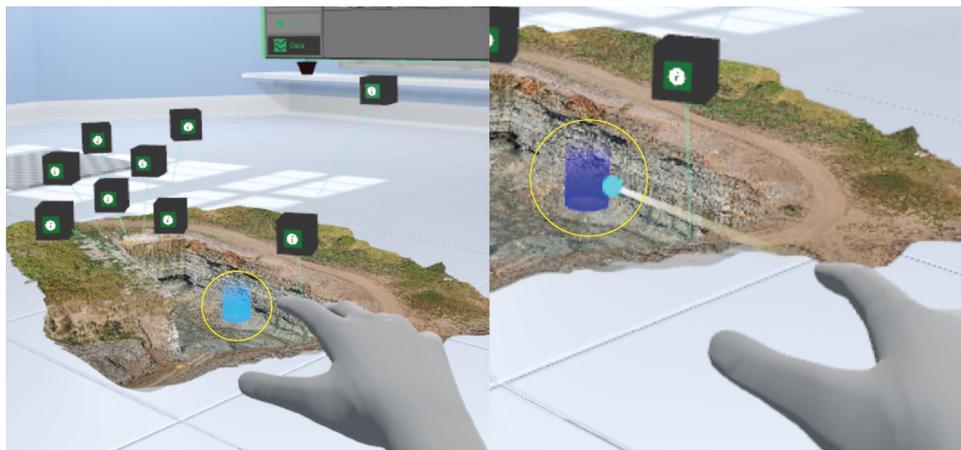
Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

O outro problema relacionado ao teleporte encontra-se dentro da sala. O padrão quadriculado no chão não se comunica adequadamente ao usuário para indicar-lhe que aí existe um ponto de teleporte para outro ponto da sala (Figura 20).

A partir daqui serão apresentadas informações pertinentes ao eixo que envolve os pólos que vão de aspectos técnicos aos artísticos. Entendendo-se como técnicos aqueles problemas que com ajustes de programação agregam funcionalidades. Já os aspectos artísticos se referem a elementos visuais como cores e conjuntos de aspectos visuais que necessitam de edição ou criação para melhorar a experiência do usuário.

Dessa forma, os aspectos técnicos conformam dez observações de dificuldades. Eles se iniciam no contexto das dificuldades observadas por uma objeção quanto às setas que ajustam o tamanho dos arquivos visualizados. Segundo os usuários elas são desnecessárias, pois a interação com os elementos dos cenários é intuitiva e dispensa essas indicações (Figura 21).

Figura 19 – Dificuldade para identificar o teleforte para acessar uma imagem panorâmica.



Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

Figura 20 – Dificuldade para assimilar as áreas quadriculadas como áreas de deslocamento dentro da sala.



Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

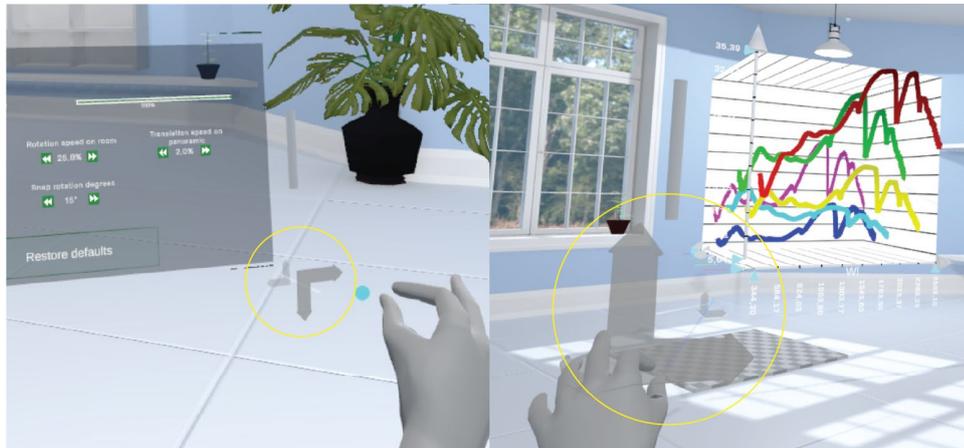
Outro ponto crítico se refere ao recurso que permite salvar uma cena de elementos visualizados. Eles ao serem reabertos, não aparecem posicionados no mesmo local onde foram visualizados anteriormente. Alguns usuários queixaram-se desse aspecto como sendo um desajuste (Figura 22).

Os usuários também se queixaram da falta de uma linha que liga um elemento específico ao seu GDC. Essa linha é observada em todos os elementos e seus GDCs, há apenas um elemento que não possui linha indicativa de origem, o que dificulta, entre outras coisas, o fechamento dele.

Outro aspecto técnico que se mostrou crítico é o fato do mapa do pacote de dados não se vincular ao campo de visão do usuário quando este troca de cena (Figura 23).

Os usuários sugeriram retirar o botão *load/unload*. Eles consideraram o botão desnecessário uma vez que clicar diretamente na representação do arquivo no display se mostra como uma forma de acesso mais intuitiva para abrir e fechar o mesmo (Figura 24).

Figura 21 – Setas de ajuste de tamanho irrelevantes.



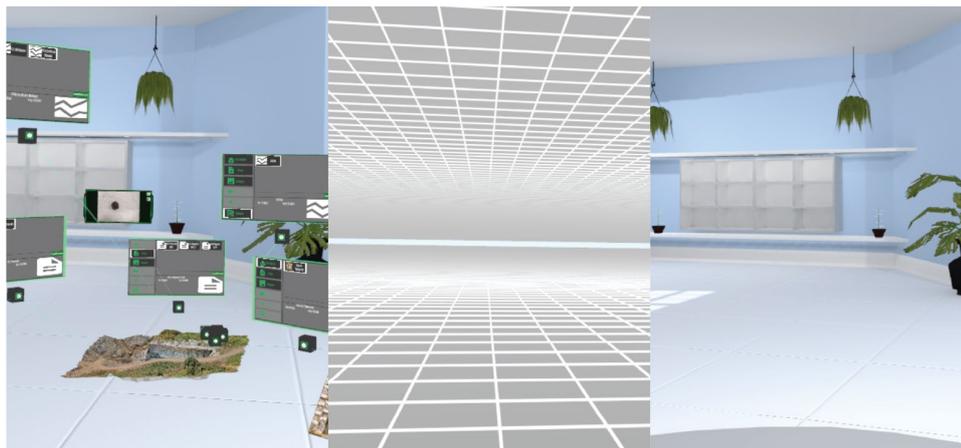
Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

Figura 22 – Elementos depois de salvos quando reabrem aparecem em lugar diferente do salvo.



Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

Figura 23 – Mapa do pacote não acompanha o campo de visão do usuário ao trocar de cena.



Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

Perder o raio é um ponto crítico para os usuários. Não se trata necessariamente de um problema concreto, mas sim de ajuste funcional dele, o qual, segundo os usuários, apresenta falhas. Esse tipo de falha pode ser consertado com melhor calibragem desse elemento no sistema.

Figura 24 – Botão *load/unload* é desnecessário.



Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

O scroll do display que exibe os elementos disponíveis para visualização em cada pacote de dados é difícil de manusear de acordo com os usuários, pois esse recurso é oriundo de uma interação 2D que ao ser transposto para 3D não acontece da mesma forma sendo necessário, no caso, muita acuidade para movimentar o scroll cuja queixa principal é o tamanho diminuto (Figura 25).

Figura 25 – Scroll com tamanho pequeno e difícil de manusear.

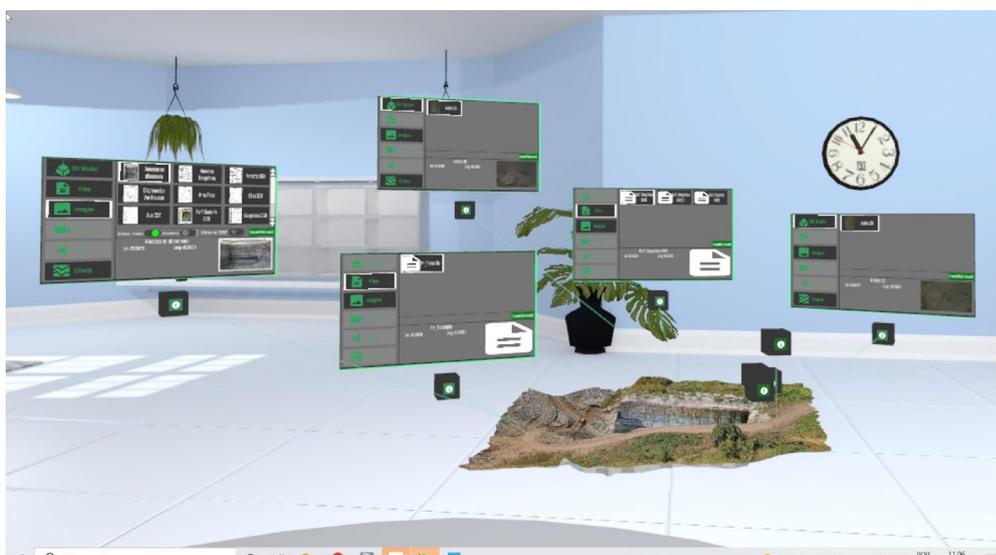


Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

Ainda no que se refere a tamanhos, o tamanho das fontes dos textos em determinados pontos não está de acordo com o que a bibliografia recomenda, o que também foi motivo de queixas naturalmente por parte dos usuários (Figura 26).

Os itens finais do polo técnico se referem ao menu vinculado ao pulso da mão virtual. O menu segundo os usuários devem aparecer inicialmente vinculado ao pulso e não flutuando como aparece no ambiente virtual (Figura 27). É possível o ajuste desse menu para que apareça no pulso ou não, porém os usuários sugeriram que este fosse diretamente vinculado ao pulso. Além disso, os usuários queixaram-se que o menu no formato flutuante é de difícil interação. Sendo melhor excluir este formado. Vale destacar que a ideia do menu flutuante foi idealizada para contemplar a acessibilidade, considerando que nem todos são destros.

Figura 26 – Tamanho de letra pequena em alguns lugares.



Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

Figura 27 – Tamanho de letra pequena em alguns lugares.



Fonte: Vizlab | X-Reality and GeoInformatics Lab

Por fim chegamos ao polo artístico, relativo aos aspectos visuais. Foram contadas onze observações direcionadas a esse polo. Listadas a seguir:

- A forma e cor dos elementos de “*check*” são incoerentes com a guia de estilos;
- A cor dos pegadores de alguns elementos não contrasta bem com o fundo, gerando dificuldades de visualização;
- Há carência de uma linguagem visual que permita saber o conteúdo dos GDC’s antes de abrir os mesmos;
- Os GDC’s não mantêm suas cores em cenas diferentes;
- O botão “*show/hide*” não tem cores coerentes com o guia de estilo;
- A cor do PIN deve ser sinalizável ao clicá-lo;
- O display que indica informações do *package* está incoerente com o guia de estilo;
- A mensagem de feedback “*package-reload*” está incoerente com a guia de estilo;
- O relógio da sala poderia ser digital e não de ponteiros/analógico;
- Sugeriu-se a retirada das plantas da janela;
- Sugeriu-se igualmente a retirada da estante.

4.3 Avaliação geral baseada em Fröjdman (2016)

Fröjdman (2016) propõe dez itens para avaliação de sistemas RV. Destes destacamos três para trabalharmos com a análise do Mosis LAB, a saber: os ambientes RVi criam uma interação mágica; a RVi demanda recursos para indicar objetos de modo que para isso se constituem ícones e outros objetos representacionais. Esses dois itens serão utilizados como critérios para classificar os problemas levantados pelo grupo de usuários a partir de uma livre

associação entre tais critérios e os dados fornecidos pelos usuários a partir dos testes com usuários e suas respostas a um questionário.

No critério que considera a Realidade Virtual Imersiva (RVI) como uma plataforma que cria uma interação mágica, a principal fonte de dados foram as avaliações positivas obtidas a partir de um questionário. Nem todos os participantes dos testes forneceram respostas sobre aspectos positivos do sistema. Os que responderam também foram sucintos, por vezes, em suas respostas, porém é possível fazer deduções sobre sua interação e sobre a qualidade da experiência imersiva a partir das colocações feitas.

Um dos comentários destacam que a interação mágica se efetivou em algum nível, se refere ao comentário a seguir reproduzido integralmente:

Foi muito boa a experiência, decorridos 40 minutos em imersão, não se tornou uma tarefa cansativa. Foi bastante produtiva, interativa e de fácil manipulação das ferramentas.

De fato, a interação mágica se refere a uma experiência na qual são realizadas ações que são realizadas no mundo virtual, mas que não podem ser realizadas da mesma forma fora do ambiente imersivo virtual. Este participante refere-se a uma “boa experiência” por tempo prolongado o que inevitavelmente não sugere que a interação foi agradável e interessante. Também podemos deduzir que o usuário tinha pensado algumas ações ou que este ao interagir com os recursos disponíveis foi então encontrando recursos para dar vazão ao seu interesse dentro do sistema. Pode-se afirmar isso a partir de seu comentário seguinte no qual relata que a experiência “foi bastante produtiva, interativa”. É possível também reconhecer que se trata de alguém com *know how* em experiências imersivas, considerando o tempo utilizado no sistema e sua reação positiva.

Os participantes dos testes, é importante destacar isso, podem de certa forma agregar um olhar, uma percepção mais técnica para o sistema, o que não favorece colocações que enaltece características de “encanto” e “fascínio” por parte de sistemas de RVI. Se os participantes fossem membros de um grupo social diferente, não relacionados diretamente com o Vizlab, é possível que os comentários fossem diferentes dos então encontrados.

Um indicativo de que a constatação acima é provavelmente verdadeira se refere ao uso que do sistema efetuado por parte de alguns geólogos, portanto, integrantes do público-alvo primário do Mosis LAB. Utilizamos esses comentários obtidos em uma apresentação no Rio de Janeiro nos CENPES em dezembro de 2021, quando tais geólogos fazem uso do sistema e emitem suas reações. Tal qual a que reproduzimos a seguir:

Excelente trabalho. Pena que meu dia a dia não exigirá tanto o uso da ferramenta.

Outro geólogo foi bastante entusiasta do sistema definindo sua experiência com as seguintes palavras:

Ferramenta apresenta grandes possibilidades de ensino e aprendizagem, útil tanto na área acadêmica como na de pesquisa. Achei revolucionário.

Os comentários oriundos de seis geólogos em sentido geral foram bastante positivos e justamente tangenciam o caráter mais mágico, de expansão ilustrativa de dados geológicos que, de outra forma, não alcançariam o efeito proporcionado pelo sistema do Mosis LAB.

Retomando aos participantes dos testes de usabilidade. Há igualmente comentários bastante elogiosos a respeito do sistema ainda que expresso de modo formal, como podemos ler no comentário a seguir:

A experiência foi muito interessante. O sistema é dinâmico e intuitivo e apresenta informações e visão de um material de estudo de forma diferente permitindo ao usuário interagir com o objeto de estudo.

Aqui o participante também se remete ao aspecto didático quando se refere a “visão de um material de estudo de forma diferente”, o que destaca as potencialidades de um caráter inovador por parte da plataforma, tangenciado com isso o aspecto mágico.

A noção de mágico, depende inevitavelmente da qualidade da imersão e esta por sua vez depende da percepção e igualmente do “background” do usuário, das suas expectativas, enfim. A imersão depende, portanto, de uma espécie de equacionamento dessas instâncias que envolvem o sujeito e seu imaginário e o sistema e sua arquitetura. Sem que exista uma espécie de conformação, orquestração entre cada um desses elementos, a imersão pode configurar-se menos efetiva e interessante.

Neste contexto, podemos ler no comentário a seguir que um aspecto que para muitos pode passar como pouco relevante -, isto é, o formato da sala virtual que marca o primeiro ambiente do sistema -, para alguns identifica um espaço incoerente com as expectativas do usuário em questão. Vejamos,

O cenário onde o usuário inicia a experiência não se configura como um ambiente de laboratório imersivo, as características usadas são de elemento residencial, algo que não remete ao significado e função do Mosis LAB. Então acredito que simulando um espaço que carrega características de um laboratório, ajudaria o usuário a ficar ainda

mais imerso e solidificar o símbolo desse software. Podendo colocar até o logo do Vizlab dentro desse ambiente e na parte externa usar uma panorâmica do campus da Unisinos para remeter o lugar de onde as pesquisas estão sendo feitas.

De acordo com este usuário, a noção de imersão realiza-se também a partir da representação no caso de uma sala que se caracterize como um laboratório de pesquisa e não um ambiente que, para ele, carrega traços de uma residência, o que no caso prejudicaria a imersão. No entendimento do usuário o ambiente tal qual está constituído não colabora com o direcionamento de um foco naquilo que o sistema pode proporcionar na análise de dados geológicos.

É interessante constatar que o simbólico, elemento chave nos estudos de semiótica, participa ativamente da percepção dos sujeitos a ponto deles mesmos fazerem objeção quando da falta desses aspectos, no caso desse ambiente para o qual se esperava que fosse no caso propício para gerar uma interface concentrada de interação com recursos inusitados para o acesso a visualização de dados geológicos.

A interação mágica como critério de análise, para que se descreve do ponto de vista dos usuários, depende inevitavelmente da construção e estabilidade do sistema. Falhas no mesmo, levam a quebras na imersão ou inviabilizam a mesma. Nesse contexto podemos ler comentários positivos entrecortados por críticas, como no exemplo a seguir:

Interface interessante e muita aplicabilidade, mas comigo aconteceu de travar bastante.

Esse tipo de erro, necessita de prontos ajustes uma vez que impossibilita o mínimo de qualidade na experiência do usuário. Enfim, não buscamos desconforto nos instrumentos para RV.

Há ainda outro tipo de problema que inviabiliza a imersão e a suposta interação mágica, trata-se do fato desse instrumento tecnológico como um todo para a RV não ser efetivamente de uso generalizado, ainda que a cada dia a realidade virtual amplie sua presença em nosso cotidiano. Muitas pessoas já ouviram falar de RV, óculos RV, entre outros recursos, porém, isso não implica que essas pessoas estejam familiarizadas com o uso de tais instrumentos. Analogamente um automóvel é um objeto técnico onipresente e, portanto, conhecido, isso não implica que todos que tem conhecimento da existência de um carro saibam guiar o mesmo.

Com relação ao caráter instrumental, portanto, dos artefatos para a imersão em ambientes VR, houve comentários a partir dos quais verificou-se que da perspectiva do usuário

havia um reconhecido lapso de saberes que dificultaram a imersão como pode-se ler a partir do comentário a seguir:

A experiência de uso foi boa. Porém, como não sou usuário de VR acredito que demorei tempo demais aprendendo a como usar os controles e operações que talvez sejam "padrão" em outras aplicações VR.

É interessante notar que apesar dessa falta de experiência em ambientes de RVi reconhecida pelo usuário, isto não impediu que ele realizasse uma avaliação positiva do teste. Pode-se inferir que há um indicativo de resposta positiva para o sistema que foi estruturado e pensado para configurar-se como um ambiente atrativo e agradável para um perfil de usuário que não necessariamente é um nativo digital dos ambientes de RVi.

Por fim um comentário mais aprofundado que nos permite fazer inferências igualmente mais elaboradas e assertivas. Vejamos:

Achei o sistema muito útil e completo. O sistema possibilita uma visão diferente dos dados que pode fazer grande diferença nas interpretações e na conveniência das análises relacionadas. Uma questão importante é que o sistema precisa ter muito fácil acesso para que seja usado com frequência. Por exemplo, visualizar um gráfico na tela do computador é mais fácil do que ligar e configurar todo o sistema para realizar essa tarefa. O mesmo vale para consultas de testemunhos e amostras 3D.

Quando esse usuário define que o sistema possibilita uma visão diferente dos dados que pode fazer uma grande diferença nas interpretações e na conveniência das análises relacionadas”, podemos entender que é da interação mágica a qual ele está se referindo. De fato, a tal “visão diferente dos dados” que a caracteriza e é isso que a construção do sistema objetiva alcançar. Por outro lado, a continuação do seu comentário é também bem constituída de argumentos na medida em que apontam o que o sistema deixa de proporcionar de “diferente” de outras plataformas digitais de interação de dados, geológicos no caso. Segundo esse usuário, e seu comentário de fato é muito pertinente, se o Mosis LAB em algumas de suas funções realiza tarefas e dá acesso a informações de modo mais complexo e dificultoso do que na tela de um computador, aqueles que buscam tais informações, não pensarão duas vezes ao buscarem os meios convencionais para acessá-las. É preciso, portanto, realçar esse tipo de interface. Se faz igualmente necessário a realização de testes como os que deram luz a comentários como esse e os anteriores, pois do contrário não teremos bases para fazer os ajustes e melhoramentos que esperam os usuários.

O segundo critério, baseado em Fröjdman (2016), se refere ao fato de que a RVi demanda recursos para indicar objetos de modo que para isso se constituem ícones e outros

objetos representacionais. Dito de modo mais conciso, o que se coloca é que a maneira como os ícones são projetados e inseridos em um sistema qualifica a RVi.

Nesse sentido os itens ligados à representação captados nos testes serão agrupados a partir das observações dos problemas enfrentados por parte dos usuários, sendo parte da avaliação heurística. Como os erros são de um modo geral pontuais, podendo ser editados com relativa facilidade, serão descritos basicamente a partir de um check list de acordo com um agrupamento que compilei considerando o tipo de problema identificado.

A - Representações que geram confusão ao realizarem uma tarefa devido a cor

- Visualizar os "pegadores" de alguns objetos (como os dos gráficos, por exemplo), devido à falta de contraste com o fundo;
- As cores e formas do botão "show/hide infos" não estão coerentes com o guia de estilos do software;
- Mudar a cor do pin sinalizando uma área clicável;
- O display "package information" está incoerente com formas e cores definidas no guia de estilos, por exemplo. A transparência está proporcionando pouco contraste com o fundo e a distribuição dos elementos no espaço disponível do display pode ser melhorado, por exemplo;
- A cor de fundo da mensagem de feedback "Package reloaded!" não está coerente com o guia de estilos do software;
- Os sinais gráficos para "check" não estão coerentes com o guia de estilos do software.

B - Representações que geram confusão ao realizarem uma tarefa devido a forma

- Identificar o dado disponível é representado no ícone para visualizar gráficos;
- Encontrar o ponto no mapa do pacote e o modo de acesso (teleporte) para uma imagem panorâmica;

- Localizar-se no painel de dados disponíveis para visualização devida à poluição visual;
- Conhecer o conteúdo de um GDC antes de abri-lo;
- Ao trocar a cena o mapa do pacote de dados não vai junto;
- Após salvar e recarregar uma “cena” de pacote de dados abertos eles não abrem no mesmo local onde foram deixados, principalmente o gráfico;
- O padrão quadriculado projetado nos pontos disponíveis para teleport confunde o usuário, pois esse tipo de padrão de superfície é entendido como um espaço vazio, incompleto ou com falha de carregamento, por exemplo. Sugestão: um contorno da área pode ajudar a chamar o usuário para uma ação e posicionar o gatilho naquele local;
- Substituir o layout do relógio por um na versão digital, pois otimiza a leitura das horas, levando em consideração a relação entre o tempo de imersão e a fadiga do usuário. Além de promover o conflito conceitual entre realidade virtual e analógico;
- As plantas dos vasos pequenos podem ser retiradas de todas as janelas, pois a paisagem externa é composta por vegetação;
- A estante vazia dá a impressão de algo inacabado, sugiro tirar ela, deixando somente as duas prateleiras, ou preencher a estante com alguns livros e objetos. Se optar por deixar a estante, a prateleira superior pode ser excluída. Os dois vasos de plantas sobre a prateleira inferior podem ser mantidos, porém necessitam mais preenchimento com folhas.

C - Representações que geram confusão ao realizarem uma tarefa devido a nomenclatura

- Diferenciar os termos "panorâmica" e "360°" no painel de lista de arquivos disponíveis.

D - Representações que geram confusão ao realizarem uma tarefa devido a excesso de informações

- Identificar a necessidade do botão load/unload para selecionar dados para visualização;
- Substituir o botão “select folder”, pois sua função não é clara e intuitiva para ser o último passo para abrir arquivos;
- As setas que permitem ajustes de tamanho não são necessárias, pois o usuário tem outro método para interagir com os outros elementos parte da experiência e mudar o seu tamanho (utilizando as mãos ou o “raio”).

5 CONCLUSÃO

A partir dos testes realizados com usuários e dos critérios de análise baseados na semiótica de Barricelli et al. (2016) e Fröjdman (2016), podemos colocar que foi realizada com sucesso uma avaliação da interface do Mosis LAB e a proposta de melhoria ficou implícita aos indicadores apontados. Entre os principais destaques dessa avaliação realizada se refere ao caráter da interação mágica proporcionada pelo software se fazer presente na percepção dos usuários, sobretudo, quanto ao elemento educativo relacionado aos dados geológicos apresentados no Mosis LAB. Além disso, a presente pesquisa reuniu um arcabouço teórico no sentido de permitir a outros pesquisadores adotarem metodologias semelhantes para guiar futuros estudos em RVi. Pode-se perceber também que a pesquisa pode contribuir como um suporte sobretudo para a adoção da semiótica como um instrumento de análise aplicada a RVi com fins no aperfeiçoamento da experiência do usuário em sentido amplo.

REFERÊNCIAS

- ALGER, M. **Visual design methods for virtual reality**. Ravensbourne.
http://aperturesciencellc.com/vr/VisualDesignMethodsforVR_MikeAlger.pdf, [S.l.], 2015.
- AMSTEL, F. M. van. **Preconceitos da interface humano-computador**. In: I Workshop culturas, alteridades e participações em IHC: navegando ondas em movimento (CAPAIHC 2017), XVI Simpósio brasileiro sobre fatores humanos em sistemas computacionais (IHC 2017), 2017. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2017.
- BARRICELLI, B. R.; DE BONIS, A. **Semiotic virtual reality framework validation**. In: CHITALY, 2017. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2017. v. 1910, p. 102–105.
- BARRICELLI, B. R. et al. **Semiotics of virtual reality as a communication process**. Behaviour & Information Technology, [S.l.], v. 35, n. 11, p. 879–896, 2016.
- BASTUG, E. et al. **Toward interconnected virtual reality: opportunities, challenges, and enablers**. IEEE Communications Magazine, [S.l.], v. 55, n. 6, p. 110–117, 2017.
- BROOKE, J. **System usability scale (sus): a quick-and-dirty method of system evaluation user information**. Reading, UK: Digital equipment co ltd, [S.l.], v. 43, p. 1–7, 1986.
- CASERMAN, P. et al. **Cybersickness in current-generation virtual reality head-mounted displays: systematic review and outlook**. Virtual Reality, [S.l.], p. 1–18, 2021.
- CHANG, E.; KIM, H. T.; YOO, B. **Virtual reality sickness: a review of causes and measurements**. International Journal of Human–Computer Interaction, [S.l.], v. 36, n. 17, p. 1658–1682, 2020.
- CHAVEZ, B.; BAYONA, S. **Virtual reality in the learning process**. In: WORLD CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES, 2018. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2018. p. 1345–1356.

CHO, S.-H.; KANG, H.-B. **The measurement of eyestrain caused from diverse binocular disparities, viewing time and display sizes in watching stereoscopic 3d content.** In: IEEE COMPUTER SOCIETY CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION WORKSHOPS, 2012., 2012. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2012. p. 23–28.

DUZ' MAN' SKA, N.; STROJNY, P.; STROJNY, A. **Can simulator sickness be avoided? a review on temporal aspects of simulator sickness.** *Frontiers in psychology*, [S.l.], v. 9, p. 2132, 2018.

FERREIRA, I. **Incursão pelos modelos de análise da imagem publicitária.** *Media & Jornalismo*, [S.l.], v. 19, n. 34, p. 115–126, 2019.

FRÖJDMAN, S. **User experience guidelines for design of virtual reality graphical user interfaces controlled by head orientation input.** 2016.

GONZAGA, L. et al. **Mosis — multi-outcrop sharing & interpretation system.** In: IEEE INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM (IGARSS), 2017., 2017. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2017. p. 5209–5212.

GURGEL, M. **Projetando espaços: guia de arquitetura de interiores para áreas residenciais.** [S.l.]: Editora Senac São Paulo, 2020.

HOWARD, M. C.; VAN ZANDT, E. C. **A meta-analysis of the virtual reality problem: unequal effects of virtual reality sickness across individual differences.** *Virtual Reality*, [S.l.], p. 1–26, 2021.

JERALD, J. **The vr book: human-centered design for virtual reality.** [S.l.]: Morgan & Claypool, 2016.

JINJAKAM, C.; HAMAMOTO, K. **Study on parallax affect on simulator sickness in one-screen and three-screen immersive virtual environment.** *Proceedings of The School of Information and Telecommunication Engineering Tokai University*, [S.l.], v. 4, p. 34–39, 2011.

LASSE JENSEN, F. K. **A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training.** Education and Information Technologies, [S.l.], v. 23, n. 4, p. 1515–1529, jul 2018.

LIMA FONTÃO BRUNO BONIFÁCIO, A. N. Awdren de. **Apps framework: um processo centrado no usuário aplicado para o desenvolvimento de aplicativos móveis – um estudo de caso.** IADIS, [S.l.], oct 2012.

MANIA, K. **Connections between lighting impressions and presence in real and virtual environments: an experimental study.** In: COMPUTER GRAPHICS, VIRTUAL REALITY AND VISUALISATION, 1., 2001. Proceedings. . . [S.l.: s.n.], 2001. p. 119–123.

MARTIROSOV, S.; KOPECEK, P. **Cyber sickness in virtual reality-literature review.** Annals of DAAAM & Proceedings, [S.l.], v. 28, 2017.

MENEGUETTE, L. C. *Realidade virtual e experiência do espaço.* [S.l.], 2010.

MICHAELIS, M. D. d. L. P. Disponível em:< <http://michaelis.uol.com.br/>>. Acesso em dezembro de 2020, [S.l.], v. 27, 2020.

MOREIRA, W. S. **Análise Semiótica da Interação em Cabine de Comando de Aeronaves.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) — Faculdade Campo Limpo Paulista, 2014.

MUNARI, B.; DE VASCONCELOS, J. M. **Das coisas nascem coisas.** [S.l.: s.n.], 1981.

MURCH, R. *The software development lifecycle-a complete guide.* [S.l.]: Richard Murch, 2012.

NEIL, T. **Mobile design pattern gallery: ui patterns for smartphone apps.** [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2014.

NIELSEN, L.; MADSEN, S. **The usability expert's fear of agility: an empirical study of global trends and emerging practices.** In: NORDIC CONFERENCE ON HUMAN-

COMPUTER INTERACTION: MAKING SENSE THROUGH DESIGN, 7., 2012.
Proceedings. . . [S.l.: s.n.], 2012. p. 261–264.

OMIDFAR SAWYER, A.; CHAMILOTHORI, K. **Influence of subjective impressions of a space on brightness satisfaction: an experimental study in virtual reality.** In: SYMPOSIUM ON SIMULATION FOR ARCHITECTURE AND URBAN DESIGN 2019, 2019. Proceedings. . . [S.l.: s.n.], 2019. n. CONF.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Dimensionamento humano para espaços interiores.** 1ª edição, 4ª impressão. Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, [S.l.], 2008.

RESENDE, A. C. V. **Criação da interface de um aplicativo para o fortalecimento do comércio local pós pandemia da covid-19 com ênfase no empreendedorismo feminino.** [S.l.], 2020.

RIBEIRO, M. W. S.; ZORZAL, E. R. **Realidade virtual e aumentada: aplicações e tendências.** XIII Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada, Uberlândia-MG-Brasil, [S.l.], v. 15, 2011.

ROSSA, P. **Mosis lab: uma solução interativa em realidade virtual imersiva.** [S.l.], 2020.

SALEEB, N.; DAFOULAS, G. **Effect of student emotion-associations on architectural color design of educational spaces in 3d virtual learning environments.** [S.l.], 2010.

SHIN, J. G. et al. **Body follows eye: unobtrusive posture manipulation through a dynamic content position in virtual reality.** In: CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2020., 2020. Proceedings. . . [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–14.

SMALLMAN, H. S.; JOHN, M. S. **Naïve realism: misplaced faith in realistic displays.** Ergonomics in design, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 6–13, 2005.

STANDARDIZATION, I. O. for. **Human-centred design processes for interactive systems.** [S.l.]: International Organization for Standardization, 1999.

STEIN, S. **Mark zuckerberg sees the future of ar inside vr like oculus quest.** 2019.

TIMMERS, J. d. C. M.; WEPPPO, B. E. **Construindo sentidos nas leituras de imagens: um estudo sobre os livros didáticos de geografia.** Cerrados, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 114–129, 2017.

TIMMERS, J. d. C. M.; WEPPPO, B. E. **Pensando a geografia e seu ensino a partir de produções de realidade virtual.** Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade, [S.l.], v. 2, n. 02, p. 56–69, 2020.

USMAN, M. et al. **Perceptual evaluation of space in virtual environments.** In: TENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOTION IN GAMES, 2017. Proceedings. . . [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–10.

WALLACE, L. G.; SHEETZ, S. D. **The adoption of software measures: a technology acceptance model (tam) perspective.** Information & Management, [S.l.], v. 51, n. 2, p. 249–259, 2014.

WILCOX, L. M. et al. **Personal space in virtual reality.** ACM Transactions on Applied Perception (TAP), [S.l.], v. 3, n. 4, p. 412–428, 2006.

XU, Y.; TANG, Q. **The reform of modern education during the covid-19 pandemic.** In: JOURNAL OF PHYSICS: CONFERENCE SERIES, 2021. Anais. . . [S.l.: s.n.], 2021. v. 1748, n. 4, p. 042051.

ZHOU, Q. et al. **Closer object looks smaller: investigating the duality of size perception in a spherical fish tank vr display.** In: CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2020., 2020. Proceedings. . . [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–9.