



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
FACULDADE DE ARQUIVOLOGIA

LUIZ CARLOS LOURINHO FERREIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA CONSTRUÇÃO DE UMA REALIDADE
VIRTUAL PARA O ARQUIVO PÚBLICO DO ESTADO DO PARÁ**

BELEM
2024

LUIZ CARLOS LOURINHO FERREIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA CONSTRUÇÃO DE UMA REALIDADE
VIRTUAL PARA O ARQUIVO PÚBLICO DO ESTADO DO PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Arquivologia, do Instituto de Ciências
Sociais Aplicadas, da Universidade Federal do Pará,
como requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Arquivologia

Orientador: Dr. Fernando de Assis Rodrigues

BELÉM
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V657m Lourinho Ferreira, Luiz Carlos.
Estudo de Viabilidade para Construção de uma Realidade
Virtual para o Arquivo Público do Estado do Pará. — 2024.
54 f. : il. Color.

Orientador(a): Fernando de Assis Rodrigues

1. Realidade Virtual. 2. Arquivo. 3. Arquivo Público do
Estado do Pará. 4. Arquivologia. I. Título.

CDD 025.066

LUIZ CARLOS LOURINHO FERREIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA CONSTRUÇÃO DE UMA REALIDADE
VIRTUAL PARA O ARQUIVO PÚBLICO DO ESTADO DO PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Arquivologia, do Instituto de Ciências
Sociais Aplicadas, da Universidade Federal do Pará,
como requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Arquivologia

Orientador: Dr. Fernando de Assis Rodrigues

Data da aprovação: 17/04/2024

Conceito: Regular (6,0)

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando de Assis Rodrigues – Orientador
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof. Dr. Gilberto Gomes Cândido
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof. Ms. Dejan Martins Conceição
Universidade Federal do Pará (UFPA)

O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia (Robert Collier).

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me conceder conhecimento, discernimento e me capacitar a alcançar meus objetivos.

À minha mãe Helen e meus avós Santana e Cilene pelo apoio incondicional, compreensão e por sempre acreditarem nas minhas capacidades. Vocês são a base sólida que me sustenta em todos os momentos da minha vida. Agradeço por sempre estarem ao meu lado, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha amada Ana Priscila por ser minha fonte constante de motivação e inspiração. Seu apoio inabalável e sua presença ao meu lado foram essenciais para que eu não desistisse e continuasse a realizar este trabalho.

Ao meu orientador, Professor Fernando de Assis Rodrigues, pela paciência, apoio e incentivo ao longo deste trabalho. Sua experiência, dedicação e disponibilidade foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa. Obrigado por me motivar e chamar minha atenção para este trabalho.

Por fim, expresso minha gratidão a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Sou profundamente grato por todo apoio e carinho recebido.

RESUMO

Os arquivos, bem como seus acervos, podem se beneficiar da Realidade Virtual como forma de disseminação. De forma especial, os museus se destacam no uso desta tecnologia para aproximar o público do acervo, algo que pode ser também relacionado aos arquivos. Especialmente em localidades distantes dos grandes centros urbanos, a Realidade Virtual pode ser fator-chave para a inserção destas populações no circuito cultural e científico - contexto que o estado do Pará está inserido não só pela sua dimensão geográfica, mas também pela dificuldade de trânsito, devido à boa parte de seu território ser formado pela Floresta Amazônica. Apesar de os acervos da capital Belém serem de fácil acesso - por se tratar de uma região metropolitana - se deve considerar o tamanho continental do país, fazendo o custo de trânsito entre as regiões algo impeditivo ou dificultoso aos pesquisadores e, principalmente, estudantes brasileiros. O objetivo da pesquisa é realizar um estudo de viabilidade para propor um modelo preliminar de estrutura para a criação de um ambiente virtual similar ao físico de uma instituição arquivística que permita ao usuário experienciar uma simulação da realidade. O universo de pesquisa estudado são as instituições arquivísticas e suas inserções no ambiente virtual. Como amostra, demarcou-se o Arquivo Público do Estado do Pará para estrutura física. Para ambientes virtuais, pesquisou-se a possibilidade de uso de dispositivos de Realidade Virtual e modelos já disponíveis aplicados em outros espaços virtuais. Trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa e de natureza aplicada. Quanto aos objetivos, é descritiva com procedimento de pesquisa exploratória e está dividido em três etapas. A primeira traz um levantamento de características de espaço físico com o objetivo de definir as características do ambiente do Arquivo Público do Estado do Pará. Na etapa seguinte, analisam-se estudos computacionais sobre Realidade Virtual, uso de software e hardware, formas de interação, imersão e envolvimento do usuário, o ambiente 3D e sua integração com o mundo virtual - todo o sistema que um local físico poderia implementar. Na terceira etapa, debate-se a possibilidade de criação e a inserção de um arquivo virtual, utilizando procedimentos tecnológicos delimitados na segunda etapa. Os resultados demonstram que, apesar de poucos estudos deste tipo de aplicação, o Arquivo Público do Estado do Pará pode, em princípio, aplicar a Realidade Virtual por meio do uso de uma câmera de 360°, transformando as capturas em um vídeo não interativo em plataformas de divulgação *online*. Em um segundo momento, poderá utilizar as capturas para a construção de ambientes interativos. Conclui-se que é ainda um processo preliminar e carece de estudos que se debrucem na aplicação da Realidade Virtual nestes ambientes.

Palavras-chave: Realidade Virtual; Arquivo Público; Arquivo Público do Estado do Pará; Arquivologia.

ABSTRACT

Archives, as well as their collections, can benefit from Virtual Reality as a form of dissemination. In particular, museums stand out in using this technology to bring the public closer to the collection, something that can also be related to archives. Especially in locations far from large urban centers, Virtual Reality can be a key factor in the insertion of these populations into the cultural and scientific circuit - a context in which the state of Pará is inserted not only due to its geographic dimension, but also due to the difficulty of traffic, due to the fact that a large part of its territory is formed by the Amazon Rainforest. Although the collections in the capital Belém are easily accessible - as it is a metropolitan region - the continental size of the country must be considered, making the cost of transit between the regions somewhat impeding or difficult for researchers and, especially, Brazilian students. The objective of the research is to carry out a feasibility study to propose a preliminary structure model for the creation of a virtual environment similar to the physical one of an archival institution that allows the user to experience a simulation of reality. The research universe studied is archival institutions and their insertions in the virtual environment. As a sample, the Public Archive of the State of Pará was demarcated as a physical structure. For virtual environments, the possibility of using Virtual Reality devices and already available models applied in other virtual spaces was researched. This is research with a qualitative approach and of an applied nature. As for the objectives, it is descriptive with an exploratory research procedure and is divided into three stages. The first brings a survey of physical space characteristics with the objective of defining the characteristics of the environment of the Public Archive of the State of Pará. In the next stage, computational studies on Virtual Reality, use of software and hardware, forms of interaction, user immersion and engagement, the 3D environment and its integration with the virtual world - the entire system that a physical location could implement. In the third stage, the possibility of creating and inserting a virtual file is discussed, using technological procedures delimited in the second stage. The results demonstrate that, despite few studies of this type of application, the Public Archive of the State of Pará can, in principle, apply Virtual Reality through the use of a 360° camera, transforming the captures into a non-interactive video on platforms of online dissemination. Secondly, you can use the captures to build interactive environments. It is concluded that it is still a preliminary process and requires studies that focus on the application of Virtual Reality in these environments.

Keywords: Virtual Reality; Archive Public; Archive of the State of Pará; Archival Science.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ilustração do Prédio que atualmente abriga a APEP do século XIX, de J. L. Righini.....	17
Figura 2 - Lauro Sodré, Paes de Carvalho e Augusto Montenegro.....	18
Figura 3 - Salão Principal, onde são realizadas as pesquisas.....	19
Figura 4 - Exposição de documentos históricos da instituição que retratam os limites territoriais da Cabanagem.....	20
Figura 5 - Alunos de graduação em Museologia da UFPA conhecem as técnicas de conservação preventiva no Laboratório de Preservação e Conservação de Documentos.....	21
Figura 6 - Mesa e equipamentos.....	22
Figura 7 - Estantes de aço deslizantes.....	22
Figura 8 - Laboratório de Digitalização dos documentos do acervo.....	23
Figura 9 - <i>Head-Mounted-Display</i> (HMD).....	30
Figura 10 - Uma placa no estande da Oculus VR na <i>CES Internacional</i> de 2015 no Centro de Convenções de Las Vegas.....	33
Figura 11 - Divulgação dos tipos de tecnologias presentes na plataforma.....	34
Figura 12 - Exemplos de jogos de interação social.....	35
Figura 13 - Luva Haptglove, desenvolvido na Universidade Nacional de Cingapura (NUS).....	38
Figura 14 - Esteira omnidirecional desenvolvido pela Virtuix.....	39
Figura 15 - Hardlight Suit, acoplado no tronco e braços.....	39
Figura 16 - Representação das dimensões um objeto através do olho humano.....	43
Figura 17 - Duas imagens espelhadas com auxílio da plataforma <i>Youtube</i> para cada lente	44
Figura 18 - Vista panorâmica da estrutura dos galpões com <i>containers por</i> Câmera de 360°.....	45

LISTA DE SIGLAS

3D	Três Dimensões
AMD	<i>Advanced Micro Devices</i>
APEP	Arquivo Público do Estado do Pará
CENTUR	Centro Cultural e Turístico Tancredo Neves
CONARQ	Conselho Nacional de Arquivos
DPHAC	Departamento de Patrimônio Histórico, Artístico e Cultural
FCP	Fundação Cultural do Pará
HMD	<i>Head-Mounted-Display</i>
HTC	<i>High-Tech Computer</i>
IDE	Ambientes Integrados de Desenvolvimento
PC	<i>Personal Computer</i>
PcD	Pessoa com Deficiência
RM	Realidade Mista
RV	Realidade Virtual
SECULT	Secretaria de Estado de Cultura
3D	Três Dimensões
UFPA	Universidade Federal do Pará
VPL	<i>Virtual Programming Languages</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Problema de Pesquisa.....	11
1.2	Objetivo.....	13
1.3	Universo de Pesquisa e Amostra.....	13
1.4	Justificativa.....	14
1.5	Procedimentos Metodológicos.....	14
2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO ARQUIVO DO ESTADO DO PARÁ.....	16
2.1	Detalhes da estrutura.....	18
2.2	Integração do Arquivo do Estado do Pará com estudantes e profissionais de Arquivologia.....	21
3	AMBIENTES DIGITAIS E REALIDADE VIRTUAL.....	25
3.1	A Realidade Virtual.....	29
3.2	Dispositivos de RV e suas funções.....	31
3.3	Plataformas de RV.....	33
3.4	Recursos para a elaboração de um ambiente de RV.....	35
4	CONSTRUÇÃO DA RV NA APEP: REQUISITOS E VIABILIDADE.....	41
4.1	<i>Hardware e Software</i>.....	41
4.2	Aplicação para o Arquivo Público do Estado do Pará.....	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A rápida evolução das transformações tecnológicas já é uma realidade nos setores produtivos e sociais, influenciando profundamente a cultura, as relações interpessoais e os padrões de consumo. Na era digital, a velocidade e o volume das informações alcançaram níveis sem precedentes, provocando impactos significativos que permeiam desde o comportamento individual até o funcionamento de empresas e organizações.

Não obstante, na Realidade Virtual (RV), com o avanço tecnológico e o crescimento das indústrias de computadores, esta tecnologia está ficando cada vez mais presente e acessível na vida do usuário comum, promovendo novas formas de interação, trabalho e lazer. Compreende-se como RV as experiências imersivas e interativas baseadas em imagens em Três Dimensões (3D) geradas por computador, em tempo real, procurando estabelecer uma simulação do mundo real ou imaginário (RODRIGUES; PORTO, 2013).

Segundo Diane Ackerman, em seu livro *A Natural History of The Senses*, 70% dos receptores do sentido humano encontram-se nos olhos, tornando-os os grandes monopolistas das sensações (JACOBSON, 1994). Então, boa parte das informações recebidas pelo ser humano têm a forma de imagens visuais, as quais são interpretadas pelo cérebro. Já os computadores decodificam as informações através de alguma conexão ou porta de dados, como um *mouse* ou teclado. A ideia da RV é o computador e a mente humana trabalhando de forma cada vez mais integrada (MACHADO, 1995).

Os arquivos e seus acervos também podem se beneficiar das inovações tecnológicas. Especificamente, os museus têm se destacado no uso da RV para se conectar com o público, uma prática que também pode ser aplicada aos arquivos. Especialmente em regiões distantes dos grandes centros urbanos, como o estado do Pará, a RV pode desempenhar um papel crucial na inclusão dessas populações no cenário cultural e científico.

A dimensão geográfica deste estado, aliada à dificuldade de acesso devido à maior parte de seu território ser coberto pela Floresta amazônica, torna a RV uma ferramenta valiosa para superar esses desafios. Embora os acervos em Belém, sua capital, sejam facilmente acessíveis em decorrência da localização em uma região metropolitana, é importante considerar o tamanho continental do Brasil, o que torna o transporte entre as regiões uma tarefa onerosa e difícil para pesquisadores e estudantes brasileiros

1.1 Problema de Pesquisa

Os acervos arquivísticos podem dispor de milhares de documentos importantes para a preservação da memória institucional de uma cidade ou de um local. Segundo Duranti (1994, p. 50), “[...] através de milênios, os arquivos têm representado, alternada e cumulativamente, os arsenais da administração, do direito, da história, da cultura e da informação”.

Neste sentido, ressalta-se a importância do estudo de acervos e a observância do mesmo como um espaço de referência para a produção do conhecimento, promovendo novas ideias de interação e aplicando a tendência de novos estudos que visam a participação de um público mais abrangente, desde pessoas leigas ou que buscam novas formas de interação, até os usuários mais avançados, pesquisadores e profissionais de outras áreas do conhecimento (permitindo a interdisciplinaridade nestes espaços).

A ideia de criar um ambiente integrado que promova novas formas de interação e contato com diversos públicos é fundamental para destacar a importância dos acervos arquivísticos e para obter uma nova forma de contato com os documentos. Portanto, é crucial considerar os problemas relacionados à falta de acesso e à disposição para visitar esses locais, especialmente no que diz respeito ao contato direto entre o usuário e o espaço físico.

Carvalho (2003) destaca as características e os avanços dos computadores para promover a inclusão de pessoas e aborda alguns dos principais procedimentos que facilitam a inserção de mais usuários, incluindo aqueles com alguma comorbidade (como deficiências auditivas ou visuais) ou não familiarizados com determinadas tecnologias. Os questionamentos desta pesquisa são baseados na probabilidade de existirem diversos obstáculos que impedem os usuários que necessitam estar fisicamente presentes no arquivo para acessar os acervos.

Considerando as barreiras que limitam as atividades do usuário, como dificuldades temporais, linguísticas, de acessibilidade e geográficas, sendo as últimas especialmente relevantes para compreender o problema de pesquisa deste estudo (FREIRE, 1991), é importante levar em conta que alguns usuários residem em outros municípios, estados ou até mesmo em outros países, resultando em custos de deslocamento, como transporte rodoviário, aéreo ou fluvial, serviços de hotelaria e alimentação, além do tempo necessário para acessar um acervo.

Esse processo de acesso torna-se ainda mais oneroso e, para alguns estudantes, pode ser financeiramente inviável custear totalmente a viagem até o local. Nesse sentido, os usuários podem ser impedidos de utilizar o acervo devido à distância e à localização do espaço físico.

Além disso, os arquivos podem estar localizados em áreas remotas ou de difícil acesso, dificultando a passagem de veículos terrestres ou, quando há um intenso fluxo de pessoas na região, reduz-se consideravelmente a presença dos usuários.

O Arquivo Público do Estado do Pará (APEP), situado na Travessa Campos Sales, bairro Cidade Velha, em Belém, estado do Pará tem sua localização no centro histórico da cidade e caracteriza-se por ruas estreitas, sem vias de mão-dupla, onde transitam apenas pessoas ou veículos de pequeno porte. Essas barreiras dificultam a acessibilidade e impedem que muitas pessoas tenham contato com o acervo. Portanto, mesmo em capitais, os locais podem ser de difícil acesso.

Outro aspecto relacionado às condições de acesso está ligado ao período de manutenção ou guarda dos acervos, o que pode impossibilitar o contato com os documentos, seja pelo período de guarda, quando estes necessitam de tratamentos especiais devido à fragilidade provocada pela ação do tempo e do ambiente ou pelo mau acondicionamento (G1 GLOBO, 2023; JORNAL CORREIO, 2022).

É importante estabelecer uma diferenciação entre a difusão dos acervos e as instituições. A difusão arquivística está relacionada à estratégia de promover os arquivos perante a sociedade por meio do desenvolvimento de atividades que reduzam o distanciamento entre essas instituições e o público em geral (LOPES, 2021, p. 29). No entanto, antes da difusão dos acervos custodiados é essencial difundir a própria instituição. Embora possa parecer superficial, ela pode passar despercebida pela população local, regional ou nacional.

Observações empíricas na região do APEP indicaram que até mesmo os comerciantes ao redor do prédio desconhecem seu significado e importância, portanto, a difusão da instituição arquivística torna-se foco nesta pesquisa. Além disso, mesmo que alguns arquivos estejam em localizações mais acessíveis ou que os usuários possuam condições financeiras para visitá-los, o usuário pode ser uma Pessoa com Deficiência (PcD), o que pode impedir seu acesso ao local físico.

Para Albuquerque, Souza e Guimarães (2015, p. 52):

A organização da informação é de fundamental importância nas bibliotecas, arquivos, museus e web, pois proporciona aos usuários uma forma adequada de recuperar a informação desejada. A acessibilidade, por sua vez, tem finalidade similar de proporcionar aos deficientes visuais formas de acessar a informação nos diversos ambientes estudados.

A partir das pesquisas, percebeu-se que as instituições podem não estar preparadas para atender aos usuários com alguma deficiência motora, pois não possuem itens de

acessibilidade ou o local situado não as possuem (*e.g.* rampas nas calçadas, vagas reservadas, ruas de bloquetes ou de paralelepípedos). Os principais problemas nesse contexto, referem-se à estrutura física não adaptada à realidade dos usuários, ausência de tecnologia adequada e falta de capacitação profissional (ALQUERQUE; SOUZA; GUIMARÃES, 2015).

Todas as dificuldades citadas acima subsidiam uma possibilidade de visão alternativa para aumentar a capacidade de difusão de determinadas instituições arquivísticas, com o intuito de ampliar a possibilidade de conhecer o local e a disponibilidade de materiais. Sendo assim, o problema desta pesquisa está centrado na seguinte pergunta: As tecnologias vinculadas à RV podem oferecer a possibilidade para se criar um ambiente virtual de arquivo acessível para pesquisadores, estudantes e cidadãos?

1.2 Objetivo

O objetivo desta pesquisa é realizar um estudo de viabilidade para propor um modelo preliminar de estrutura para a criação de um ambiente virtual que seja similar ao físico de uma instituição arquivística e que permita ao usuário experienciar uma simulação da realidade.

Como objetivos específicos, elenca-se:

- a) Compreender, na literatura científica, as características físicas de um ambiente de arquivo;
- b) Detalhar projetos de ambientes virtuais similares à proposta desta pesquisa, em prol de compreender as características dos espaços e possibilidades de ações similares ao modelo e
- c) Construir uma proposta de modelo de ambiente virtual.

1.3 Universo de Pesquisa e Amostra

O estudo concentra-se nas instituições arquivísticas e sua adaptação ao ambiente virtual, delimitando-se à análise da estrutura física do APEP como uma amostra representativa. Para investigar os ambientes virtuais, examinou-se a viabilidade do uso de dispositivos de RV e modelos já implementados em outros espaços virtuais.

É relevante ressaltar que o uso de dispositivos de RV também apresenta limitações, como a inacessibilidade para pessoas com deficiência visual severa, além de causar náuseas e enxaquecas em alguns usuários. No entanto, esses obstáculos estão no escopo desta pesquisa e constituem tema importante a ser explorado em estudos futuros.

1.4 Justificativa

A proposta de criar um ambiente virtual para as instituições arquivísticas surge da análise das características e condições oferecidas por esses espaços. O objetivo é abordar um tema pouco explorado e desenvolver uma nova forma de interação e estudo, que poderá ser aplicada em futuras pesquisas no campo da Arquivologia.

A carência de estudos sobre RV é um dos pressupostos desta pesquisa que busca oferecer uma contribuição significativa para o campo acadêmico ao abordar as problemáticas relacionadas aos arquivos digitais e à potencial implementação dessa tecnologia em ambientes físicos e digitais.

Na era da revolução digital, os usuários estão cada vez mais imersos em tecnologias, o que resulta no declínio do interesse em visitar fontes tradicionais de informação. Esse cenário destaca a importância da acessibilidade aos acervos, garantindo que todas as pessoas tenham acesso à informação.

No entanto, indivíduos com comorbidades e deficiências físicas enfrentam limitações para acessar esses espaços, seja devido à infraestrutura inadequada, como rampas e elevadores para cadeirantes ou à custos financeiros associados à visita, como despesas de viagem, hospedagem e alimentação. Além disso, a falta de cuidado e manutenção dos acervos e dos espaços físicos pode torná-los inconvenientes para atividades acadêmicas e recreativas.

A promoção de estímulos interativos como uma alternativa à visita tradicional desses espaços surge como tendência para aumentar a demanda e inclusão de novos usuários, beneficiando, também, pessoas com deficiência. Essa abordagem reforça as tecnologias como ferramentas de inclusão social e contribui para despertar o interesse de mais pessoas em visitar arquivos em geral.

1.5 Procedimentos Metodológicos

Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa e de natureza aplicada. Quanto aos objetivos é descritiva, com procedimento de pesquisa exploratória e está dividido em três etapas. A primeira traz o levantamento de características do espaço físico, com o objetivo de definir as particularidades do ambiente do APEP.

Na segunda etapa, analisa-se estudos computacionais sobre RV, uso de *software* e *hardware*, formas de interação, imersão e envolvimento do usuário, o ambiente 3D e sua integração com o mundo virtual - todo o sistema que um local físico poderia implementar.

Na terceira etapa, debate-se a possibilidade da criação e inserção de um arquivo virtual, utilizando procedimentos tecnológicos delimitados na segunda etapa.

2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO ARQUIVO DO ESTADO DO PARÁ

O APEP é uma instituição arquivística fundada em 16 de abril de 1901, sob a Lei nº 164, de 1894 e o Decreto nº 996, de 1901. É caracterizada por manter um acervo com mais de 4 milhões de documentos produzidos e recebidos na esfera administrativa, legislativa e judiciária da Amazônia entre os séculos XVII e XXI, garantindo a preservação da história e memória da região (PEREIRA, 2019).

Os registros custodiados pela APEP destacam acontecimentos que abrangem o período colonial, imperial e republicano. Por meio desses documentos é possível compreender detalhes de como foi a ocupação da Amazônia pelos portugueses; as múltiplas vivências com os povos indígenas; a introdução de grupos étnicos africanos e o trabalho escravagista; as revoltas sociais que permeavam o período do Brasil Império e todas as transformações sociais, econômicas e políticas que atravessaram entre estes séculos (PEREIRA, 2019).

Em 1982, o APEP passou pelo processo de tombamento, realizado pelo Departamento de Patrimônio Histórico, Artístico e Cultural (DPHAC) pelo, então governador, Alacid Nunes. É subordinado à Secretaria de Cultura do Pará (SECULT-PA), braço institucional da cultura do estado do Pará e órgão responsável pela gestão e manutenção da instituição (PEREIRA, 2019).

O processo de construção e ocupação do prédio que abriga a instituição ainda carece de fontes concretas, porém, estima-se que foi construído na segunda metade do século XIX, aproximadamente em 1848, com o surgimento do Banco Central do Pará, primeira instituição a ocupar o prédio. Após falência do Banco, a partir de 1894, o local passou por diversas reformas em decorrência das condições precárias em que se encontrava (até então funcionava uma escola e houveram diversas denúncias acerca das más condições e inacessibilidade) (PEREIRA, 2019).

Figura 1 - Ilustração do Prédio que atualmente abriga a APEP do século XIX, de J. L. Righini



Fonte: Righini (1867), *apud* Centro de Memória da Amazônia - UFPA (2014).

O governador Lauro Sodré fez a compra do prédio (Figura 1) impulsionado pelas grandes transformações da época - o auge da *Belle Époque* amazônica- em que tudo deveria ser exuberante e moderno na arquitetura. Foi entregue em 1901.

No período de sete anos, três governadores passaram pelo cargo: Lauro Sodré, Paes de Carvalho e Augusto Montenegro. Vale ressaltar que nessa época, na Europa, os documentos já tinham a função fundamental de preservar a documentação histórica. Aqui no Brasil era necessário dar uma identidade nacional para a região e nada melhor que os próprios documentos locais. Entre 1901 e 1984, o prédio abrigou o arquivo e a biblioteca, sendo a última posteriormente deslocada para o recém fundado Centro Cultural e Turístico Tancredo Neves (CENTUR) (PEREIRA, 2019).

O APEP não se limita apenas em armazenar documentos, mas também desempenha papel fundamental na promoção da pesquisa histórica. A instituição oferece acesso aberto ao acervo, incentivando estudos e investigações que contribuam para uma compreensão mais profunda da história regional. Além disso, realiza frequentemente seminários e exposições, estabelecendo uma relação mais próxima entre a população local e seu próprio patrimônio cultural; é uma instituição fundamental na preservação e divulgação da rica história e cultura da região amazônica. Criado com o propósito de reunir, organizar e disponibilizar documentos que contam a trajetória dessa região ao longo dos séculos, desempenhando um papel crucial na manutenção da memória coletiva (PEREIRA, 2019).

2.1 Detalhes da estrutura

O processo de sistematização do acervo histórico se dá através do recolhimento da documentação que já chamava atenção no período do Brasil Império. A preocupação em preservar esses documentos que, até então, estavam abandonados nas repartições públicas, indicava ideias para criar uma instituição destinada à custódia e preservação de registros importantes para a administração pública. Ressalta-se que a transição entre o Império e os primeiros anos da República resultou em mudanças significativas da estrutura governamental e administrativa, o que afetou diretamente a gestão de documentos.

No período em que o APEP esteve em processo de fundação, Lauro Sodré, Paes de Carvalho e Augusto Montenegro governaram o Pará (Figura 2). Cada governante quis deixar sua “marca” através da visão de uma nova história da república e, também, no âmbito administrativo com a questão da instrução pública e na organização documental do Estado do Pará (TORII, 2016).

Figura 2 - Lauro Sodré, Paes de Carvalho e Augusto Montenegro



Fonte: Caccavoni (1898) *apud* Obras Raras, Acervo Digital - FCP (2020).

O primeiro planejamento da organização do acervo se deu em 1890, pouco antes da criação do Arquivo Público por Antônio Marcos Nunes que, mais tarde, seria aprimorado por Arthur Vianna, primeiro diretor da instituição. O andamento do trabalho de organização arquivística feito por Nunes foi publicado no jornal *A República*, na sessão *Arquivo Público*. Lá, identifica-se o tipo de organização a ser empregado no trabalho técnico: classificação

cronológica, a partir da fundação de Belém, e a divisão por período: 1ª, Colonial; 2º período, Reino Unido; 3º período, Império e por fim o 4º período, Império (A REPUBLICA; TORII, 2016).

A partir do método de organização do acervo, o qual se mantém como modelo atual, as áreas estão divididas em três partes:

- a) Executivo: Documentação referente aos períodos entre os séculos XVII e XIX (Colonial, Imperial e Republicano), relacionadas à obras públicas e à administração do governo em geral (SECULT, 2021);
- b) Legislativo: Documentação referente aos séculos XIX e XX, recolhidas do Poder Legislativo. Refere-se a projetos de leis, atas, prestação de contas, requerimentos, decretos e portarias (SECULT, 2021);
- c) Judiciário: Documentação referente aos séculos XIX e XX, recolhida de cartórios e Juízos Judiciários do Estado do Pará. Constitui-se de inventários, certidões de casamento, nascimento e óbitos, mandados judiciais e inquéritos (SECULT, 2021).

Figura 3 - Salão Principal, onde são realizadas as pesquisas



Fonte: APEP (2023).

Para o usuário, há o setor de atendimento ao público que serve como local de consulta aos documentos da APEP, onde recebem orientação de funcionários habilitados, aos quais podem disponibilizar todos os instrumentos de pesquisa necessários, como catálogos, guias e listagens, além de fornecer informações sobre os procedimentos para a solicitação de documentos.

As consultas só poderão ser realizadas no próprio APEP em horário estabelecido. A instituição sempre está promovendo eventos e exposições que mostram um pouco da historicidade e cultura da Amazônia em parceria com diversos estabelecimentos, difundindo, assim, o patrimônio cultural (Figura 4).

Dentro das instalações do APEP, encontra-se uma biblioteca especializada em Arquivologia, História do Brasil e da Amazônia que atende às necessidades de informações paralelas e complementares às diversas pesquisas realizadas diariamente pelos usuários. O acervo da biblioteca se mantém atualizado com lançamentos através do serviço de seleção, intercâmbio e divulgação em parcerias com diversas instituições municipais, estaduais ou federais, livrarias e a promoção de eventos (SECULT, 2021).

Figura 4 - Exposição de documentos históricos da instituição que retratam os limites territoriais da Cabanagem



Fonte: APEP (2022).

O Setor de Pesquisa desenvolve e conduz atividades de investigação histórico-cultural de apoio institucional, oferecendo suporte à pesquisa mais ampla solicitada pela administração

pública (Figura 4). Além disso, esta divisão é responsável pela elaboração de verbetes dos documentos que, reunidos, formam o conjunto de obras publicadas pelo APEP. Isto inclui a realização de buscas, transcrições e a certificação da veracidade dos documentos para fins de emissões de certidões documentais (SECULT, 2021).

2.2 Integração do Arquivo do Estado do Pará com estudantes e profissionais de Arquivologia

O Laboratório de Preservação e Conservação de Documentos (Figura 5) tem como objetivo disseminar a política de preservação e conservação de documentos em suporte de papel; busca estabelecer normas para o acesso, além de se dedicar à recuperação de acervos documentais, iconográficos, cartográficos e bibliográficos. O laboratório também oferece oficinas com noções de conservação e restauro (SECULT, 2021).

Figura 5 - Alunos de graduação em Museologia da UFPA conhecem as técnicas de conservação preventiva no Laboratório de Preservação e Conservação de Documentos



Fonte: APEP (2022)

No laboratório, os documentos passam por etapas que auxiliam em sua conservação, dispondo de mesa e equipamentos (Figura 6), liderados pela bibliotecária e restauradora Fátima

Veloso (OLIVEIRA, 2022).

Figura 6 - Mesa e equipamentos



Fonte: Oliveira (2022).

Por fim, realiza-se o acondicionamento, utilizando caixas de papel neutro para armazenar os documentos restaurados, os quais são guardados em estantes de aço deslizantes (Figura 7) (OLIVEIRA, 2022).

Figura 7 - Estantes de aço deslizantes



Fonte: Oliveira (2022).

A questão da digitalização dos documentos vem acontecendo ao longo dos últimos anos no APEP. Com mais de 300 mil documentos disponibilizados aos usuários, esta mudança de suporte não só contribui no atendimento à demanda dos pesquisadores, como também garante uma perpetuação da informação contida nos documentos (SECULT, 2021).

Figura 8 - Laboratório de Digitalização dos documentos do acervo



Fonte: Secult (2021).

O Laboratório de Digitalização foi instalado em um setor do subsolo na instituição em meados de 2011 (Figura 8), contando com máquinas digitalizadoras importadas do Japão, podendo efetuar a digitalização dos documentos em colorido e proporcionando a impressão colorida e em tons de cinza, além de lâmpadas com filtro, garantindo a preservação do acervo contra riscos e danos causados pelos raios provenientes da luminosidade (CUTRIM, 2014).

Segundo o CONARQ¹ (2010), a digitalização dos documentos é uma prática recomendável para auxiliar instituições que guardam acervos arquivísticos como patrimônios culturais, sendo esta prática uma ferramenta importante que viabiliza o acesso e a difusão do

¹ O CONARQ é o Conselho Nacional de Arquivos, um órgão colegiado vinculado ao Arquivo Nacional do Brasil e responsável por formular políticas nacionais de arquivos públicos e privados, além de acompanhar sua implementação em todo o território nacional. O CONARQ foi criado em 1992 pela Lei Nº 8.159/1991, e é composto por representantes de diversos órgãos e entidades, como o Arquivo Nacional, o Ministério da Justiça, a Casa Civil, o Ministério da Cultura, bem como por representantes da sociedade civil.

conhecimento e da informação contida nos documentos, além de contribuir com a preservação dos originais.

De acordo com um servidor da instituição, o objetivo do arquivo está concentrado na conservação dos documentos em papel para fins históricos e comprobatórios, além de destacar uma política de digitalização do acervo como parte desse projeto.

3 AMBIENTES DIGITAIS E REALIDADE VIRTUAL

A evolução dos ambientes digitais está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento da linguagem e da comunicação ao longo da história humana. Inicialmente, as organizações sociais foram profundamente impactadas pela criação de ferramentas e linguagens que fortaleceram a compreensão da mente humana e possibilitaram a moldagem das estruturas sociais e culturais. A linguagem, em particular, desempenhou um papel crucial ao promover o compartilhamento do conhecimento e garantir a transmissão de ideias de geração em geração (BRAGA, 2016).

Ao abordar o compartilhamento do conhecimento é importante considerar os métodos e recursos utilizados para elaborar ideias e mecanismos linguísticos empregados. No início, esses mecanismos exploravam a linguagem corporal, como expressões faciais e gestos, além do aparelho fonador e da audição.

A repetição de expressões e seus significados levou à convencionalização do uso coletivo dessas formas de comunicação, transformando-as em signos linguísticos que facilitaram a interação entre diferentes grupos humanos. Conforme esses grupos se tornaram mais complexos, surgiram novas necessidades comunicativas e alternativas para a preservação do conhecimento compartilhado, culminando no desenvolvimento da memória humana, que permitia o registro para as futuras gerações (BRAGA, 2016).

As constantes evoluções linguísticas possibilitaram o registro da memória humana, evidenciado, por exemplo, pelas pinturas nas paredes, como as rupestres. Esses registros representavam a vida cotidiana do homem primitivo e proporcionavam novas formas de troca de conhecimento e interação social. Com o avanço tecnológico, novos materiais foram empregados para a gravação desses registros, como argila, placas de pedra e madeira, além da necessidade de torná-los mais facilmente transportáveis (BRAGA, 2016). Costa, Silva e Vilaça (2013, p. 122) complementa que:

Os primeiros registros escritos aconteceram em regiões onde aglomeraram-se as primeiras civilizações, e pela necessidade de um controle, houve o desenvolvimento de um sistema, cujo dirigentes deixaram sob os cuidados dos escribas. A introdução da escrita, foi um grande domínio técnico, e enquanto sistema capaz de exprimir graficamente a linguagem, acelerou todo o processo de construção cultural dos povos que a desenvolveram.

Com a evolução da escrita, os escribas e leitores sentiram a necessidade de melhorar a tecnologia de suporte textual. Os modelos até então utilizados não exigiam um grande volume de informação para registro, além de serem difíceis de guardá-los e consultá-los. A introdução do papiro e do pergaminho, os quais deram origem ao conhecido *rolo* de papel, resolveu esses

problemas. Nos anos posteriores, mais tecnologias foram implementadas objetivando maior conforto e facilidade no manuseio e guarda das informações, como o *códex* medieval, o precursor do livro (BRAGA, 2016).

Todas as evoluções linguísticas, bem como formas de preservar e guardar as informações foram acompanhadas por transformações sociais e tecnológicas. No contexto da Revolução Industrial, teve um grande impacto nos modos de produção e nas relações socioestruturais e econômicas, moldou gradativamente a natureza do mercado de trabalho e fortaleceu o conceito que se conhece hoje como a sociedade da informação.

É neste contexto que a informação passa a ser a principal fonte de domínio de determinadas esferas sociais controladas por um grupo hegemônico, fato comprovado pelo alto investimento no desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação, como o desenvolvimento das redes de computadores, dos *smartphones*, da conexão de banda larga, etc. Com esses investimentos, as formas de linguagem trabalhadas de forma analógica (*e.g.* fita cassete e película de filme) e outros meios impressos, começaram a migrar para os meios digitais o que garantiu a integração de forma híbrida.

O processo dessas implementações fortaleceu ainda mais novas formas de comunicação, composições e gêneros textuais, exemplificado pelas novas formas de socialização do conhecimento. A criação das redes sem fio (*wireless*) teve como impacto a flexibilização dessas práticas, tornando o fluxo de informações cada vez mais rápido e diminuindo o tempo de resposta para a troca de dados. É nesse contexto que a era informatizada e os diferentes setores digitais estão em constantes transformações, onde as novas formas de linguagem e troca do conhecimento possibilitam alternativas que renovassem os ambientes de trabalho, acadêmico e lazer, reforçando a ideia dos ambientes digitais na qual se conhece hoje em dia (BRAGA, 2016).

Os ambientes digitais estão presentes em diversos setores da sociedade, como no comércio, na indústria, na educação e na recreação cada vez mais integrados na era informatizada. O conceito de ambiente digital está primordialmente inserido no contexto de ensino e das linguagens. O avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação proporcionaram variados tipos de leituras e interpretações textuais juntamente com novas formas de recursos que facilitaram esse tipo de abordagem.

O termo ambiente é algo que dá sentido à vida, que ultrapassa as fronteiras do ambiente natural, onde o ser humano não ficou limitado a adaptar-se às condições naturais existentes. Pelo contrário, modificou e alterou o mundo atual e criou vários tipos de ambientes, como aldeias e cidades. “Enquanto ambientes construídos, não naturais, as cidades não são o resultado

apenas da adaptação da espécie humana a elas, na verdade, representam uma nova forma de vida *sui generis*” (GOMES; LEITÃO, 2017, p. 42).

Sendo assim, os ambientes digitais são como uma construção social e humana, na qual fazem parte diversos tipos de ambientes, construídos a partir de determinadas necessidades para as quais foram designados (GOMES; LEITÃO, 2017). Por exemplo, o deslocamento entre as cidades, as trocas culturais e linguísticas são variações de ambientes - e essas variações são comparáveis às variadas plataformas digitais, aonde dentro de uma determinada plataforma, o usuário está sempre se deslocando (*on-line*, em diferentes sites ou serviços de redes sociais e *off-line*, em seu computador social) e interagindo nas mais variadas plataformas.

Para exemplificar esta ideia, Gomes e Leitão (2017, p. 44) detalham sobre o filme *Emoji*

[...] o interessante do filme é a representação dos aplicativos de um *smartphone* como cidades de diferentes geografias, bem como o gênero de vida de seus habitantes [...] também a forma como se dá o deslocamento dos emojis por vários aplicativos, cada um bem diferente do outro, mas, mesmo assim, conectados e interligados, tais como as diferentes cidades, tudo isso para evocar a ideia de rede que supõe um modelo baseado na urbanização. Temos então várias imagens retiradas do imaginário urbano, desde a arquitetura, equipamentos urbanos, até as instituições comuns às cidades modernas e contemporâneas. O importante a ser destacado é que todos os fenômenos e eventos digitais que ali ocorrem são devidamente localizados e espacializados.

Assim como os mais variados ambientes formados, o digital, ao longo dos anos, também garantiu que a difusão do conhecimento, da informação e as mídias sociais pudessem ser compartilhados em diversas plataformas que são objeto crucial para a compreensão do chamado ambiente digital.

As plataformas digitais são compreendidas como modelos de negócios que funcionam através da tecnologia, conectando usuário-usuário, usuário-empresa, empresa-empresa; são auxiliadoras das tarefas do dia a dia. Um dos seus principais objetivos é gerar maior flexibilidade entre esses indivíduos garantindo melhor diálogo, redução de custo, automatização de processos e maior alcance entre as pessoas.

A plataforma mais rentável atualmente está ligada às redes sociais e aos serviços de *streaming*. Focados no lazer e na interação social, figurando objetos fundamentais para a diversificação dos projetos de imersão e socialização nos ambientes digitais.

Para Murray (2017), os ambientes digitais estão definidos em quatro propriedades:

- a) Procedimentais: o computador tem o poder de processamento de regras definidas pelo seu programador. É neste sentido que a interação usuário-computador seja completa e flexível, fazendo com que os serviços apresentados pelo PC sejam mais interativos para o usuário;

- b) Participativas: como o próprio nome diz, o usuário estará interagindo com o ambiente virtual através de mecanismos que o próprio computador pode expor: *links*, *hiperlinks*, ramificações e conteúdos que recomendem de acordo com as escolhas e aspirações do usuário. Os programas de computador reagem às informações ou comandos inseridos pelo interator propiciando novas formas de caminho e interatividade;
- c) Espaciais: as análises de um ambiente espacial vão desde a comunicação até formas de interatividade em tempo real, como projetar um *avatar* e ter contato com este ambiente. Atualmente é mais comum ter esse tipo de exploração, como em *Second Life*² e jogos de interação social em RV, como o *VRChat*³;
- d) Enciclopédicas: os ambientes digitais foram concebidos como projetos para o armazenamento, recuperação e processamento da informação, visando serem acessíveis em diversas partes do mundo. Além disso, têm a finalidade de proporcionar acesso à informação e possibilitar a exploração de acervos bibliográficos, museus e outros recursos culturais por meios digitais.

Considerando os avanços tecnológicos e sociais que, gradativamente, moldaram os espaços de interação e comunicação, as formas tradicionais foram aprimoradas e adaptadas para as novas tecnologias. Isso gerou um fluxo de informação capaz não só de permanecer no espaço físico, mas também de estar presente nos ambientes digitais. Independentemente de como esses recursos influenciaram a sociedade, Manovich (2002) exemplifica que o cinema, a palavra impressa e a interação humano-computador são os principais reservatórios de metáforas e estratégias de organização da informação, que por sua vez alimentam as interfaces culturais. Sendo assim, é possível elaborar uma perspectiva diferenciada entre um ambiente físico e digital, sendo as principais:

- a) Localização: os ambientes físicos existem em local real e específico, enquanto que o digital está alocado nas redes de *internet* e computadores, podendo ser acessados em qualquer lugar e a qualquer momento;

² *Second Life* é uma plataforma de mundo virtual online lançada em 2003 pela empresa Linden Lab. Nesse mundo virtual, os usuários podem criar avatares e interagir entre si, explorando ambientes tridimensionais, participando de atividades sociais, educacionais, comerciais e recreativas (LUCA THE GUIDE, 2019).

³ Assim como *Second Life*, o *VRChat* também é uma plataforma de mundo virtual, com a criação de avatares e interação. O grande diferencial é a possibilidade de os usuários criarem seus próprios mundos e jogos dentro da plataforma, utilizando uma variedade de ferramentas de desenvolvimento disponíveis. Isso resulta em uma grande diversidade de ambientes e experiências disponíveis para os usuários explorarem e interagirem, além do suporte para headsets de realidade virtual.

- b) Tempo: os ambientes físicos estão propícios a sofrerem com a ação da natureza, como também, dependendo do tipo de material a ser utilizado, ter um prazo de validade. Os ambientes digitais podem existir indefinitivamente;
- c) Comunicação: a comunicação nos ambientes físicos é feita por meio da linguagem corporal e da fala, enquanto que nos ambientes digitais, pode-se implementar com mensagens de texto, áudio e vídeo através de algumas plataformas digitais (*blogs, sites, redes sociais, jogos eletrônicos, podcasts, etc.*);
- d) Segurança: em ambos os casos, há uma preocupação notável, mas especificamente nos ambientes digitais, os perigos estão atrelados a ataques cibernéticos e invasões de privacidade, enquanto que no ambiente físico está ligado com a integridade física;
- e) Personalização: em um ambiente físico, a personalização é limitada pelo espaço e os recursos que, até então, estão sendo disponibilizados. No ambiente digital, a criatividade é possibilitada, garantindo mais opções de personalização, atendendo às necessidades do usuário;
- f) Interatividade: os ambientes físicos oferecem interações com os objetos locais e com as pessoas ao redor, enquanto que no digital, é implementado pelas tecnologias de computador e dispositivos eletrônicos.

As novas formas de interação fizeram com que alguns serviços necessitassem de novas adaptações de acordo com o crescimento e popularização das plataformas digitais. O que se vê atualmente é a flexibilização desses serviços para estar atualizado através das plataformas híbridas, como uma forma de integrar o espaço físico com o espaço digital.

3.1 A Realidade Virtual

As definições de RV são amplas. Diversos autores, acadêmicos, escritores e desenvolvedores de *software* tiveram uma perspectiva diferente com base nas suas próprias experiências e abrangeram diversas características que puderam definir o objeto de referência na literatura. As primeiras menções do que seria a RV foram citadas em meados da década de 1930 pelo escritor de ficção científica Stanley G. Weinbaum, em seu livro *Pygmalion's Spectacles* (WEINBAUM, 2016).

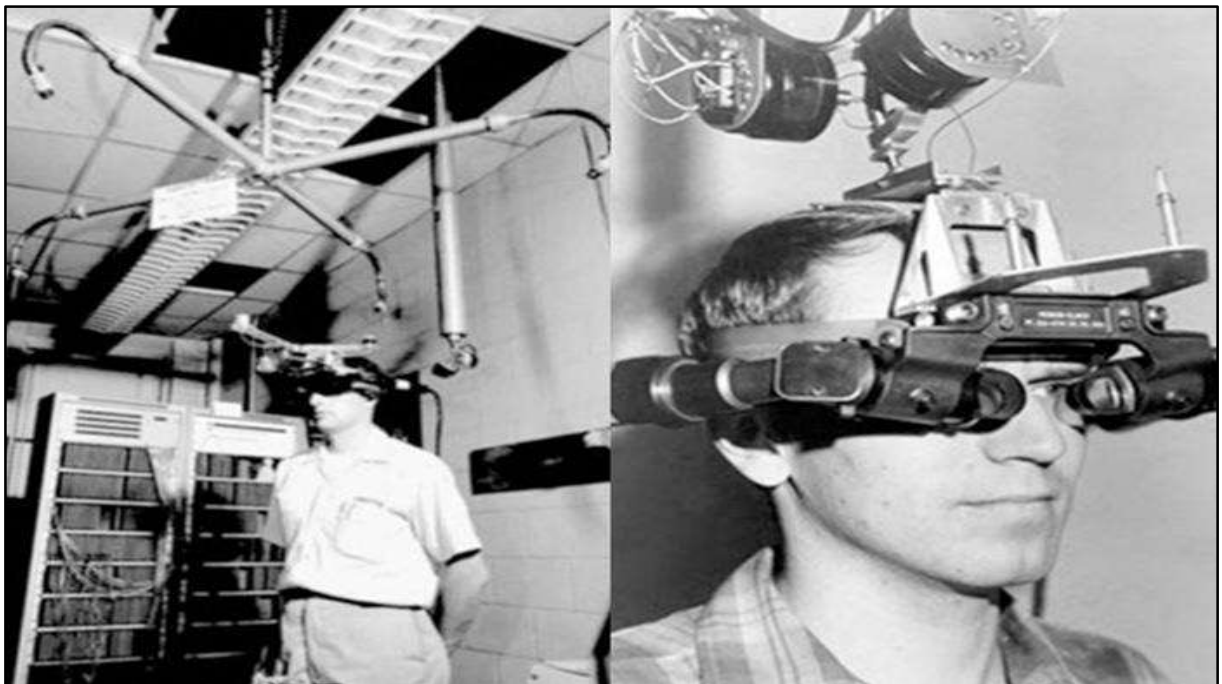
Em sua narrativa, a história conta que foi criado um dispositivo que permitia aos personagens experimentar uma realidade fictícia por meio de estímulos sensoriais. Este dispositivo mencionado seria o predecessor dos óculos de RV. A história foi inovadora na época

em que foi escrita, pois antecipou conceitos que se tornaram centrais para o estudo da RV e a experiência imersiva por meio da tecnologia (LOUREIRO; GUERREIRO; ALI, 2020).

Na década de 1950, o cineasta Morton Heilig criou um sistema chamado Sensorama, uma cabine que proporcionava experiência sensorial completa, incluindo visão em 3D, som estéreo, movimentos e até aromas. Embora não seja exatamente a RV como conhecemos atualmente, o sensorama foi uma das primeiras tentativas de criar uma experiência imersiva (LOUREIRO; GUERREIRO; ALI, 2020).

Na década de 1960, Ivan Sutherland foi um dos pioneiros na área da computação e do desenvolvimento de sistemas de RV. Uma de suas notáveis criações foi o *Head-Mounted-Display* (HMD) (Figura 9), um dispositivo usado para experiências de realidade virtual imersiva. O HMD, assim como os *headsets* de RV atuais, tinha a proposta de exibir imagens em frente aos olhos do usuário, proporcionando a sensação de estar imerso em um ambiente em tempo real.

Figura 9 - *Head-Mounted-Display* (HMD)



Fonte: Lanier (2013).

Lanier, na década de 1980, pioneiro no desenvolvimento de dispositivos de RV e tecnologias relacionadas, foi o primeiro a creditar o termo Realidade Virtual, para diferenciar as simulações feitas por computador de simulações envolvendo múltiplos usuários em um ambiente compartilhado. A *VPL Research Inc.*, empresa fundada por Lanier, foi uma das primeiras a desenvolver e comercializar dispositivos e sistemas de RV. Esta empresa projetou e fabricou equipamentos e dispositivos de RV, incluindo luvas e trajes de corpo inteiro que

permitiam aos usuários interagir com ambientes virtuais por meios de gestos e movimentos físicos, além de desenvolver software e plataformas para criar experiências de RV interativas (MACHADO, 1995).

Atualmente, Lanier (2013) é um cientista da computação, músico e autor, que escreveu vários artigos e livros, sobretudo relacionados à RV e os impactos tecnológicos no âmbito social e a filosofia da informação e o futuro do humanismo. Em seu livro *Virtual Reality* (1984), explora os conceitos, as possibilidades e os impactos em potencial para a RV. Lanier destaca a importância de criar experiências de RV que envolvam vários sentidos, indo além da visão e incorporando também a audição, e possivelmente, o tato e o olfato.

Diante das diversas definições de RV, Rodrigues e Porto (2013, p. 99) explicam que:

Existe uma extensa quantidade de definições sobre realidade virtual, de forma geral, elas fazem referência a uma imersiva e interativa experiência que se baseia em imagens gráficas 3D geradas por computador em tempo real, em outras palavras, é uma simulação de um mundo real, ou apenas imaginário gerada por computador.

3.2 Dispositivos de RV e suas funções

Os dispositivos de RV constituem um dos vários instrumentos que compõem o ambiente virtual; são um conjunto de tecnologias que permitem aos usuários experimentar e interagir com ambientes digitais tridimensionais simulados. Esses dispositivos incluem *headsets* de RV, sensores de rastreamento, controladores e recursos de software e hardware que juntos criam a experiência imersiva.

No sentido de manipulação e contato seja imersivo ou não imersivo no ambiente virtual, pode-se destacar os principais dispositivos de RV: rastreadores, *headsets* ou capacetes e experiências táteis.

Os rastreadores são dispositivos utilizados com a principal função de acompanhar e capturar os movimentos do usuário. São anexados em objetos ou no corpo humano para registrar a posição e a orientação no espaço 3D. Dentro do espaço virtual são essenciais para capturar os movimentos do corpo humano e garantir mais imersão; são também usados em conjunto com os *headsets*. Exemplos mais comuns são os rastreadores da *High-Tech Computer (HTC) Vive* e *Tundra*.

Já os *headsets* ou capacetes são dispositivos com duas lentes acopladas, uma para cada olho e auto-falantes. São dispositivos usados na cabeça para fornecer uma experiência imersiva com áudio e imagem tridimensional. Essas experiências imersivas são criadas com a exibição de imagens estereoscópicas uma para cada olho, ou seja, são geradas imagens ligeiramente

diferentes para criar uma ilusão de profundidade e simulam como nossos olhos percebem o mundo real em 3D.

Para garantir essa experiência, os sensores e as câmeras do *headset* rastreiam a posição e a orientação da cabeça e do corpo, incluindo o ambiente físico em que se está presente. Em relação ao áudio, os componentes fornecem áudio espacial, o que significa que os sons são produzidos em diferentes direções e intensidades a partir do movimento do corpo e da cabeça, todos auxiliados pelos sensores e câmeras do *headset*.

Os principais *headsets* presentes no mercado e são bastante populares entre os usuários são da linha *Meta*, antiga *Oculus* (*Meta Quest*, *Oculus Rift*), *HTC*, *Pico* e *Valve Index*. Não menos importante, também pode ser incluído os mais acessíveis, voltados para dispositivos *smartphone*, mas que não garantem total imersão: *Google Cardboard*, *Samsung Gear* e *BoboVR*.

As experiências táteis são equipamentos e sensores que dão sensações de toque e contato físico enquanto o usuário interage com o ambiente ou objetos virtuais. Incluem luvas hápticas e exoesqueletos (equipadas com sensores de movimento, e *feedback* tátil com vibração e retroalimentação que provocam a sensação de toque e textura), estímulos térmicos e armaduras de pressão pneumática.

Os *softwares* são responsáveis pelo desenvolvimento e na experiência da RV, caracterizados por fazer a renderização gráfica, a programação, modelagem 3D, simulações, visualização de dados e promover o entretenimento e educação através de aplicativos e jogos. Com o fortalecimento do mercado de RV e a demanda maior de usuários, projetos que viabilizam a comunicação e a interação social estão em alta e foram impulsionados pelo isolamento social ocasionado pela pandemia da COVID-19, onde o trabalho remoto passou a ser a realidade momentânea e grandes eventos como *shows*, congressos, feiras e exposições foram projetados para as plataformas digitais, incluindo a RV (PRÓXIMO NÍVEL, 2021).

A RV, sendo uma tecnologia promissora, ainda enfrenta diversos desafios significativos. Um dos principais obstáculos está no custo associado aos seus dispositivos, que podem ser muito onerosos para instituições e empresas que têm interesse na implementação desta tecnologia e para usuários comuns que buscam os dispositivos para fins recreativos (GHISLENI, 2022); a resistência e aceitação por parte das pessoas, seja por familiaridade e conforto com a tecnologia, causado pelo desconforto ocular por uso intenso, náuseas e desorientação (KLEINA, 2024) ou pela segurança, privacidade e proteção de dados, enfrentando barreiras éticas e legais (NEVES, 2020; FINNEGAN, 2023).

3.3 Plataformas de RV

As plataformas de RV são responsáveis pela interação e desenvolvimento do ambiente virtual. Os mais variados tipos constituem de aplicativos e programas que complementam os *headsets* e dão novas possibilidades de acesso e comunicação nos ambientes virtuais. Os investimentos que alavancaram a emergente tecnologia foi a empresa *Oculus VR* (Figura 10), hoje marca da *Meta*, adquirida pelo conglomerado em 2014.

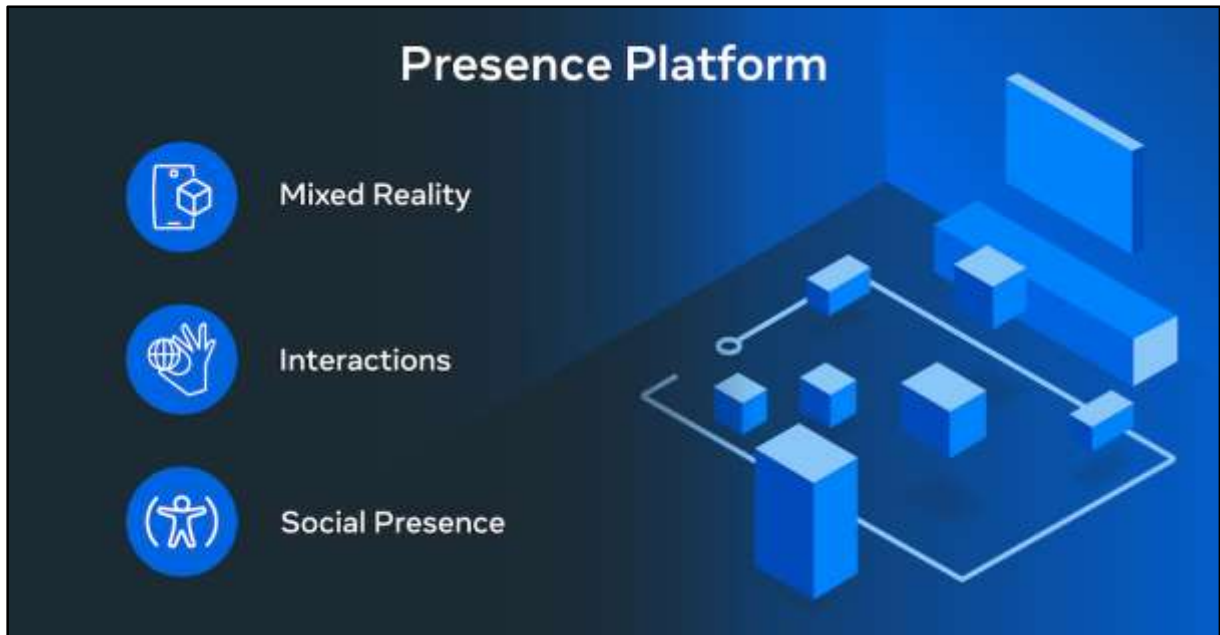
Figura 10 - Uma placa no estande da Oculus VR na *CES Internacional* de 2015 no Centro de Convenções de Las Vegas



Fonte: Zeitchik (2015).

Os investimentos consistem na produção de *headsets* de RV e no desenvolvimento de *softwares* para a integração da RV. Com a parceria e posterior aquisição da empresa pela *Meta Inc.* (antiga *Facebook Inc.*), implementou-se novos recursos, como a criação da *Meta for Developers*: voltado para desenvolvedores que queiram criar aplicativos e experiências voltadas para os produtos da Meta, incluindo experiências de RV. Assim foram surgindo vários aplicativos, sejam para produtividade ou para diversão. A *Presence Platform* (Figura 11) é um conjunto de tecnologias e princípios de *design* usados para criar experiências imersivas de RV e Realidade Mista (RM) nos dispositivos *Meta Quest*. Os recursos incluem o aprimoramento dos serviços de rastreamento e detecção de movimento, além de usar os recursos sociais para melhorar a comunicação e interação entre os usuários, como o bate-papo por voz e o compartilhamento de experiências (BAWA, 2023).

Figura 11 - Divulgação dos tipos de tecnologias presentes na plataforma



Fonte: Meta, Inc. (2023).

A *Valve Corporation* também foi uma das empresas que se dedicaram ao campo da RV e fabricaram *headsets* em parceria com a *HTC*. A *Valve* foi responsável pela criação da plataforma de jogos *Steam*, sendo uma das mais populares e conhecidas atualmente. Com a crescente popularização da RV, a empresa lançou a plataforma *SteamVR*, promovendo o desenvolvimento e distribuição de jogos e programas de produtividade para o PC com a integração dos *headsets* de RV.

Os ambientes de bate-papo e interação social também são considerados exemplos de plataformas de RV, uma vez que o usuário pode interagir com conteúdos digitais 3D por meio de representações virtuais de si mesmos, popularmente conhecido como *avatars* (Figura 12). Esse tipo de plataforma não está limitado ao uso de trajes e óculos específicos, podendo ser experienciado por diferentes níveis de interação, imersão e fidelidade. Vale ressaltar que esses foram os primeiros exemplos de uma experiência interativa entre os usuários de diversas regiões do mundo que compartilhassem o mesmo local dentro de uma realidade paralela baseando-se no conceito da RV.

Figura 12 - Exemplos de jogos de interação social



Fonte: Captura de tela de Luca The Guide (2019).

Second Life é um dos aplicativos populares quando se fala em simulação social. Lançado em 2003, este simulador permite que o usuário crie um avatar e explore vários mundos, participando de diversas atividades. O diferencial está na criatividade da comunidade e os recursos que implementam a interação social, garantindo a popularização do aplicativo. O *VRChat*, assim como *Second Life*, também tem a mesma proposta de ser um aplicativo de interação social. Criado em 2014, serviu como um aplicativo para *Windows* para o protótipo do *Oculus Rift DK1*, o primeiro *headset* criado pela Oculus (LUCA THE GUIDE, 2019).

A novidade que diferencia às redes sociais semelhantes está na compatibilidade com os *headsets* de RV, possibilitando a inserção do usuário para aquele ambiente de forma mais imersiva e interativa: contato com outras pessoas, com objetos, e ter mais liberdade de movimento, utilizando como por exemplo, rastreadores de movimento.

3.4 Recursos para a elaboração de um ambiente de RV

Desde os primeiros conceitos e protótipos do que seria um ambiente virtual, os pesquisadores buscaram diversas formas de projetar e operar o ambiente virtual. Com os recursos atuais, os projetos para a elaborar este ambiente estão mais consolidados, especificamente com os recursos de *software* e *hardware*, com ferramentas que permitem a criação, edição e exibição de conteúdos digitais em 3D. Esses *softwares* e *hardwares* podem

variar de acordo com o tipo de ambiente RV, nível de imersão, interatividade e fidelidade que se deseja alcançar.

O *software* de computador pode ser definido como instruções (programas de computador), que quando executadas, fornecem desempenho, características e funções nas quais são desejadas (PRESSMAN, 2006). Como um todo, o *software* tem a responsabilidade de permitir que a máquina compreenda e execute os comandos do usuário. Sendo considerada a parte lógica e imaterial, é encarregada de fornecer instruções para o *hardware*, este consistindo ser a parte física que compõe o dispositivo.

Os *softwares* são categorizados de acordo com seus objetivos e funções, classificados em três maneiras distintas, cada qual com seu propósito e uso específico:

- a) *Softwares* de sistema: são a porta de entrada para dar suporte aos aplicativos e fornecer plataformas para outros *softwares* funcionarem. Eles formam a infraestrutura essencial para que ambos, *hardware* e *software*, trabalhem em harmonia. Os exemplos mais comuns são os de Sistemas Operacionais, como o *Windows*, *MacOS* e *Linux*, além de *drivers* de *hardware* que permitem a comunicação entre o sistema operacional e os componentes físicos. Destacam-se também os serviços de bancos de dados e de arquivos.
- b) *Softwares* de programação: são linguagens de programação, compiladores, depuradores, editores de códigos e Ambientes Integrados de Desenvolvimento (IDE), desempenhando um papel crucial na construção de aplicativos até sistemas complexos. voltados para programadores e desenvolvedores, auxiliando-os no ambiente e interface necessárias para criar novas aplicações. Destacam-se as linguagens de programação específica como o *Java*, *C++* e *Python*.
- c) *Softwares* de aplicativo: direcionados para realizar tarefas específicas dos usuários, sendo caracterizados por estar no cotidiano destes e realizados diversas funções variadas. Exemplos mais comuns são os navegadores *web*, aplicativos de mídia, jogos, editores de vídeo e imagem.

No que tange à RV são ferramentas que possibilitam o desenvolvimento do ambiente de RV; permitem ao usuário criar e personalizar seus próprios mundos virtuais, avatares, objetos e outros elementos, compartilhando com as plataformas disponíveis. Diversas empresas utilizam *softwares* para incorporar na indústria; na arquitetura; na educação; na medicina, entre outros. Netto (*et al.*1998, p. 112), ressaltam que “[...] hoje existem diversas empresas especializadas em softwares de ambientes virtuais. Algumas possuem modeladores para desenvolvimento de aplicações gerais, outras para planejamento e implementação de mundos

virtuais em tempo real e outras se especializaram em desenvolvimento de ambiente virtual interativo para projeto, análise e prototipação virtual.” Os *softwares* mais populares incluem:

- a) *Unity*: uma plataforma de desenvolvimento de jogos e aplicativos 3D que incluem recursos de modelagem, animação e programação. É amplamente utilizado para simulações com recursos de treinamento, educação e lazer;
- b) *Adams/Car*: Permite que engenheiros criem modelos computacionais de veículos com exata representação de partes envolvidas na montagem do veículo.

Os *Hardware*s são componentes físicos que compõem um sistema de RV; eles permitem a interação do usuário com o ambiente virtual: óculos especiais (*Meta Quest* e *HTC*), sensores de movimento (*Tundra Tracker* e *Ovi*), esteiras para movimentação, entre outros. Também incluem componentes para processar e renderizar os aplicativos e *softwares*, como placas de vídeo (*Nvidia* e *AMD*) e processadores (*Intel* e *AMD*) (GUEDES, 2023).

No que tange a RV, a adição dos equipamentos multissensoriais é o complemento que garante a total experiência em um ambiente imersivo (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

Os recursos de *hardware* essenciais estão dispostos em:

- a) Unidade Central de Processamento (CPU): sendo um dos componentes de *hardware*, é a unidade computacional principal em um servidor. A CPU é o principal componente que faz o processamento dos sinais e torna a computação possível. Atuando como cérebro de qualquer dispositivo de computação, busca instruções na memória, executa as tarefas necessárias e envia a saída de volta para a memória. Em sua totalidade, lida com todas as tarefas necessárias para executar o sistema operacional e as aplicações. Os principais componentes são: os registradores, a unidade de controle e a Unidade Lógica Aritmética (ULA);
- b) Unidade de Processamento Gráfico (GPU): popularmente conhecido como placa de vídeo, é responsável por renderizar imagens e vídeos. O componente se baseia na computação paralela para realizar cálculos intensivos e acelerar operações de modo a gerar informações visuais.
- c) Dispositivos de entrada e saída: esses dispositivos são caracterizados pelos equipamentos multissensoriais que rastreiam e capturam os movimentos do corpo, posicionamento dentro do ambiente, luvas para sensibilidade, etc. São esses que compõem toda a estrutura para a criação e imersão em um ambiente virtual, em especial o *headset*.

Entende-se que os dispositivos de entrada e saída de informações visam aumentar o nível de imersão e interação do usuário com o sistema. Para compor o ambiente imersivo, cada

um possui características que em conjunto projetam uma melhor experiência do usuário. Sendo assim, os dispositivos de entrada são responsáveis para que o usuário interaja com o ambiente virtual. Os periféricos enviam informações da interação do usuário para o sistema, no qual os mais comuns podem ser caracterizados por dois tipos: de interação e rastreamento.

Os periféricos de interação permitem ao usuário a movimentação e manipulação dos objetos do mundo real, direta ou indiretamente, seja por luvas, como no caso do projeto *Haptglove*, que permite ao usuário ter sensação tátil do objeto virtual que se aproxime da realidade (Figura 13).

Figura 13 - Luva Haptglove, desenvolvido na Universidade Nacional de Cingapura (NUS)



Fonte: Cimerman (2023).

Existem também os periféricos de interação por esteira omnidirecionais, que permitem ao utilizador caminhar e correr dentro do ambiente virtual sem sair do espaço físico como no caso do *OmniOne* da *Virtuix* (Figura 14).

Figura 14 - Esteira omnidirecional desenvolvido pela Virtuix



Fonte: Virtuix

Há também os periféricos de interação por sensores vibratórios que acoplam troncos e braços, como o projeto em desenvolvimento *Hardlight VR suit*, que permite ao usuário ter sensações como toque e vibrações (Figura 15). Em ambos, as ações do usuário são identificadas em um espaço 3D.

Figura 15 - Hardlight Suit, acoplado no tronco e braços



Fonte: Filtromag

Os de rastreamento trabalham com a captação do ambiente, posição e orientação do usuário, além de fornecer sinais de gestos corporais, nas quais podem ser acoplados em cada membro do corpo.

4 CONSTRUÇÃO DA RV NA APEP: REQUISITOS E VIABILIDADE

Os avanços tecnológicos propiciam uma definição mais ampla acerca da popularização dos instrumentos de integração entre o ambiente físico e digital. Martins e Guimarães (2012) destacam a importância da inclusão da RV nas áreas de ensino, simulando detalhes como processos químicos e físicos.

O processo de inclusão da RV também contribui para o desenvolvimento de aplicações direcionadas a valorização e divulgação de bens culturais com exposições virtuais e acervos digitais, sejam de museus ou arquivos. Efetivamente, as instituições, que acompanham as transformações sociais e culturais, também podem acompanhar as tecnológicas (MUNIZ; SILVA, 2021).

Entende-se que a implementação eficaz da RV ainda representa um desafio, pois requer superar várias barreiras. A primeira delas consiste na identificação dos conteúdos que podem se beneficiar dessas tecnologias. Isso ocorre devido à falta de conhecimento suficiente sobre seu potencial, especialmente por parte dos profissionais que atuam na manipulação dessas tecnologias. A segunda barreira é de natureza tecnológica, abordando a disparidade entre o processo de desenvolvimento proposto na engenharia de *software* para aplicações interativas e a forma em como esses projetos estão sendo executados e os componentes de *hardware* para executar essas plataformas de forma eficaz. A terceira barreira envolve a viabilidade financeira para a integração dessas tecnologias no contexto educacional e institucional (MUNIZ; SILVA, 2021).

As abordagens para a resolução dessas barreiras são propostas para melhor projetar esses ambientes e servir como sustentação para novos projetos para outros setores sociais, seja em escolas, em museus, ou entre outros. São necessárias ferramentas essenciais para garantir que esses ambientes tenham sucesso e que possam ajudar mais usuários na introdução dessas tecnologias.

4.1 Hardware e Software

Compreende-se que a interação do usuário com o ambiente virtual é um dos fatores primordiais da interface e está diretamente ligado com a capacidade do dispositivo tecnológico de detectar as ações e reagir instantaneamente, alterando os aspectos da aplicação. Há necessidade de equipamentos com tecnologias e suportes recentes, para melhor desenvolver o sistema de RV. Por exemplo, para atender o mercado de jogos e aplicativos, os processadores

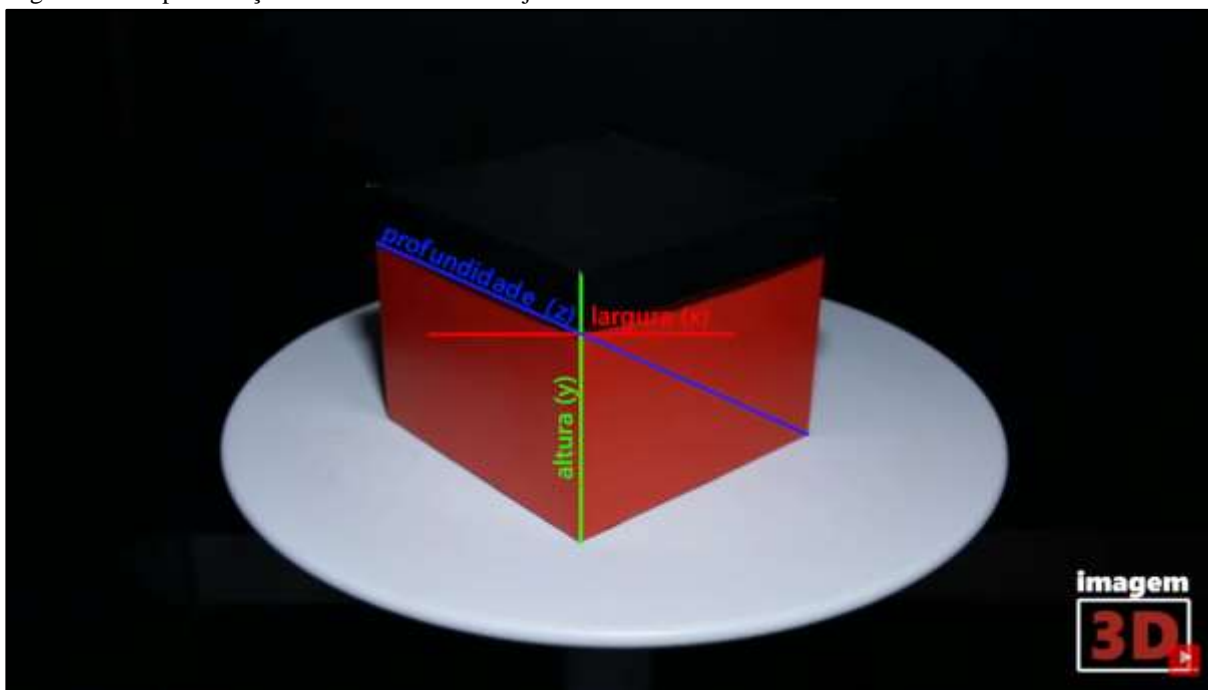
e placas de vídeo são um dos elementos mais importantes, pois são primordiais na complexidade de gerar elementos tridimensionais. No que tange a RV, a adição dos equipamentos multissensoriais é o complemento que garante a total experiência em um ambiente imersivo (TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006).

O sistema de projeção de um ambiente imersivo não está estritamente fechado aos componentes mais complexos e de última geração. Embora os componentes de *hardware* e *software* mais recentes sejam o projeto ideal para a completa experiência, a premissa inicial é de inserir o usuário no ambiente virtual, garantindo mais facilidade, menos custos e recursos necessários.

Sendo assim, o primeiro enfoque para a inserção do usuário no APEP é a capacidade de conhecer o ambiente e as instalações/setores através da captura de vídeo e imagem em 3D usando uma câmera de 360° e visualizando os resultados através de um *headset* de RV para *smartphone*.

Cada olho do usuário capta uma imagem diferente do mundo, pois estão em posições físicas distintas. Assim, ao observar um objeto com apenas um dos olhos, ele é percebido em posições diferentes. No entanto, ao enxergar simultaneamente com os dois olhos, o cérebro é capaz de fundir essas imagens em uma única representação tridimensional, proporcionando a sensação de profundidade que experimentamos no mundo real. O cérebro humano possui a habilidade de interpretar as três dimensões (altura, largura e profundidade), discernir os efeitos de iluminação e compreender o processo de deslocamento do objeto (Figura 16).

Figura 16 - Representação das dimensões um objeto através do olho humano



Fonte: Captura de tela de Tecmundo (2016).

O *headset* realiza essa simulação, onde cada lente é dedicada a um olho e projeta imagens idênticas, com pequenas variações de posição conforme o olho. Para que essa função seja executada, o *smartphone* se integra ao dispositivo por meio de um *software* equipado com giroscópio, responsável pela divisão da tela (um sensor que detecta a velocidade angular do aparelho) e proporciona liberdade de movimento ao longo dos eixos (Figura 17). O *Google Cardboard* foi um dos primeiros dispositivos projetados para *smartphones*, com ênfase em baixo custo, com o intuito de estimular o interesse e o desenvolvimento de aplicativos em Realidade Virtual.

Figura 17 - Duas imagens espelhadas com auxílio da plataforma *Youtube* para cada lente



Fonte: Captura de Tela de Tecmundo (2016).

Atualmente, os *headsets* com auxílio de um *smartphone* representam o marco inicial para a inserção do usuário em uma experiência de RV, garantindo uma experiência visual inicial. Os mais comuns do mercado são *BoboVR M2 Pro*, *VR Shinecon* e *VR Box*.

Em complemento a esses dispositivos, a câmera de 360° desempenha o papel fundamental de proporcionar ao usuário os recursos necessários para uma imersão completa, pois tem a capacidade de capturar imagens em todo o ambiente, abrangendo diferentes direções e perspectivas por meio de duas ou mais lentes. Dessa forma, o usuário pode desfrutar de uma visão abrangente do ambiente, das instalações e dos setores da instituição. O processo de captura de fotos e vídeos pode ser realizado dentro das próprias instalações da instituição. O ideal é capturar imagens em cada setor (para fotografias) ou realizar uma caminhada enquanto se manuseia a câmera (para vídeos).

Figura 18 - Vista panorâmica da estrutura dos galpões com *containers por* Câmera de 360°



Fonte: Captura de Tela de VR Vision Realidade Virtual (2021).

A prática de capturar fotos e vídeos panorâmicos com o auxílio das câmeras 360° está se popularizando na arquitetura e engenharia. Isso ocorre porque auxilia empreendedores, gestores e colaboradores a obterem uma compreensão mais detalhada do ambiente das empresas, contribuindo para o aprimoramento de seus planos de carreira, gestão e implementação de novos recursos (Figura 18).

4.2 Aplicação para o Arquivo Público do Estado do Pará

Seguindo esta linha de raciocínio, propõe-se a aplicação destes componentes de *hardware* e *software* no APEP.

Em relação aos materiais dispostos na seção 4.1, os métodos para a elaboração de um ambiente em RV consiste na captura de fotos e captura de vídeo. Ambas utilizam *softwares* e plataformas que diferem na divulgação e experiência final. A ideia desta experiência é convidar o usuário a conhecer o espaço físico da instituição e destacar os setores que compõem o arquivo. Ou seja, a primeira experiência é inteiramente visual, sem a necessidade de objetos tridimensionais renderizados e efeitos sonoros. Dito isto, o Salão Principal (Figura 3), o Salão de Exposição de Documentos (Figura 4), o Laboratório de Preservação e Conservação de Documentos (Figura 5) e o Espaço de Estantes Deslizantes (Figura 7) estarão em destaque para a exibição da experiência imersiva.

As capturas de fotos serão responsáveis pela experiência de um ambiente estático. Cada setor do APEP será representado por apenas uma foto em 360°. Com auxílio de um tripé, a câmera será posicionada ao centro do setor e sem a presença do usuário. A câmera, que possui duas lentes, uma à frente e outra atrás, realiza a captura de todo o ambiente. Este processo poderia ser executado por um servidor da própria instituição, já que não requer o uso de ambientes de computação complexos.

A transferência da mídia para o computador pode ser feita por um cabo USB-C (no caso das câmeras 360° atuais), onde a fotografia ficará disponível para diversas plataformas como *Mega*, *Google Drive*, entre outros. Em relação ao *Google Drive*, o usuário hospeda os arquivos para a plataforma, ficando disponível para acessar através de uma conta pessoal ou empresarial. O *Google Fotos* será responsável pela reprodução da foto, podendo ser aplicado em outros softwares, em especial o *Google Maps* e o *Google Street View*. Ambos possuem recursos para visualização de fotos panorâmicas e são opções fundamentais para a divulgação e difusão do APEP em diferentes plataformas.

No próximo passo utiliza-se um *software* para a compreensão do conteúdo da foto e um desses processos é conhecido como renderização gráfica. Existem várias plataformas para renderização da foto, tais como o *Lumion*. No processo de transformação da imagem em um ambiente de RV, a captura de vídeo é focada na visualização dinâmica do ambiente, também podendo ser adicionado efeitos sonoros. A ideia é fazer um *tour* pelos setores, transitando por todos os cantos enquanto está sendo filmado.

A caminhada pelos setores reproduz virtualmente o andar do usuário que está utilizando os equipamentos de imersão, assim tendo um contato mais aproximado com o ambiente. Neste passo, compreende-se que a escolha destas etapas pode ser realizada por um profissional da Ciência da Computação, Sistemas de Informação ou Engenharia da Computação, já que pode ser necessário a manipulação das imagens para a renderização.

Para a visualização pelos usuários do ambiente, a plataforma mais conhecida para *upload* do vídeo é o *Youtube*, podendo ser hospedado através da conta pessoal ou empresarial da *Google*. A resolução de vídeo é de suma importância para uma visualização com mais qualidade. Como as lentes ficam muito próximas dos olhos, o ideal é a resolução estar, no mínimo, em 3840 x 2160 *pixels* (resolução em 4K). O *Youtube* possui a função de assistir vídeos panorâmicos e compatibilidade para óculos de RV para *smartphone*, com a divisão automática da imagem para cada olho. Nesta etapa, o usuário não terá controle sobre o ambiente, funcionando na forma de um filme exibido em 3D.

Aprofundados estes primeiros passos relacionados à elaboração do ambiente em RV no APEP, há o propósito de fornecer uma experiência mais simples e acessível com plataformas que não dependem exclusivamente de *hardwares* que não demandam elevados custos de implementação.

A segunda parte envolve o uso de *hardwares* e *softwares* que demandam recursos mais complexos e que permitem uma experiência imersiva. A ideia é projetar um *avatar* do usuário e permitir que haja interação com o ambiente e os setores do APEP através da renderização 3D dos locais e objetos.

Os *hardwares* compostos envolvem: óculos de RV do tipo *stand-alone*, os quais são equipados com câmeras e sensores que captam os movimentos do corpo e rastreiam os membros, como os pés e mãos, que são essenciais para experiências táteis e computador com placa de vídeo para executar *softwares* de edição e renderização de ambientes e objetos em 3D, como o *Blender*, *Unity*, entre outros. A projeção dos setores do APEP para a renderização em 3D também envolve a utilização da fotografia digital, mas de forma mais complexa, para transformá-la em um cenário imersivo, em que o usuário poderá se movimentar e até interagir com o ambiente.

Neste caso, a interação fica a critério do usuário, sem a necessidade de ter outros componentes de *hardware*. Assim, será necessário a contratação de serviço especializado para a elaboração deste ambiente, tipicamente realizado por profissionais com experiência em desenvolvimentos de jogos em 3D.

A renderização do ambiente, implica na utilização de várias plataformas, a exemplo da *Unreal Engine*, onde se utiliza das fotografias dos setores da APEP para projetar um ambiente 3D. Logo, não serão necessários recursos de áudio, pois o *tour* do usuário será focado na imersão no ambiente e objetos 3D, sendo inseridos textos no comando dos objetos e locais, identificando suas características a partir do movimento tátil, usando o controle do *headset*. Por isso, a inserção de um arquivista, técnico ou funcionário implicaria em mais recursos, treinamento e a aquisição dos *hardwares* pela própria instituição.

Para o desenvolvimento da interação, um *avatar* poderá ser importado para o projeto de ambiente a partir de alguns *softwares*, como o *3dsMax* e o *Unity*. A criação do *avatar* envolve a modelagem, texturização, o *rigging* (esqueleto) e animação. Finaliza-se, então, com a exportação do modelo do *avatar* para o projeto.

Os dados propostos estão considerando todos os setores do APEP representados, e em todos, o usuário poderá acessá-los utilizando seu *avatar*, com liberdade para locomoção e acesso. Aqui também será necessário a contratação de serviço especializado para a elaboração

deste ambiente, tipicamente realizado por profissionais com experiência em desenvolvimentos de jogos em 3D.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura sobre aplicação de RV em ambientes arquivísticos ainda é incipiente, dificultando a determinação dos elementos necessários para a implementação desse tipo de ambiente, com o propósito de ampliar o acesso aos espaços arquivísticos e, posteriormente, aos acervos.

Embora o tema venha sendo abordado desde o surgimento do *Second Life*, não existem estudos aprofundados sobre essa temática. No entanto, observa-se uma significativa evolução da RV nos últimos anos, especialmente com o desenvolvimento de novos recursos de *hardware*, como *headsets* e câmeras de captura em 360°, além do aprimoramento da capacidade de processamento nos computadores, *smartphones* e, notadamente, das placas gráficas. Além disso, os *softwares* voltados para o desenvolvimento de imersões em RV também têm avançado, possibilitando desde a disponibilização de vídeos em 3D para visualização imersiva até a criação de ambientes interativos.

Todos esses elementos podem ser explorados pelas instituições arquivísticas, embora demandem uma análise inicial dos recursos financeiros necessários e contratação de profissionais especializados nesse campo. Vale ressaltar que a participação do arquivista no processo é essencial, especialmente para determinar o tipo de conteúdo a ser renderizado e as interações relevantes em um ambiente interativo.

Embora o objetivo da pesquisa possa ser considerado atingido, ainda há carência de estudos que aprofundem a aplicabilidade da RV nesses ambientes, inclusive por meio de pesquisas interdisciplinares. Essas áreas representam sugestões para futuras investigações.

REFERÊNCIAS

A REPÚBLICA. Rio de Janeiro, 1891. Disponível em: <https://bndigital.bn.br/acervodigital/>. Acesso em: 24 jan. 2024.

ALBUQUERQUE, M. E. B. C.; SOUSA, M. R. F.; GUIMARÃES, T. J. B. Organização da informação e acessibilidade para usuários cegos em bibliotecas, arquivos, museus e web. **Biblionline**, v. 11, n. 2, p. 43-56, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/biblio/article/view/27627/15189> -. Acesso em: 8 out. 2022.

APEP. Arquivo Público do Estado do Pará. Instagram. Belém, 2022. Disponível em: https://www.instagram.com/p/CjapgAtONXa/?img_index=1. Acesso em: 24 jan. 2024.

BAWA, N. Presence platform: uma visão geral. Facebook, 2023. Disponível em: <https://developers.facebook.com/blog/post/2023/04/25/presence-platform-overview/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

BRAGA, D. B. **Ambientes digitais: reflexões teóricas e práticas**. Cortez Editora, 2016.

CACCAVONI, A. **Album descritivo Amazônico, ano II**. Gênova: Fatelli Armaninho, 1898. Disponível em: <http://obrasraras.fcp.pa.gov.br/publication/file/albuns/albumdescritivoamazonico1899/6/>. Acesso em: 29 jan. 2024.

CARVALHO, J. O. F. de. O papel da interação humano-computador na inclusão digital. **Transinformação**, São Paulo, v. 15, n. especial, p. 75–89, 2003.

CENTRO DE MEMÓRIA DA AMAZÔNIA. **Galeria Righini**. Belém: UFPA, 2014. Disponível em: <https://www.cma.ufpa.br/galeriarighini.html>. Acesso em: 29 jan. 2024.

CIMERMAN, A. **VR HaptGlove adiciona toque físico ao metaverso**. Metaverse Post. 2023. Disponível em: <https://mpost.io/pt/vr-haptglove-adds-physical-touch-to-the-metaverse>. Acesso em: 19 fev. 2024.

CONARQ. Conselho Nacional de Arquivos. **Resolução n. 31, de 28 de abril de 2010, que dispõe sobre a adoção das Recomendações para Digitalização de Documentos Arquivísticos Permanentes**. Disponível em: <https://www.gov.br/conarq/pt-br/legislacao-arquivistica/resolucoes-do-conarq/resolucao-no-31-de-28-de-abril-de-2010>. Acesso em: 19 fev. 2024.

COSTA, R. C.; SILVA, R.; VILAÇA, M. L. C. A evolução e revolução da escrita: um estudo comparativo. **Círculo Fluminense de Estudos Filológicos e Linguísticos**, v. 17, n. 11, p. 121-129, 2013.

CUTRIM, H. L. **A digitalização do acervo de catálogos da Biblioteca de Apoio do Arquivo Público do Estado do Pará: uma proposta de praticidade e qualidade na pesquisa**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Museologia) - Faculdade de Artes Visuais e Museologia, Universidade Federal do Pará. Belém, 2014.

DURANTI, L. Registros documentais contemporâneos como provas de ação. **Estudos históricos**. Rio de Janeiro, v.7, n13, p.49-64, jan./jun. 1994.

FINNEGAN, M. Conforme a adoção dos dispositivos de realidade virtual aumenta, questões de privacidade podem surgir. **IT Forum Brasil**. 2023. Disponível em: <https://itforum.com.br/computerworld/realidade-virtual-privacidade/>. Acesso em: 3 mar. 2024.

FREIRE, I. M. **Barreiras na comunicação da informação tecnológica**. 1991. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/416>. Acesso em: 23 jan. 2023.

G1 GLOBO. **Ministra anuncia ‘medidas emergenciais’ contra danos no Arquivo Nacional após chuva**. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2023/02/15/ministra-anuncia-medidas-emergenciais-contradanos-no-arquivo-nacional-apos-chuva.ghtml>. Acesso em: 23 jan. 2023.

GHISLENI, C. Tecnologia para quem? Os custos para acessar as ferramentas de representação arquitetônica. **ArchDaily Brasil**. 2022. ISSN 0719-8906. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/980975/tecnologia-para-quem-os-custos-para-acessar-as-ferramentas-de-representacao-arquitetonica>. Acesso em: 3 mar. 2024.

GOMES, L. G. F. F.; LEITÃO, D. K. Etnografia em ambientes digitais: perambulações, acompanhamentos e imersões. **Revista Antropolítica**, Niterói, n. 42, p.41-65, 2017.

GUEDES, K. **O que é realidade virtual?** 2023. Disponível em: <https://www.topgadget.com.br/howto/tech/o-que-e-realidade-virtual.htm>. Acesso em: 3 mar. 2024.

JACOBSON, L. **Realidade virtual em casa**. Rio de Janeiro, Berkeley, 1994.

JORNAL CORREIO. **Audiência pública para discutir o Arquivo Público do Estado é remarcada**. 2022. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/audiencia-publica-para-discutir-o-arquivo-publico-do-estado-e-remarcada/>. Acesso em: 23 jan. 2023.

KLEINA, N. Usuários começam a devolver o Apple Vision Pro; veja os motivos. **Mundo Conectado**. 2024. Disponível em: <https://www.mundoconectado.com.br/apple/usuarios-comecam-a-devolver-o-apple-vision-pro-veja-os-motivos/>. Acesso em: 3 mar. 2024.

LANIER, J. COSN'13 keynote speaker (Jaron Lanier biography). *In: Proceedings of the first ACM conference on Online social networks*. Association for Computing Machinery. New York, NY, USA. 2013. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2512938.2526242>. Acesso em: 26 out. 2023.

LOPES, B. C. M. **Difusão de acervos arquivísticos: o conceito de user experience no Sistema de Informações do Arquivo Nacional**. Rio de Janeiro/RJ: Arquivo Nacional, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/arquivonacional/pt-br/servicos/publicacoes/difusao-de-acervos-arquivisticos_bianca-lobes.pdf. Acesso em: 26 out. 2023.

LOUREIRO, S. M. C.; GUERREIRO, J.; ALI, F. 20 years of research on virtual reality and augmented reality in tourism context: A text-mining approach. **Tourism management**, v. 77, p. 104028, 2020.

LUCA THE GUIDE. Second Life VS VRChat. **What Are The Differences?** [Video Infographics]. Vídeo. 2min13s. Publicado pelo canal Luca The Guide. 18 fev. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=NuwjZ7jPMgA>. Acesso em: 16 jan. 2024.

MACHADO, L. S. **Conceitos básicos da realidade virtual**. INPE-5975-PUD/025. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos/SP, 1995. Disponível em: <http://www.lsi.usp.br/~liliane/conceitosrv.html>. Acesso em: 22 jan. 2024.

MANOVICH, L. **The language of new media**. 2002.

MARTINS, V. F.; PAIVA, G. M. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. *In: Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação*. 2012. p. 100-109.

META, I. **Presence Platform. An overview**. Estados Unidos da América, 2023. Disponível em: <https://developers.facebook.com/blog/post/2023/04/25/presence-platform-overview>. Acesso em: 22 jan. 2024.

MURRAY, J. H. **Hamlet on the Holodeck, updated edition: the future of narrative in cyberspace**. MIT press, 2017.

NETTO, A. V. *et al.* Realidade virtual e suas aplicações na área de manufatura, treinamento, simulação e desenvolvimento de produto. **Gestão & Produção**, v. 5, p. 104-116, 1998.

NEVES, A. Realidade virtual e morte: quais os limites éticos da tecnologia? 12 de fev. 2020. **Transformação Digital**. 2020. Disponível em: <https://transformacaodigital.com/saude/tecnologia/realidade-virtual-e-morte-quais-os-limites-eticos-da-tecnologia/>. Acesso em: 3 mar. 2024.

OLIVEIRA, T. L. **Análise dos Métodos de Conservação e Preservação de Documentos em Papel no Arquivo Público do Estado do Pará**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquivologia) - Faculdade de Arquivologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2022.

PEREIRA, U. **Arquivo Público do Pará completa 118 anos de história e memória**. 2019. Disponível em: <https://redepara.com.br/Noticia/191948/arquivo-publico-do-para-completa-118-anos-de-historia-e-memoria>. Acesso em: 16 jan. 2024.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. 6. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2006.

PRÓXIMO NÍVEL. **Pandemia ampliou aplicações de realidade virtual**, 2021. Disponível em: <https://proximonivel.embratel.com.br/pandemia-ampliou-aplicacoes-de-realidade-virtual/>. Acesso em: 16 jan. 2024.

RIGHINI, J. L. **Panorama do Pará em doze visitas**. Disponível em: <https://www.cma.ufpa.br/galeriarighini.html>. Acesso em: 16 jan. 2024.

RODRIGUES, G. P.; PORTO, C. M. Realidade Virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações. **Interfaces Científicas**, Educação, v. 1, n. 3, p. 97–109, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.17564/2316-3828.2013v1n3p97-109>. Acesso em: 16 jan. 2024.

SECULT-PA. **Histórico do Arquivo Público do Estado do Pará**. 2021. Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/1uquxHjTCC9ZNzWGgUE_mga9G7CKTbb3V. Acesso em: 16 jan. 2024.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. A. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2006.

TORII, L. **O guardião da memória do Estado do Pará: acesso à informação e políticas na criação do Arquivo Público do Estado do Pará (1894-1906)**. Dissertação (Mestrado em História da Amazônia) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

WEINBAUM, S. G. **Pygmalion's spectacles**. Simon and Schuster, 2016.

ZEITCHIK, S. **Sundance 2015: Virtual-reality company Oculus to launch film label**. Los Angeles Times, 2015. Disponível em: <https://www.latimes.com/entertainment/movies/moviesnow/la-et-mn-sundance-2015-oculus-vr-films-headset-20150126-story.html>. Acesso em: 22 jan. 2024.