

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS**

**CRISTIANA SIQUEIRA ALMEIDA**

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM REALIDADE AUMENTADA PARA  
DISPOSITIVOS MÓVEIS NO LIVRO VOOS DA ALMA**

**CAXIAS DO SUL**

**2021**

**CRISTIANA SIQUEIRA ALMEIDA**

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM REALIDADE AUMENTADA PARA  
DISPOSITIVOS MÓVEIS NO LIVRO VOOS DA ALMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Tecnologias Digitais na área do Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade de Caxias do Sul.

Orientadora Profa. Ma. Cláudia Zamboni de Almeida

**CAXIAS DO SUL**

**2021**

**CRISTIANA SIQUEIRA ALMEIDA**

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM REALIDADE AUMENTADA PARA  
DISPOSITIVOS MÓVEIS NO LIVRO VOOS DA ALMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Tecnologias Digitais na área do Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade de Caxias do Sul.

**Aprovada em 24/06/2021**

**Banca Examinadora**

---

Profa. Ma. Cláudia Zamboni de Almeida  
Universidade de Caxias do Sul

---

Profa. Dra. Elisa Boff  
Universidade de Caxias do Sul

---

Prof. Me. Marcelo Luís Fardo  
Universidade de Caxias do Sul

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais Flávia e Sérgio, que sempre me incentivaram a estudar e nunca mediram esforços para me auxiliar nesse processo. Também ao meu irmão Rhistian, minha cunhada Samira e minha sobrinha Rhiane, por me motivarem e encorajarem nos momentos que precisei.

Agradeço aos professores que tive na caminhada do meu aprendizado, que me ajudaram a crescer tanto como pessoa quanto como profissional. Em especial a minha orientadora Cláudia, que durante essa caminhada me ouviu, me apoiou, me conduziu e acreditou no meu potencial.

Agradeço aos escritores Gio e Doug, pela confiança. Foi uma experiência única e uma honra poder trabalhar com artistas incríveis.

Por fim, agradeço aos meus amigos e colegas, que me ajudaram, me animaram e me acompanharam ao longo dessa trajetória.

*“Quando você lê, a vida se enche de boas histórias.”*

***Gio e Doug***

## RESUMO

Este trabalho pretende esclarecer o conceito de realidade aumentada, explicando a sua tecnologia de uma forma abrangente e acessível, com exemplos práticos em algumas áreas de atuação com destaque às aplicações em dispositivos móveis. Foram definidos os conceitos básicos da animação computacional, como criação de personagens, processos técnico operacionais e softwares de modelagem 3D. Em seguida, foram definidos os princípios básicos da animação. Diante disso, o objetivo desta pesquisa é propor a aplicação dos recursos da realidade aumentada na adaptação animada a partir da obra literária Voos da Alma.

**Palavras-chave:** Realidade Aumentada. Animação 3D.

## **ABSTRACT**

This work intends to clarify the concept of augmented reality, explaining its technology in a comprehensive and accessible way, with practical examples in some areas of performance with emphasis on applications in mobile devices. The basic concepts of computer animation were defined, such as character creation, technical processes and 3D modeling software. Then, the basic concepts of animation were defined. Therefore, the objective of this research is to propose the application of augmented reality resources in the animated adaptation based on the literary work Voos da Alma.

**Keywords:** Augmented Reality. 3D animation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Crescimento da RA nos principais mecanismos acadêmicos.....	13
Figura 2 - Cartaz divulgação sensorama.....	15
Figura 3 - Diagrama das artificialidades e espaços.....	16
Figura 4 - Contínuo real-virtual.....	17
Figura 5 - Métodos de rastreamento.....	19
Figura 6 - <i>Pipeline</i> de RA.....	21
Figura 7 - Exemplo rastreamento recursivo.....	22
Figura 8 - Exemplos de rastreamento por detecção.....	22
Figura 9 - Aplicação de RA com simulação física a partir do rastreamento utilizando SfM de tempo real.....	22
Figura 10 - Inicialização para rastreamento utilizando SLAM através de objeto conhecido (objeto verde à esquerda) e cena aumentada com quatro objetos virtuais ao longo do rastreamento (direita).....	23
Figura 11 - Visada direta.....	24
Figura 12 - Visada indireta.....	24
Figura 13 - <i>Mirages &amp; miracles</i> .....	30
Figura 14 - Volkswagen AR.....	31
Figura 15 - Coral <i>Visualizer</i> .....	32
Figura 16 - Cálculo de objeto 3D na calculadora geogebra 3D.....	33
Figura 17 - Cálculo de objeto 3D na calculadora geogebra 3D com RA.....	33
Figura 18 - Google Maps <i>live view</i> com RA.....	34
Figura 19 - Ingress Prime.....	35
Figura 20 - Lego <i>Hidden Side</i> .....	36
Figura 21 - IKEA <i>Place</i> .....	37
Figura 22 - Batons Make B.....	38
Figura 23 – Snapchat.....	39
Figura 24 – Instagram.....	39
Figura 25 - Lovecraft: Medo Clássico Vol.1.....	40
Figura 26 – Taumatrópio.....	42
Figura 27 – Fenacistoscópio.....	43
Figura 28 – Zootrópio.....	43
Figura 29 - Design realístico.....	46



Figura 30 - Design estilizado.....	46
Figura 31 - Construção tridimensional com base em imagens bidimensionais.....	47
Figura 32 - Objetos iluminado em diferentes texturas.....	47
Figura 33 - Exemplo de esqueleto.....	48
Figura 34 - Exemplo de animação na cena.....	48
Figura 35 - Uncanny valley.....	49
Figura 36 - O Baiacu.....	54
Figura 37 - Seu Lento.....	55
Figura 38 - Prana.....	56
Figura 39 - <i>Storyboard</i> Seu Hélio e o Baiacu.....	57
Figura 40 - <i>Storyboard</i> Seu Lento.....	58
Figura 41 - <i>Storyboard</i> Prana.....	59
Figura 42 - Modelagem dos personagens .....	60
Figura 43 - Textura dos personagens .....	61
Figura 44 - Textura Hélio .....	62
Figura 45 - Interação Hélio e Baiacu .....	63
Figura 46 - Interação Lento .....	64
Figura 47 - Interação Prana .....	65

## LISTA DE SIGLAS

1D	Uma Dimensão
2D	Duas Dimensões
3D	Três Dimensões
AR	<i>Augmented Reality</i>
AV	Ambiente Virtual
CPU	<i>Central Process Unit</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GPU	<i>Graphics Processing Unit</i>
HCI	<i>Human Computer Interface</i>
MAR	<i>Marless Augmented Reality</i>
RA	Realidade Aumentada
RGBD	<i>Red Green Blue Depth</i>
RV	Realidade Virtual
SDK	Kit de Desenvolvimento de Software
SfM	<i>Structure from Motion</i>
SLAM	<i>Simultaneous Localization and Mapping</i>
VE	<i>Virtual Environment</i>
VR	<i>Virtual Reality</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REALIDADE AUMENTADA.....</b>	<b>15</b>
2.1	REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL: ORIGEM PARTILHADA.....	15
2.2	REALIDADE AUMENTADA: ESPECIFICIDADE .....	18
<b>2.2.1</b>	<b>Hardware de RA .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Software de RA .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Sistemas de Realidade Aumentada Móvel .....</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>ANIMAÇÃO .....</b>	<b>42</b>
3.1	ORIGEM DA ANIMAÇÃO: ALGUNS DESTAQUES.....	42
3.2	ANIMAÇÃO COMPUTACIONAL .....	44
<b>3.2.1</b>	<b>Criação de Personagem 3D .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Processo Técnico Operacional .....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Software de Modelagem 3D .....</b>	<b>50</b>
3.3	PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA ANIMAÇÃO .....	51
<b>4</b>	<b>4 PRODUÇÃO VOOS DA ALMA .....</b>	<b>54</b>
4.1	ESTUDO E DETALHAMENTO DO LIVRO .....	54
4.2	MODELAGEM E ANIMAÇÃO DOS PERSONAGENS .....	60
4.3	APLICAÇÃO PARA REALIDADE AUMENTADA .....	62
4.4	DEPOIMENTO DOS AUTORES .....	66
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>67</b>

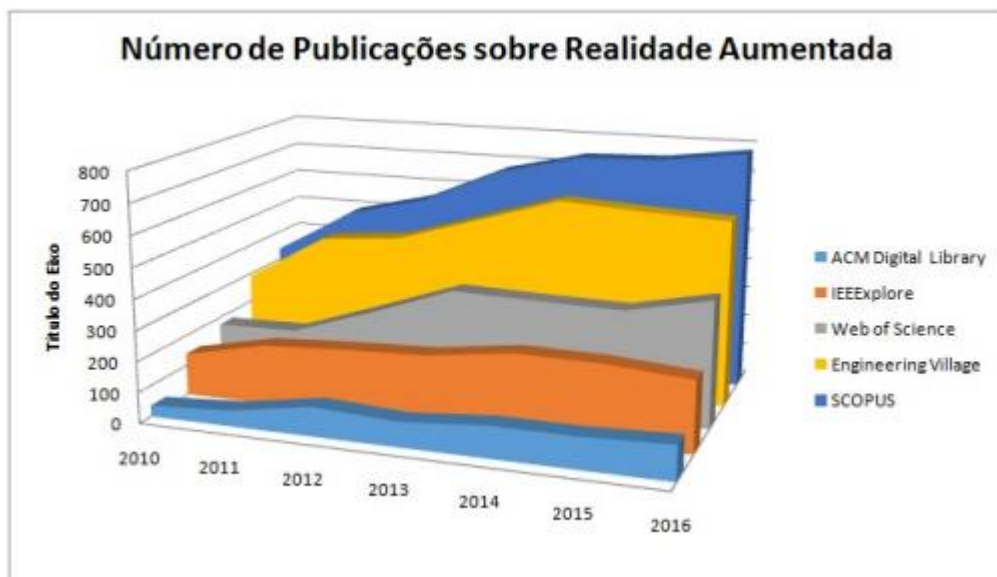
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO A – CARTA DE DEPOIMENTO .....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Realidade Aumentada (RA) tem se beneficiado da evolução das tecnologias, em especial, com a dos computadores e celulares. Cada vez mais acompanhamos o avanço do poder de processamento dos equipamentos, além disso, estão economicamente mais acessíveis. Pesquisas impulsionam o crescimento dessas tecnologias trazendo-as para aplicações cotidianas, chamando a atenção de grandes empresas como Microsoft, Apple, IBM, HP, Sony, Google, Facebook, dentre outras (LING, 2017 apud TORI; HOUNSELL, 2018). A vasta quantidade de aplicativos gratuitos, que estão disponíveis em lojas online, faz com que o uso de RA ganhe notoriedade, principalmente na parte de entretenimento, como em redes sociais, com destaque para filtros de fotos em dispositivos móveis e também em jogos como é o caso de Pokémon Go<sup>1</sup>.

Um dos indicativos de que a área vem ganhando espaço é o número de publicações acadêmicas, como ilustra a Figura 1:

Figura 1 - Crescimento da RA nos principais mecanismos acadêmicos



Fonte: Tori e Hounsell (2018, p.38).

<sup>1</sup> Pokémon Go é um jogo eletrônico voltado para smartphones que foi lançado em 2016. Na época em que o jogo foi disponibilizado nas plataformas para download (iOS e Android) tornou-se um fenômeno por proporcionar uma experiência inovadora para os usuários, que passaram a caçar pokémons no mundo real, ao utilizar realidade aumentada e GPS ('POKÉMON... 2016). O jogo inovou no mercado mobile e, até o momento, já gerou uma receita de US\$3,6 bilhões contando com aproximadamente 576 milhões de downloads pelo mundo (CHAPPLE, 2020).

Com a inserção das tecnologias no cotidiano das pessoas, o digital está presente em diversas áreas e aplicações, tais como: na educação, no acesso à informação e no entretenimento. Em decorrência desse cenário, a presença da RA também é observável em publicações impressas, como uma expansão do livro imagem. Diante disso, emerge a problematização que norteia esta pesquisa<sup>2</sup>: Como a obra literária *Voos da Alma* pode se tornar animada com o uso de recursos da realidade aumentada em dispositivos móveis?

O objetivo desta pesquisa é propor a aplicação dos recursos da realidade aumentada na adaptação animada a partir da obra literária *Voos da Alma* (MAZZOCHI; TRANCOSO, 2016). Para dar conta do problema, foram selecionados três trechos do livro *Voos da Alma*, cuja parte central de cada história foi animada para ser visualizada em RA, em dispositivos móveis (Android).

O percurso do estudo está assim estruturado nesta monografia: no Capítulo 2 é abordado o conceito de realidade aumentada, bem como a sua contextualização. O Capítulo 3 é dedicado às animações computacionais, sua caracterização, formas de desenvolvimento em narrativas e modelagem. No Capítulo 4 é apresentado o desenvolvimento da aplicação para a adaptação da obra literária. Logo, no Capítulo 5 é apresentado as considerações finais.

---

<sup>2</sup> O problema de pesquisa do TCC I foi reformulado, para tanto foram considerados os apontamentos feitos pelos professores avaliadores durante a banca.

## 2 REALIDADE AUMENTADA

O segundo capítulo inicia com referenciais históricos sobre o surgimento da realidade aumentada e da realidade virtual. Aborda as especificidades da realidade aumentada e das tecnologias para sua implementação, como hardwares e softwares. Apresenta o conceito de sistemas móveis de realidade aumentada, suas tecnologias e suas aplicações. Finaliza com exemplos de aplicações de realidade aumentada em dispositivos móveis em diferentes áreas.

### 2.1 REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL: ORIGEM PARTILHADA

Na origem do percurso histórico, a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV) estão relacionadas, no sentido de que ambas fazem uso da virtualidade. O termo Realidade Virtual surgiu no final da década de 1980 e foi definido pelo artista e cientista da computação Jaron Lanier (BIOCCA; LEVY, 1995 apud TORI; HOUNSELL, 2018) ao mesclar os conceitos do real e virtual em um novo termo. Entretanto, os primeiros relatos de RV surgem bem antes dessa época. Na década de 1950, o cineasta Morton Heilig, tido como o primeiro a propor e criar sistemas imersivos, já vislumbrava o “cinema do futuro” (HEILIG, 2002 apud TORI; HOUNSELL, 2018). Heilig executou um projeto chamado Sensorama (Figura 2) que é um equipamento multisensorial imersivo.

Figura 2 - Cartaz divulgação sensorama



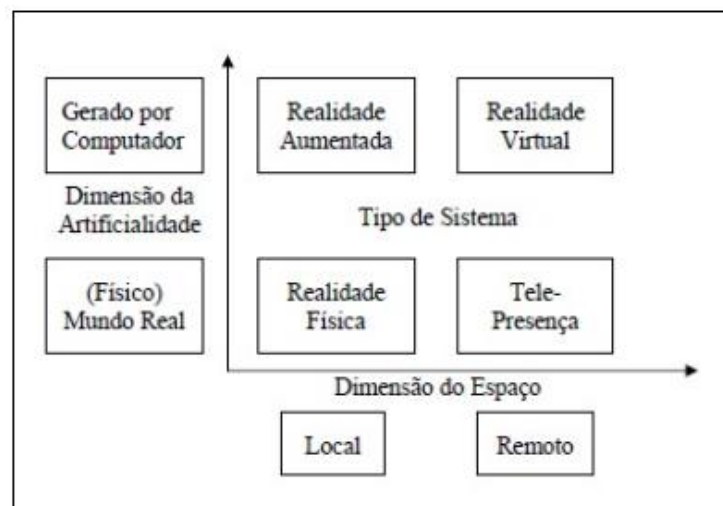
Fonte: Tori e Hounsell (2018, p.26)

A máquina, que podia integrar todos os sentidos de uma forma eficaz, oportunizava que o espectador/usuário tivesse uma experiência cinematográfica e imersiva.

Em 1968, em Harvard, foi criado o primeiro protótipo que unia imagens 3D e imagens reais. Esse protótipo foi desenvolvido por Ivan Sutherland juntamente com Bob Sproull. Com o passar dos anos foram desenvolvidos outros protótipos em RA com finalidades diferentes, especialmente no âmbito acadêmico, porém, ainda vinculados à RV. O termo Realidade Aumentada apareceu pela primeira vez em um artigo científico de 1992, escrito por Tom Caudell e Tom Mizzel. Por essa razão, foi atribuído a Tom Caudell a criação do termo (LING, 2017 apud TORI; HOUNSELL, 2018).

A RA e a RV fazem uso de imagens e objetos produzidos por computadores, e que podem ser visualizados em smartphones, tablets ou outras tecnologias que operam e processam esses recursos. Porém, como afirma Tori e Hounsell (2018) no mundo físico a RA está vinculada a uma realidade física, enquanto a RV está relacionada a um sentido de telepresença. Podemos observar essa comparação no gráfico apresentado na Figura 3, onde demonstra no eixo vertical a dimensão da artificialidade (variando do mundo físico a imagens geradas por computadores) e no eixo horizontal que ilustra a dimensão do espaço (oscilando da realidade física para uma sensação de telepresença no espaço virtual).

Figura 3 - Diagrama das artificialidades e espaços



Fonte: Tori e Hounsell (2018, p.42)



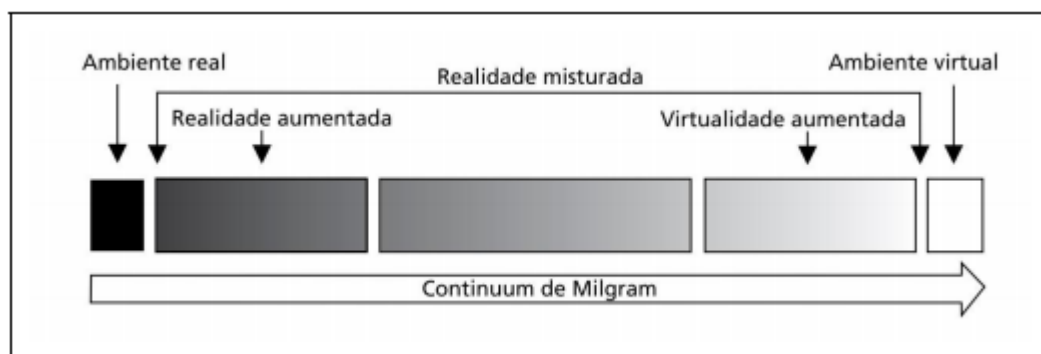
Pode-se diferenciar RA de RV (BIMBER; RASKAR, 2005 apud TORI; HOUNSELL, 2018) se considerarmos os seguintes pontos:

- A RA enriquece o cenário do mundo real com objetos virtuais, à medida que a RV é totalmente produzida por sistemas operacionais;
- Em ambiente de RA, o usuário tem consciência de que está no mundo real, na RV as sensações visuais são controladas pelo ambiente virtual;
- A RA precisa de um equipamento para associar o real e o virtual, enquanto a RV precisa de um equipamento para o usuário fazer imersão no mundo virtual.

Com relação a essas comparações, os autores concluem “que o principal objetivo da RV é usar a tecnologia para substituir a realidade ao passo que o principal objetivo da RA é melhorar a realidade.” (BILLINGHURST et al., 2015 apud TORI; HOUNSELL, 2018, p. 40).

No ano de 1994 foi publicado um artigo por Milgram e mais três colegas (MILGRAM et al., 1994 apud TORI; HOUNSELL, 2018) onde foi introduzido o termo que passou a ser conhecido como “Contínuo real-virtual” ou “*Continuum* de Milgram”. A Figura 4 apresenta a relação entre o mundo real, o mundo virtual e a fusão de um lado ou de outro a partir de sistemas de RA e RV.

Figura 4 - Contínuo real-virtual ou *Continuum* de Milgram



Fonte: Tori e Hounsell (2018, p.15)

No gráfico acima, percebe-se que nos extremos constam ambientes totalmente distintos, de um lado o real e de outro o virtual, havendo então a possibilidade de junção e mistura em proporções diferentes no meio do espectro. Próximo ao ambiente real, estaria a RA, na qual objetos virtuais são adicionados ao ambiente real em que o usuário se encontra. Do lado do ambiente virtual, estaria a RV, onde a maior parte do ambiente é gerada por dispositivos tecnológicos e o usuário seria inserido nesse

mundo virtual. Azuma (1997, p.2) apresenta a relação entre RA e RV da seguinte maneira:

A realidade aumentada (RA) é uma variação dos ambientes virtuais (AV) ou da realidade virtual (RV) como é mais comumente chamada. As tecnologias dos AV permitem uma imersão completa do usuário dentro de um ambiente sintético. Enquanto imerso, o usuário não consegue ver o mundo real ao seu redor. Ao contrário, a RA permite que o usuário veja o mundo real, com objetos virtuais sobrepostos ou em composição com ele. Assim, a RA suplementa a realidade ao invés de substituí-la completamente (tradução nossa)<sup>3</sup>.

Percebe-se que um dado conhecimento pode originar vários desdobramentos e fazer surgir outras tantas tecnologias e novos conhecimentos. Da mesma forma, a aplicação dessas tecnologias em diferentes campos e áreas podem ser exploradas e, assim, surgir novas aplicações e recursos para elas.

## 2.2 REALIDADE AUMENTADA: ESPECIFICIDADE

A RA pode adicionar elementos a uma cena (AZEVEDO, 2020), mas também tem potencial de removê-los (AZUMA, 1997). Ao longo do tempo, diversas definições e interpretações para a RA surgiram, tais como (TORI; HOUNSELL, 2018, p. 40):

- É o engrandecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, que funciona em tempo real;
- É um *upgrade* do mundo real utilizando textos, imagens e objetos virtuais, produzidos por computador;
- É a combinação de mundos reais e virtuais em algum ponto do espectro que interliga ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais;
- É um sistema que preenche o mundo real com objetos virtuais produzidos por computador, aparentando estar simultaneamente no mesmo espaço e apresentando as seguintes características: mescla objetos reais e virtuais no ambiente real; processa interatividade em tempo real; ordena objetos reais e virtuais entre si; aproveita-se de todos os sentidos (visão, audição, tato e olfato).

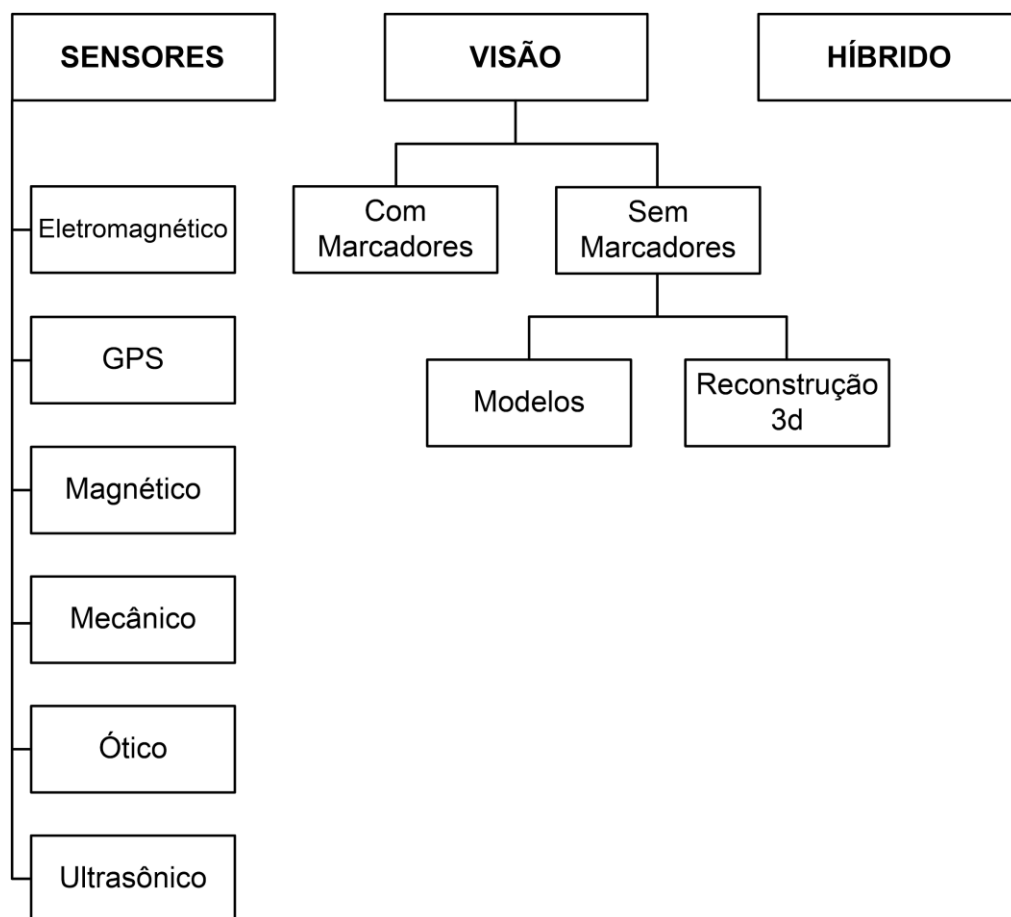
---

<sup>3</sup> **Do original:** “*Augmented Reality (AR)* is a variation of *Virtual Environments (VE)*, or *Virtual Reality* as it is more commonly called. VE technologies completely immerse a user inside a synthetic environment. While immersed, the user cannot see the real world around him. In contrast, AR allows the user to see the real world, with virtual objects superimposed upon or composited with the real world. Therefore, AR supplements reality, rather than completely replacing it.” (AZUMA, 1997, p.2).

A RA possui diversos aspectos diferentes que estão sujeitos a decisões de escopo do projeto (como características de projeto, público alvo, contexto de aplicação, dispositivos a serem utilizados) ou aos recursos oferecidos pelos dispositivos que serão utilizados para criar e executar o projeto.

Com relação à entrada de dados, a RA pode ser classificada pelo método de rastreamento, que podem ser classificados como: sensores, visão e híbrido (Figura 5).

Figura 5 - Métodos de rastreamento



Fonte: O autor (2021)

Quando se usam recursos de processamento da imagem capturada para fazer o rastreamento dos objetos virtuais, tem-se a RA baseada em visão; Quando estes objetos virtuais estão associados a algum tipo de sensor, tem-se a RA baseada em sensores. (WANG et al., 2016 apud TORI; HOUNSELL, 2018, p.43)

A **RA Baseada em Sensores** tem maior precisão, menor atraso para processar e exibir as imagens, além de captar o movimento do usuário ou dispositivo em uso. A RA necessita controlar com exatidão onde os usuários estão em relação ao local onde

se situam e quando a cabeça e os olhos se movem. Os principais sensores de rastreamento, bem como suas funções são assim descritas por Ferreira (2014):

- Eletromagnético: operam com infravermelhos através de ondas de rádio e óticas. Esse sensor possui duas configurações:
  - A primeira, possibilita a visualização e a captação do movimento, olhando de fora para dentro, assim auxiliando o usuário.
  - A segunda, funciona quando se olha de fora para dentro, do ambiente para o usuário.
- GPS: atualmente o recurso tecnológico de localização mais utilizado é o americano *Global Positioning System*<sup>4</sup> (GPS), que permite uma localização quase exata, que por meio de triangulação de sinais, consegue apontar a posição com precisão em cm.
- Magnético: considerado um dos sensores mais simples, utiliza de sensores magnéticos para determinar a intensidade e a direção do campo magnético.
- Mecânico: faz uso de recursos como ligações de cabos, fios ou braços mecânicos. Utiliza acelerômetro e giroscópio (ambos ao longo dos três eixos ortogonais) para definir e localizar o usuário.
- Ótico: utiliza um sistema computacional de visão e diversas câmeras para identificar os objetos na imagem. Permitindo ao usuário saber sua posição exata e obter informações de orientação. Alguns fazem uso de câmeras e infravermelhos para calcular a posição de um determinado espaço ou objeto.
- Ultrassônico: os sensores atuam pela captação de um determinado som por impulsos ultrassônicos, para analisar ou posicionar um objeto virtual em um ambiente real, retratando o movimento da imagem em 3D. Com a utilização de vários sensores, se obtém a posição correta do objeto virtual pela triangulação 3D e cálculo do tempo de voz/distância percorrida.

A **RA Baseada em Visão** é um dos recursos mais utilizados por ser fácil de manipular. Nessa classe de aplicações encontramos o recurso mais popular, que são os marcadores. Os marcadores dão informações do ambiente real, como a localização e orientação (REIS et al., 2009 apud FERREIRA, 2014). Eles são rastreados através de uma câmera, disponibilizando assim a localização para a inserção do objeto virtual

---

<sup>4</sup> Sistema de Posicionamento Global

no ambiente real, podendo ser visto por meio de uma tela. O processo de funcionamento de um marcador pode ser visualizado na Figura 6, onde inicialmente o marcador é identificado e a câmera calcula a posição e orientação do objeto 3D, e então o objeto pode ser visualizado pelo usuário.

Figura 6 - Pipeline de RA



Fonte: Reis et. al (2009) apud Ferreira (2014)

Porém, dentro da classe de aplicações da **RA Baseada em Visão** existe a opção sem marcadores. A RA *sem marcadores*<sup>5</sup> se define por executar o rastreamento usando informações presentes no ambiente real, como arestas, texturas, ou a própria estrutura da cena (SIMÕES, 2011). Elas podem ser classificadas em dois tipos principais: baseadas em modelos e baseadas em reconstrução 3D.

*Baseada em modelos* - são classificadas em duas técnicas (SIMÕES, 2011):

- Técnicas de rastreamento recursivas: a posição da câmera no quadro anterior é usada como estimativa para o cálculo da pose atual (Figura 7).
- Técnica de rastreamento por detecção: calcula a posição atual da câmera não utilizando a posição do quadro anterior (Figura 8).

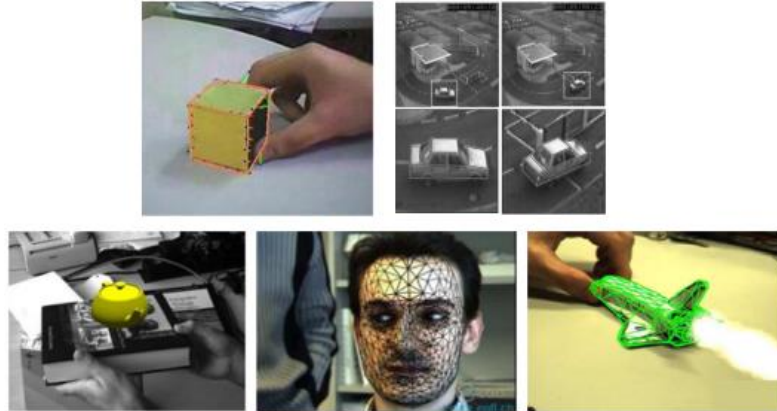
*Baseada em reconstrução 3D* - são classificadas em duas técnicas de rastreamento (SIMÕES, 2011):

- Baseada em *Structure from Motion* (SfM): onde o rastreamento e a recuperação da estrutura da cena ocorrem a partir de informações oriundas da geometria epipolar sem auxílio de nenhum elemento previamente conhecido (Figura 9).

<sup>5</sup> Markerless Augmented Reality - MAR

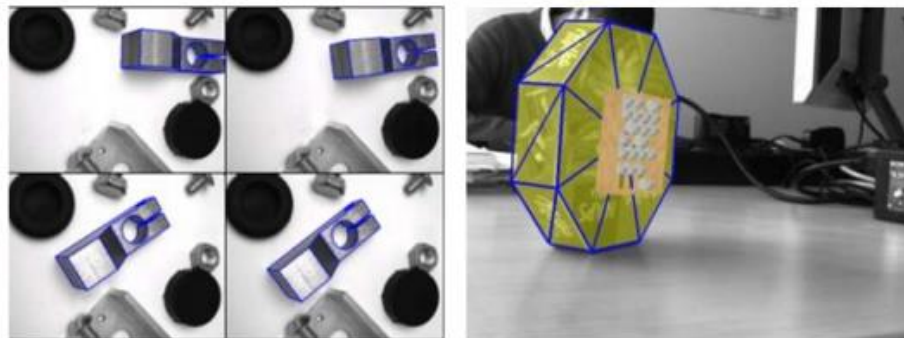
- Baseada em *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM): a qual se baseia na recuperação de marcos em um framework estatístico para realizar a reconstrução e o rastreamento em tempo real (Figura 10).

Figura 7 - Exemplo rastreamento recursivo



Fonte: Simões (2011, p.29)

Figura 8 - Exemplos de rastreamento por detecção



Fonte: Simões (2011, p.30)

Figura 9 - Aplicação de RA com simulação física a partir do rastreamento utilizando SfM de tempo real



Fonte: Newcombe & A. J. Davison (apud SIMÕES; 2011, p.34)

Figura 10 - Inicialização para rastreamento utilizando SLAM através de objeto conhecido (objeto verde à esquerda) e cena aumentada com quatro objetos virtuais ao longo do rastreamento (direita)



Fonte: Simões (2011, p.35)

A **RA Híbrida** faz combinações do uso de **RA Baseada em Sensores** e **RA Baseada em Visão**, simultaneamente e de forma complementar. Quando a precisão é um aspecto de extrema importância para o rastreamento, técnicas híbridas são a melhor opção devido à possibilidade de tratar diferentes características do objeto rastreado como arestas e texturas (SIMÕES, 2011). Porém cada recurso utilizado tem suas vantagens e desvantagens, podendo até ser feito um mau uso do mesmo. O autor Simões (2011) afirma que

É válido observar a ineficiência de combinar técnicas de rastreamento de forma direta (utilizando o resultado de uma como entrada para outra) pois esta abordagem tende a degenerar o resultado devido a falhas no casamento das características. (SIMÕES, 2011, p.36)

A RA pode ser classificada pela forma como o usuário enxerga o mundo. De acordo com Bimber e Raskar (2005, apud TORI; HOUNSELL, 2018) a atividade pode ser classificada de duas formas:

- **Visada Direta:** é imersiva (Figura 11). O usuário vê imagens do mundo real, que trazidas por meio de vídeo são misturadas com imagens geradas computacionalmente (visada direta vídeo), por meio de objetos virtuais projetados diretamente nos olhos (visada direta óptica), visualizadores de apontamento direto baseados em *handheld* (portados em mãos, como celulares e tablets) ou projetados diretamente no ambiente real.
- **Visada Indireta:** não imersiva (Figura 12). O usuário vê o mundo através de dispositivos (como monitor ou projetor) que não são alinhados com as posições reais.

Figura 11 - Visada direta



Fonte: Tori e Hounsell (2018, p.46)

Figura 12 - Visada indireta



Fonte: Tori e Hounsell (2018, p.47).

A RA também pode ser classificada quanto a perspectiva de visualização da câmera e onde ela pode ser colocada: na cabeça do usuário, proporcionando uma visão em primeira pessoa; atrás do usuário, gerando uma visão em terceira pessoa; ou na frente do usuário, direcionada para ele, onde há uma visão de segunda pessoa (SHERMAN; CRAIG 2002, apud TORI; HOUNSELL, 2018).

Quanto a esses métodos, foi escolhido desenvolver o projeto através de visada direta com a RA baseada em visão, através do uso de marcadores. Além de ser o recurso mais popular, os marcadores dão informações quanto à localização e orientação, para a inserção dos objetos 3D no ambiente. A vantagem de utilizar os marcadores, é conseguir fazer uso de ilustrações já existentes, que podem se tornar



imagens alvo, e inserir nelas a interação com a RA. O processo será detalhado no Capítulo 4.3.

### 2.2.1 Hardware

O hardware abrange os dispositivos de entrada, displays, processadores e redes. Também podem ser utilizados dispositivos típicos de RV fazendo uso de técnicas de rastreamento visual, visão computacional e processamento de imagens, para ter “a preocupação de não obstruir as mãos, que devem atuar naturalmente no ambiente misturado.” (TORI; HOUNSELL, 2018, p. 50). Segundo Tori e Hounsell, podem ser considerados como Hardware de Entrada de um sistema RA os seguintes dispositivos:

- **GPS (*Global Positioning System*)**: marca a posição do objeto virtual num espaço físico através de coordenadas geográficas (latitude e longitude). Dessa forma, o sistema de processamento de RA vai posicionar os objetos virtuais em posições específicas usando a localização do usuário.
- **Sensores Inerciais** (Acelerômetros, Magnetômetros e Giroscópios): auxiliam a identificar como a cena é observada, podendo controlar o ângulo de visão. Também ajudam a identificar ações do usuário tornando-as em forma de interação.
- **Sensores de Profundidade**: são acoplados ao sistema de captura de imagens (como em câmeras RGBD do tipo Kinect, Xtion, RealSense) ou isolados (como o Leap Motion), são úteis para verificar a configuração do cenário físico ou para reconhecer a presença e configuração da mão do usuário. A calibração desta identificação ao sistema de visualização possibilita identificar formas de interação do usuário com os elementos virtuais.
- **Luvas de Dados**: é um dispositivo típico de RV que captura a configuração da mão do usuário. Se utilizadas de forma isolada pode servir como forma de interação apoiada em gestos (configuração dos dedos), ou quando acoplada a rastreadores, possibilitam a interação com os elementos virtuais com a posição da mão do usuário na cena.
- **Interfaces Tangíveis**: dispositivos físicos importantes para a aplicação (podendo ser uma ferramenta, um instrumento, etc.) que o usuário possa interagir diretamente (segurando, tocando, empurrando) mas que

simultaneamente possa servir como sensor de entrada para o sistema (identificando a ação feita pelo usuário) é uma interface tangível. Em interfaces tangíveis a interação não fica limitada a movimentos sutis de dedos e dos olhos mas, envolve o espaço físico e a corporalidade do usuário.

Quanto aos Hardwares de Saída, para poder gerar a RA, os equipamentos precisam ter a capacidade de mesclar o mundo real com o virtual. Portanto, segundo Azuma (2001 apud TORI; HOUNSELL, 2018) são utilizados quatro esquemas:

- baseados em **monitores**, podendo ser monitores ou telas de projeção, exibindo a imagem capturada por uma câmera de vídeo (fixada num ponto do ambiente real) e misturada com objetos virtuais. O usuário pode se juntar ao ambiente e interagir com os elementos reais e virtuais, desde que seja capaz de se ver no visualizador.
- **visada óptica direta** (*optical see through*), baseia-se em um dispositivo semi transparente, que possibilita a passagem da imagem real vista diretamente, porém da mesma forma reproduz imagens geradas pelo computador.
- visão de **câmera de vídeo** (*video see through*), ou visão com oclusão (o mundo real não é visto diretamente), é composto por dispositivos de visualização com uma ou duas micro câmeras presas à frente do dispositivo e apontada para onde o usuário está observando. A imagem que é capturada, é somada com a imagem dos elementos virtuais criada pelo computador, e então exibida ao usuário através de um dispositivo de visualização, como capacetes, telas de um tablet ou até de smartphones.
- **projeção**, também chamada de RA Espacial (*Spatial Augmented Reality*), que depende da projeção das informações virtuais diretamente sobre os objetos físicos, que terão suas características aumentadas. Desta forma o usuário não precisa se vestir e nem segurar nenhum dispositivo para visualização.

Para reproduzir aplicações de RA é necessário um hardware de entrada e saída de dados. O tipo de equipamento de hardware deve ser selecionado conforme o nível de complexidade do projeto. Nesta pesquisa foi escolhido utilizar como hardware de entrada sensores inerciais e como hardware de saída visão de câmera de vídeo.

Ambos os recursos podem ser encontrados em dispositivos móveis, que é melhor abordado no Capítulo 2.2.3.

## 2.2.2 Software de RA

Conforme avanços são feitos em aplicações de recursos de RA, tornando-os mais complexos e potentes, aumentam os desafios de software. O software é utilizado na etapa de preparação do sistema, através de recursos de autoria do ambiente misturado, e na etapa de execução como um apoio à interação em tempo real.

A capacidade de processamento das unidades centrais (CPU) e das placas gráficas (GPU), para tratar as necessidades da RA, deve ser alta o suficiente para garantir a execução, em tempo interativo, das seguintes ações: tratamento de vídeo; processamento gráfico 3D; geração de imagens misturadas; incorporação de som; execução háptica; controle multimodal; varredura de dispositivos de entrada com ênfase no rastreamento; etc. (TORI; HOUNSELL, 2018, p.51)

O software de RA tem de possibilitar o rastreamento de objetos reais e adaptar os objetos virtuais no ambiente, tanto para pontos de vista fixos quanto para pontos de vista em movimento, de forma para sustentar a interação em tempo real. Mas também, deve permitir simultaneamente a interação do usuário com os objetos virtuais e a interação entre objetos reais e virtuais. O suporte para interação em tempo real também necessita: atuar no controle da simulação/animação dos objetos virtuais colocados no ambiente; cuidar da visualização do ambiente misturado; e processar a comunicação em rede para aplicações colaborativas (TORI; HOUNSELL, 2018).

De acordo com Tori e Hounsell (2018), o princípio para o desempenho da RA é a capacidade do sistema computacional de identificar onde os elementos virtuais vão aparecer no ambiente. Esta aplicação impacta de forma menor no desempenho de elementos 1D e 2D, pois teria apenas uma posição em relação a tela (podendo ser fixo). Porém, em elementos 3D, esta integração se torna relevante, pois o objeto virtual tem que ser harmonioso com o mundo real. Os autores ressaltam que para atingir esse desempenho dos objetos 3D, o sistema de RA tem que realizar as tarefas de monitoramento, divididas em registro e rastreamento.

- **Registro:** reconhece qual elemento virtual deve aparecer e em qual posição e a orientação relacionada ao restante do ambiente (tanto para objetos reais quanto virtuais e em relação ao observador).

- **Rastreamento:** indica como um elemento virtual presente no ambiente está se deslocando e para onde.

Hoje existem ferramentas de desenvolvimento que possibilitam tanto a preparação quanto a interação com objetos virtuais para aplicações de RA.

Uma dessas ferramentas é a plataforma Vuforia, que foi utilizada no desenvolvimento da RA de trechos do livro Voos da Alma. É um kit de desenvolvimento de software (SDK) de RA para dispositivos móveis que possibilita a criação de aplicativos da área. Ele utiliza tecnologia de visão computacional para identificar e localizar imagens planas e objetos 3D em tempo real (VUFORIA ENGINE, 2020). Suporta uma vasta quantidade de tipos de target 2D e 3D, incluindo targets de imagem sem marcador e também reconhecimento de texto. Permite criação de marcador endereçável, conhecido como VuMark. Fornece interfaces de programação de aplicativos nas linguagens C ++, Java, Objective-C ++ e .NET por meio de uma extensão para a plataforma Unity. Assim, oferece suporte a iOS, Android e Plataforma Universal do Windows (VUFORIA ENGINE, 2020).

Outra ferramenta popular é o ARToolKit. É uma biblioteca de código aberto baseado nas linguagens JAVA, C e C++, que permite o desenvolvimento de interfaces para RA. Essa ferramenta é uma das mais conhecidas no mercado e baseia-se no uso de marcadores (HITLAB, 2020). Tem suporte para Unity3D e OpenSceneGraph e as plataformas suportadas são: Android, iOS, Linux, Windows, Mac OS e Óculos para RA.

O Google, vendo o crescimento no mercado de RA, em 2017 anunciou o software ARCore desenvolvido pela empresa. O software permite a criação de aplicativos de RA. É compatível com Java/OpenGL, Unity e Unreal (GOOGLE AR & VR, 2020). O ARCore faz uso de três principais tecnologias para integrar o conteúdo virtual ao mundo real, como: rastreamento de movimento onde o aplicativo reconhece e acompanha sua posição em relação ao mundo; compreensão ambiental que verifica o tamanho e a localização de superfícies; calcula as condições atuais de iluminação do ambiente (GOOGLE AR & VR, 2020).

A Apple no lançamento do iOS11 em 2017, apresentou seu próprio software de desenvolvimento em RA, compatível com sistemas operacionais da empresa. Possui integração com ferramentas como Unity e Unreal Engine (DEVELOPER APPLE, 2020). Estão incluídos recursos como: odometria inercial visual (VIO) que permite o

rastreamento do ambiente sem calibração adicional; rastreamento facial robusto para aplicar efeitos de rosto ou criar expressões faciais de personagens 3D; rastreamento da luz ambiente para aplicar a mesma quantidade de luz no cenário virtual; detecção de planos horizontais e verticais (DEVELOPER APPLE, 2020).

Para produzir aplicações de RA é necessário um software que possibilita a interação simultânea do usuário com os objetos virtuais e a interação entre objetos reais e virtuais, e, que possam realizar tarefas de monitoramento, como registro e rastreamento. A escolha do software deve ser motivada pelo tipo de aplicação e recursos tecnológicos que o desenvolvedor possui. Para produzir a aplicação, a tecnologia escolhida foi o Vuforia por ser compatível com a plataforma Unity e por gerar marcadores a partir de imagens alvo.

### **2.2.3 Sistemas de Realidade Aumentada Móvel**

Um sistema que apresenta objetos virtuais em um ambiente real, tendo sua interatividade em tempo real e mostrando a visualização dos elementos reais e virtuais de forma misturada em um dispositivo móvel é tido como um sistema de Realidade Aumentada Móvel (Chatzopoulos et al., 2017 apud TORI; HOUNSELL, 2018).

Os recursos dos dispositivos, como câmera, giroscópio, microfones e GPS, são utilizados em sistemas de realidade aumentada móveis como meios de entrada para captar dados do mundo real a serem utilizados no processamento de junção com os objetos virtuais e, posteriormente, exibidos na tela ou monitor do dispositivo móvel, por exemplo, em smartphones e tablets. Para Tori e Hounsell (2018, p.144),

os smartphones se apresentam como uma plataforma promissora para o desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada móvel. Pois, possuem alto poder computacional, sistemas de comunicação sem fio, interfaces multimodais que permitem a interação mais eficiente, intuitiva e, de certa forma, mais inteligente. Um fator positivo é que atualmente os smartphones fazem parte do cotidiano das pessoas, dispensando o uso de novos gadgets. (TORI; HOUNSELL, 2018, p.144)

A redução dos valores e o fácil acesso das tecnologias usadas em aplicações de RA permitiram sua inserção em diversos contextos sociais e culturais. Embora a RA tenha mais de trinta anos de história, para que tivesse mais visibilidade foram necessários avanços nas tecnologias móveis, de processamento de dados e a melhora na imagem de computadores pessoais (PRADO; FRANCO, 2020). Segundo Azuma (1997), existem diversas aplicações de RA: na medicina, na produção e reparo

de peças industriais, na robótica, na aviação militar, no entretenimento, na publicidade e no marketing, na navegação automotiva, na arquitetura, no turismo, na educação. Para Tori e Hounsell (2018, p. 63), a RA

pode ser aplicada às mais diversas áreas do conhecimento, em muitos casos com vantagens adicionais por se integrar simbioticamente com os ambientes reais. Qualquer atividade humana que necessita de acesso a informação para melhor ser executada, pode se beneficiar da RA. Se esta informação for 3D e diretamente relacionada com o ambiente em que se está, então a RA tem o potencial de ser a melhor alternativa de solução.

Os dispositivos móveis possibilitam o acesso à informação diretamente do lugar onde o usuário se encontra, e possuem um alto desempenho em processar dados e imagens. A conexão sem fio e a mobilidade são aspectos que contribuem para que os dispositivos móveis sejam considerados um excelente recurso para aplicações em RA. Nos dias de hoje, basta instalar o aplicativo de RA, abri-lo e apontar a câmera para visualizar na tela os elementos virtuais junto ao ambiente real. Experiências assim estão sendo adotadas em todas as áreas da cultura contemporânea.

Na arte, recursos como RA podem ser explorados por artistas digitais em suas produções, como fizeram Claire Bardainne e Adrien Mondot na exposição *Mirages & miracles* (Figura 13).

Figura 13 - *Mirages & miracles*



Fonte: Visite<sup>6</sup> (2020)

<sup>6</sup> VISITE virtuelle - Mirages & miracles. [S.l.], 2020. 1 vídeo (4 min.). Publicado Pelo Canal Centre Phi. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=x3XljlwbbSA>. Acesso em: 04 fev. 2021.

Nela, os artistas tratam sutilmente a relação entre poesia, corpo humano e arte através de um universo lírico, construído por meio da RA, RV, ilusões holográficas e vídeo projeções (MIRAGES... 2020). Misturando arte digital com arte manual. A exposição possui três instalações: *The Silence of Stones*, *Illusions*, *Tempo Geológico*. *The Silence of Stones* utiliza a experiência com RA para destacar o quão frágil é a distinção entre o que é real e o que é virtual, por estarem ocupando o mesmo espaço. Em *Illusions* é possível ver a barreira entre o animado e inanimado se extinguir por meio da holografia. E *Tempo Geológico* é uma experiência imersiva através de uma instalação de vídeo projetado, onde o espectador pode interagir com a instalação através de seus movimentos.

No design, a RA possibilita ao criador e ao cliente a visualização e a interação com produtos de forma espontânea e interativa, obtendo um retorno simultâneo. Assim, o usuário tem liberdade de experimentar diversas formas virtuais do projeto ou produto, podendo alterá-lo em tempo real (ROMÃO; GONÇALVES, 2013 apud FERREIRA, 2014). Uma aplicação desse recurso é o aplicativo Volkswagen AR, desenvolvido pela empresa Volkswagen em 2020 (Figura 14).

Figura 14 - Volkswagen AR



Fonte: Volkswagen<sup>7</sup> (2020).

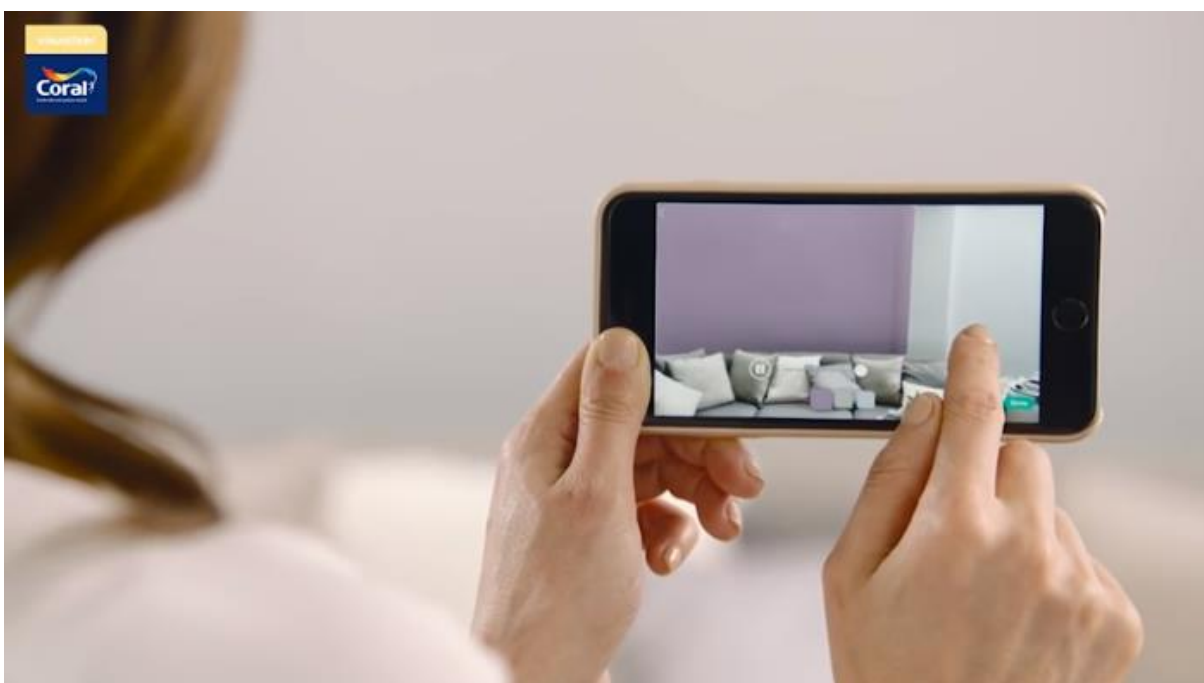
---

<sup>7</sup> VOLKSWAGEN AR App TCross. [S.l.], 2020. 1 vídeo (2 min.). Publicado Pelo Canal Umantech. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uggrPokbln4>. Acesso em: 22 out. 2020.

O aplicativo permite a personalização, observação do exterior e interior do carro, a visualização do veículo em qualquer ambiente, podendo estar em movimento ou não, traz a opção de fotografar o carro depois de pronto, além de permitir salvar a imagem na galeria do celular.

No design de ambientes, a RA permite adicionar, remover, redimensionar e reorganizar objetos até que o usuário esteja satisfeito com o resultado. A interação do usuário com o ambiente tem a capacidade de gerar um novo ambiente, não apenas com a sobreposição de informações (FERREIRA, 2014). Uma amostra desse recurso pode ser acessada no aplicativo *Coral Visualizer*, desenvolvido pela própria empresa em 2014 (Figura 15).

Figura 15 - *Coral Visualizer*



Fonte: Conheça<sup>8</sup> (2016).

O aplicativo conta com opções de visualizar virtualmente as cores das tintas nas paredes, compartilhar essas opções com outras pessoas, além de explorar, escolher e salvar as cores testadas nos ambientes.

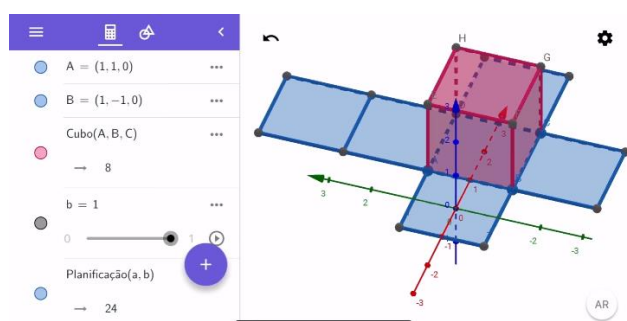
---

<sup>8</sup> CONHEÇA o Coral Visualizer. [S.l.], 2016. 1 vídeo (1 min.). Publicado Pelo Canal Tintas Coral. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=A\\_8IJTgS2b0](https://www.youtube.com/watch?v=A_8IJTgS2b0). Acesso em: 22 out. 2020.



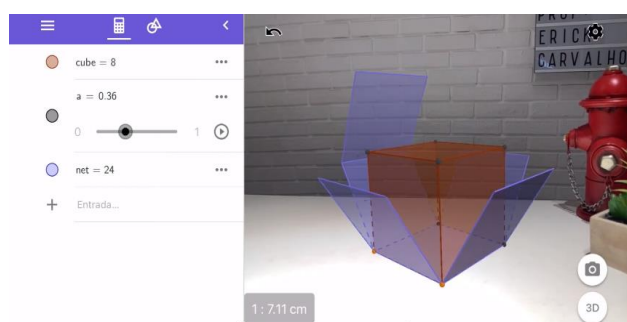
Na educação, a RA pode ser explorada em muitas áreas. Ela apoia o ensino inserindo objetos virtuais no mundo real e permite a interação com o usuário (KREVELEN; POELMAN, 2010 apud FERREIRA, 2014). A capacidade de percepção e raciocínio do aluno é estimulada através da ampliação do ambiente real com os objetos virtuais e suas interações. Um exemplo de aplicativo é a Calculadora GeoGebra 3D, desenvolvida pela International GeoGebra Institute (IGI). O aplicativo desenha gráficos de funções  $z=f(x,y)$ ; constrói e calcula gráficos de funções, superfícies parametrizadas, sólidos, esferas, cubos e outros objetos 3D (Figura 16). O recurso de RA viabiliza a visualização dos cálculos realizados nos objetos 3D no mundo real, (Figura 17). Nele também é possível experimentar controles deslizantes para pontos, gráficos e geometria que funcionam de forma coordenada; pesquisar por atividades de outros usuários e gravar e compartilhar os resultados.

Figura 16 - Cálculo de objeto 3D na calculadora geogebra 3D



Fonte: Geogebra<sup>9</sup> (2020).

Figura 17 - Cálculo de objeto 3D na calculadora geogebra 3D com RA



Fonte: Geogebra<sup>10</sup> (2020).

<sup>9</sup> GEOGEBRA 3D Calculadora- Planificação do Cubo. [S.I.], 2020. 1 vídeo (4 min.). Publicado Pelo Canal Erik Carvalho. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NFIL186yHFQ&t>. Acesso em: 27 out. 2020.

<sup>10</sup> GEOGEBRA 3D Calculadora - Realidade Aumentada. [S.I.], 2020. 1 vídeo (1 min.). Publicado Pelo Canal Erik Carvalho. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MUVEnjPU0Bg>. Acesso em: 27 out. 2020.

A visualização de espaços e locais, é uma área que pode ser explorada pela RA. As informações relacionadas ao espaço ou local, que o usuário se encontra no momento, podem ser visualizadas através da RA (FERREIRA, 2014). Um aplicativo com este tipo de recurso é o Google Maps. Ao completar 15 anos<sup>11</sup>, contou com a estréia da versão beta do recurso que já vinha sendo testado, o *Live View* com Realidade Aumentada para dispositivos móveis (Figura 18). O aplicativo visa facilitar o deslocamento em viagens de transporte público que exijam uma caminhada para chegar ao destino final. O *Live View* com RA orienta o usuário através de setas posicionadas sobre pontos do mundo real no mapa, para o usuário seguir na direção correta.

Figura 18 - Google Maps *live view* com RA



Fonte: Google Maps<sup>12</sup> (2019).

A indústria do entretenimento, principalmente dos jogos, possui uma vasta quantidade de aplicações para a RA. Atualmente, é possível fazer a interação de jogadores reais e virtuais no ambiente de um jogo através dos dispositivos eletrônicos (móveis ou não). O jogador, além de ter a interação virtual com todo o ambiente do

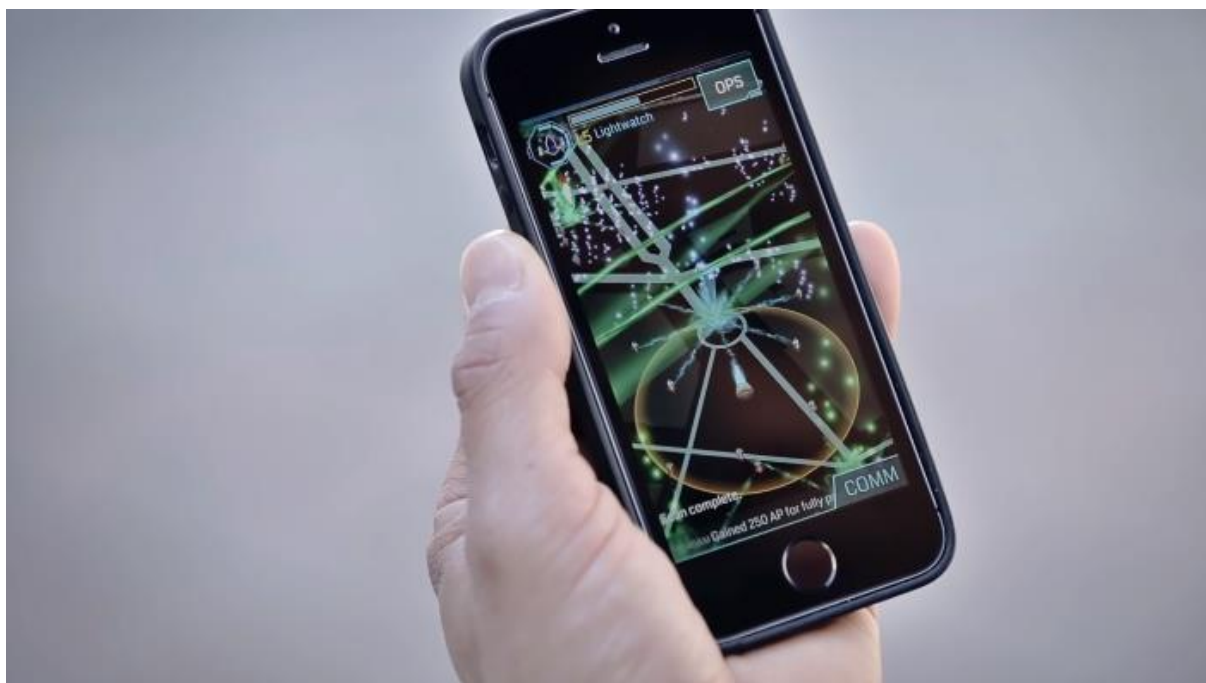
<sup>11</sup> A ferramenta completou 15 anos no dia 15 de março de 2020.

<sup>12</sup> GOOGLE Maps AR First Look: Helping you navigate the city. [S.l.], 2019. 1 vídeo (4 min.). Publicado Pelo Canal Engadget. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XWbY5jdJnHg>. Acesso em: 27 out. 2020.

jogo, também pode interagir com pessoas virtuais, através de competições e jogos de multijogadores, possibilitando quase um ambiente real (VALLINO, 1998 apud FERREIRA, 2014).

O jogo mobile Ingress Prime foi desenvolvido pela Niantic. Foi lançado em novembro de 2012 para dispositivos Android e em julho de 2014 para dispositivos iOS (Figura 19). Nele o jogador deve escolher uma facção para fazer parte - há somente duas. Denominando-se de agentes, os jogadores têm o objetivo de trabalhar em equipe para derrotar a facção adversária, por meio de dominação de territórios, ligando portais e criando campos de controle. Os portais no mundo real são pontos de referência cultural - como instalações artísticas, pontos turísticos, prédios, etc - e neles se encontram recursos valiosos para o jogo. Para ligar e controlar os portais é necessário o jogador se locomover até o local onde o portal se encontra no mundo real.

Figura 19 - Ingress Prime



Fonte: Playing<sup>13</sup> (2014).

Um outro aplicativo é o Lego *Hidden Side* desenvolvido pela empresa Lego em 2019 (Figura 20). Nele o jogador vira uma espécie de caça fantasmas. Basta ele

---

<sup>13</sup> PLAYING Ingress. [S.I.], 2014. 1 vídeo (7 min.). Publicado Pelo Canal Ingress. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Y6-JAm3NCAk>. Acesso em: 27 out. 2020.

comprar e montar um dos oito conjuntos de Lego *Hidden Side* e fazer um escaneamento da cena montada com as peças de lego pelo aplicativo. Após isso, o jogador pode dar início a sua jornada como caça fantasmas, explorando o jogo interativo. Nele o jogador pode batalhar com amigos, jogar como caçador ou fantasma e colecionar itens, como fantasmas e relíquias.

Figura 20 - Lego *Hidden Side*



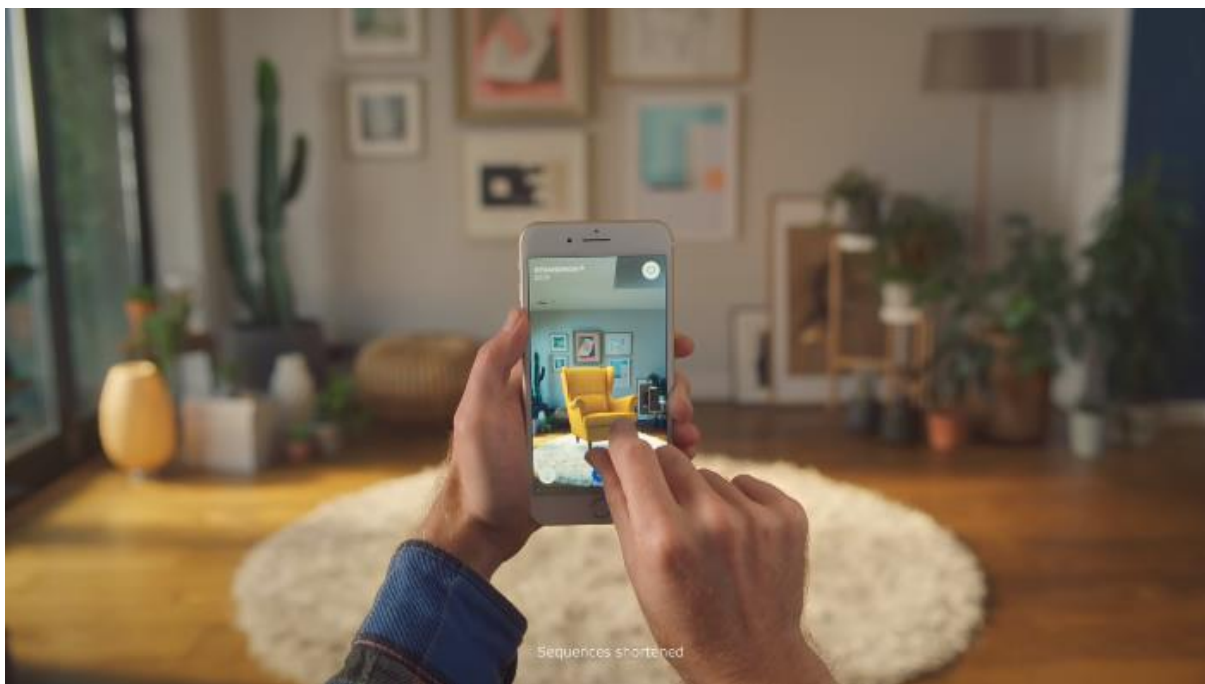
Fonte: Lego<sup>14</sup> (2019).

No segmento de lojas online, estão sendo criados aplicativos de RA que permitem ao cliente a visualização e experimentação dos produtos de forma virtual. O IKEA *Place* é um dos exemplos mais conhecidos de RA nas compras online (Figura 21). Desenvolvido pela própria empresa em 2017, o aplicativo permite aos usuários a visualização de móveis do catálogo em espaços como casa, escritório ou outros cômodos de sua preferência.

---

<sup>14</sup> LEGO Hidden Side 70425 - 70423. [S.I.], 2019. 1 vídeo (2 min.). Publicado Pelo Canal Radiokontrol Model Assistance. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=E9uzxWFxk00>. Acesso em: 27 out. 2020.

Figura 21 - IKEA Place



Fonte: Say<sup>15</sup> (2017).

A RA tem um desempenho considerável no ramo do marketing e da publicidade, uma vez que viabiliza a demonstração de novos produtos a prováveis investidores (BERRYMAN, 2012 apud FERREIRA, 2014). Desta maneira, a RA pode beneficiar as ações publicitárias, tornando-as interativas e causando um engajamento maior do anúncio.

Um exemplo de publicidade envolvendo RA é a ação realizada pela empresa de cosméticos O Boticário juntamente com a plataforma de vídeos YouTube. A ação de marketing ocorreu entre março e abril de 2020, de forma online, para divulgar a nova linha de batons Make B. Devido às restrições de segurança da pandemia do COVID-19<sup>16</sup>, a empresa O Boticário teve que repensar a maneira como iria divulgar a nova linha de produtos, e optou pela plataforma de vídeos YouTube, pois assuntos como beleza e maquiagem estão em quarto lugar de buscas na plataforma (SALOMÃO, 2021). O vídeo da propaganda, quando assistido no aplicativo do

---

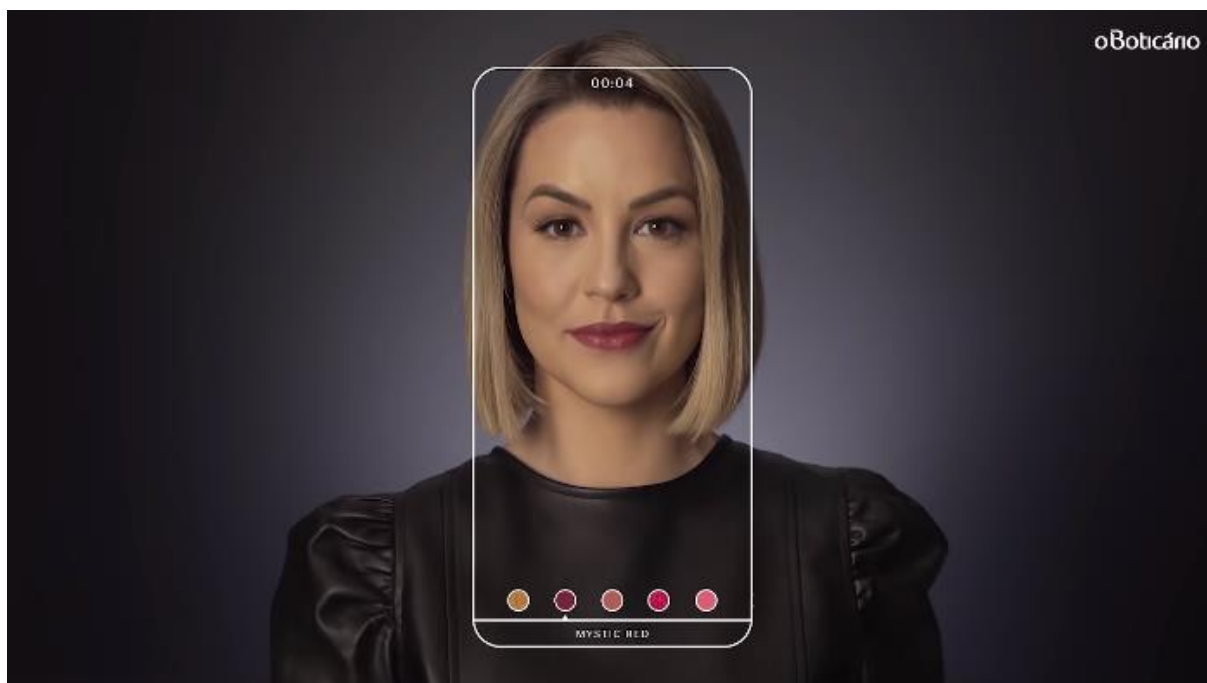
<sup>15</sup> SAY Hej to IKEA Place. [S.I.], 2017. 1 vídeo (1 min.). Publicado Pelo Canal IKEA. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UudV1VdFtuQ>. Acesso em: 22 out. 2020.

<sup>16</sup> COVID-19 é um vírus que é transmitido através de gotículas produzidas nas vias respiratórias de pessoas infectadas. Os primeiros casos da doença surgiram em 2019. Para evitar a transmissão e a contaminação do vírus, foram tomadas as medidas de segurança com lavagem frequentes de mãos, uso de máscaras e isolamento social. Devido a essas medidas de segurança, empresas do ramo de cosméticos que permitiam a testagem de seus produtos ao público em suas lojas, tiveram que parar com esse tipo de atendimento.



YouTube para dispositivos móveis, possuía um botão diferente dos vídeos comuns, denominado “testar”. Ao clicar no botão os espectadores podiam experimentar as novas cores de batons em si (Figura 22). O botão, quando estava disponível ao público, identificava o rosto do espectador e apresentava as diferentes cores de batons de forma semelhante aos filtros de redes sociais.

Figura 22 - Batons Make B.



Fonte: Novos<sup>17</sup> (2020).

Nas redes sociais, há dois casos interessantes que se destacam quanto ao uso de RA, o Instagram e o Snapchat. Ambos utilizam recursos de RA para gerar filtros - que reconhecem o rosto humano ou a cena. Com os filtros é possível tirar fotos/*selfies* ou gravar vídeos com efeitos exclusivos criados por marcas ou usuários. Algumas marcas e empresas utilizam os filtros com fins de marketing e divulgação de produtos.

O Instagram teve seu lançamento no ano de 2010 para dispositivos iOS. Ele foi desenvolvido por Kevin Systrom e seu sócio Mike Krieger. Na época era apenas um aplicativo de compartilhamento e edição de fotos, porém assim que lançado se tornou o aplicativo com mais downloads na categoria “Fotografia”, chamando a atenção de outras marcas (INSTAGRAM... 2020).

---

<sup>17</sup> NOVOS Batons Make B. - O Boticário. [S.l.], 2020. 1 vídeo (1 min.). Publicado Pelo Canal O Boticário. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9y4ART0-814>. Acesso em: 04 mar. 2021.

O Snapchat foi criado em 2011, pelos universitários Evan Spiegel e Bobby Murphy. Inicialmente era apenas um aplicativo comum de fotos, mas se tornou popular pela privacidade e possibilidade de interações que não deixavam rastros online. No ano de 2015 começaram a surgir os primeiros filtros com RA no aplicativo (SOUZA, 2015), Figura 23.

Figura 23 - Snapchat



Fonte: Giantomaso (2015).

Porém, o sucesso do Snapchat ocorreu em 2013. Neste ano, Mark Zuckerberg fez uma oferta de compra de US\$ 3 bilhões de dólares (APP, 2013). A proposta não foi aceita pelo Snapchat, e em 2016 Zuckerberg lançou dentro do aplicativo Instagram ferramentas e funcionalidades semelhantes ao Snapchat (INSTAGRAM, 2016), Figura 24.

Figura 24 - Instagram

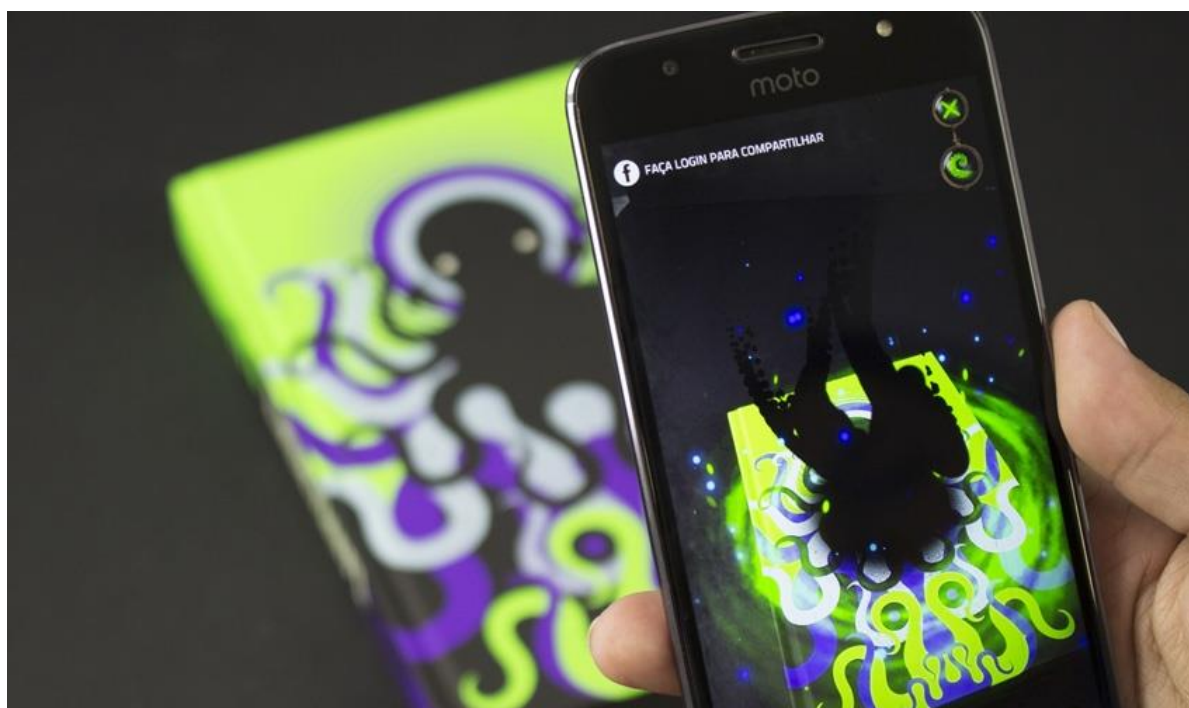


Fonte: Velasco (2020).

Devido a popularidade deste tipo de aplicativo com recurso de filtros, a RA se tornou muito presente no cotidiano dos usuários, que utilizam os filtros para melhorarem ou modificarem suas fotos, sendo por questões de beleza ou entretenimento.

No ramo editorial, a RA é utilizada para expandir a narrativa de livros impressos, explorando recursos multimídia (imagem e som), aplicações de objetos virtuais tridimensionais e interações em tempo real (PINA, 2015). A editora brasileira DarkSide Books em parceria com a empresa Flex Interativa, desenvolveram em 2017 a edição *Lovecraft: Medo Clássico Vol.1* com interação de RA (Figura 25). Com intenção de se conectar com a nova geração de leitores, as duas empresas buscaram transformar essa edição em uma experiência de RA através do aplicativo DarkSide Books RA, disponível para Android e iOS. O aplicativo dá vida a capa, abrindo um portal cósmico com os tentáculos da entidade “Cthulhu” que se movimenta através da RA. Ele também conta com filtros personalizados, opções de compartilhar conteúdos nas redes sociais, tirar fotos e gravar vídeos.

Figura 25 - Lovecraft: Medo Clássico Vol.1



Fonte: Flex Interativa<sup>18</sup> (2017).

<sup>18</sup> FLEX INTERATIVA. **Case Dark Side RA.** 2017. Disponível em: <https://www.flexinterativa.com.br/project/case-darkside-books-ra/>. Acesso em: 04 mar. 2021.



Os smartphones se evidenciam como meio para executar aplicações em RA por possuírem recursos de dispositivos (câmera, giroscópio, microfones e GPS), um alto processamento computacional, redes wireless, interfaces mais intuitivas e interativas e por estarem presentes no cotidiano (TORI; HOUNSELL, 2018). Por ser uma tecnologia que já é explorada em livros impressos, foi escolhido desenvolver o projeto em um sistema de RA móvel.

### 3 ANIMAÇÃO

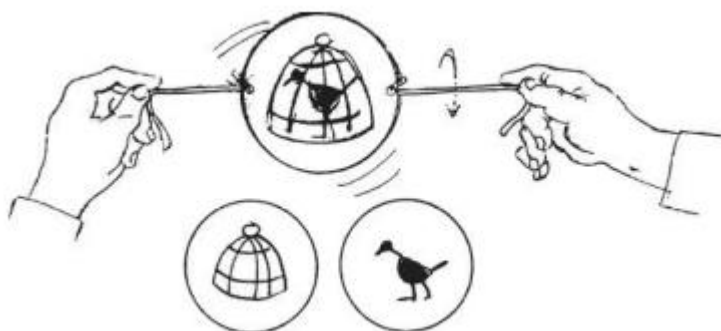
O terceiro capítulo trata sobre a animação, ao apresentar: um panorama conceitual e histórico, desde as primeiras aparições de animações na pré-história até sua evolução para o digital; as técnicas de animações e as etapas de criação de um personagem 3D; os processos técnicos operacionais (pré-produção, produção e pós-produção); os softwares de modelagem 3D; os princípios fundamentais da animação.

#### 3.1 ORIGEM DA ANIMAÇÃO: ALGUNS DESTAQUES

A animação que conhecemos hoje não surgiu aleatoriamente, ela começou a ser produzida a partir do momento que o ser humano passou a se comunicar através de signos. Podemos identificar nas pinturas rupestres, aquelas que já sinalizavam a ideia de movimento por meio do desenho, como demonstram as pinturas de bisões, mamutes e renas com mais de quatro pernas, ilustradas em cavernas espanholas e francesas há mais de 30 mil anos (GOMBRICH, 1999).

O taumatrópio, criado em 1780 (BECKERMAN, 2012), é um brinquedo feito a partir de um disco de papelão, com duas figuras distintas em cada lado, e preso nas laterais dois elásticos. Quando os elásticos são torcidos, o disco sofre uma rotação e causa uma ilusão de ótica, fazendo parecer que a imagem se torne uma só (Figura 26). Essa invenção é considerada uma das primeiras experiências de animação.

Figura 26 - Taumatrópio

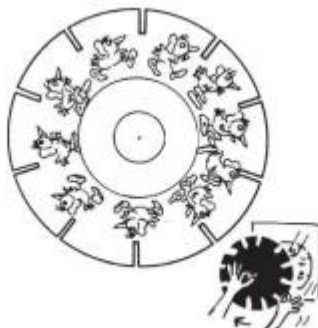


Fonte: Beckerman (2012, p.4)

Posteriormente, em 1832, foi elaborado um disco chamado fenacistoscópio, que deu origem às primeiras animações (BECKERMAN, 2012). O disco possui

diversas imagens semelhantes ao longo da circunferência e fendas que separam a sequência de imagens. Em frente a um espelho, o disco é girado em torno de seu eixo, provocando sensação de movimento das imagens (Figura 27).

Figura 27 - Fenacístoscópio



Fonte: Beckerman (2012, p.10)

O zootrópio foi desenvolvido na mesma época que o fenacístoscópio, porém não necessita de um espelho para visualizar a animação (BECKERMAN, 2012). O zootrópio é uma espécie de cilindro com fendas nas bordas. Dentro do cilindro são colocadas as sequências dos desenhos, e, quando rotacionado, é possível enxergar a animação pelas fendas (Figura 28).

Figura 28 - Zootrópio



Fonte: Beckerman (2012, p.6)

Em 1824, o artigo científico *The Persistence of Vision with Regard to Moving Objects* (“A Persistência da Visão com Relação a Objetos em Movimento”), de Peter Mark Roget, contribuiu para o desenvolvimento da animação. Tal contribuição está no cerne da conclusão de Bendazzi (2003, p. 3):

Imagens eram retidas pela retina do olho humano por uma fração de segundo antes de serem substituídas pelas imagens seguintes. Se a sucessão fosse suficientemente rápida, o observador tinha a impressão de movimento, mesmo que estivesse olhando para imagens paradas (Tradução nossa)<sup>19</sup>.

Apesar da contribuição da fotografia, e da indústria cinematográfica, que popularizou as animações (BECKERMAN, 2012), é a partir de 1980 que a animação teve um maior destaque.

Entre os anos 1960 e 1970, ocorreu um salto de qualidade da computação por causa da invenção do processador gráfico (recurso eletrônico feito para lidar com dados visuais, atual placa de vídeo). O processador gráfico viabilizou o surgimento da computação gráfica, em associação com o desenvolvimento de hardwares de apoio gráfico, com as linguagens de programação baseadas em gráficos e a um conjunto de outras técnicas e tecnologias. A computação gráfica pode ser interpretada como “a arte e a ciência em que o computador é incorporado no processo de criação e apresentação visual” (KERLOW; ROSEBUSH apud LUCENA JÚNIOR, 2005, p. 162). Assim, a tecnologia digital junto com a criação de softwares especializados favoreceram os criadores a avançarem em direção à automatização do processo produtivo.

### 3.2 ANIMAÇÃO COMPUTACIONAL

Uma animação consiste na criação de uma série de imagens que, quando vistas rapidamente em sequência, geram uma ilusão de ótica, causando a sensação de movimento (MULLEN, 2011). A animação é uma técnica de representação gráfica sequencial que forma o movimento de uma cena 2D ou 3D a partir de formas paradas, que criam movimento referenciando a imagem anterior.

A animação pode ser detalhada como um processo de desenhar ou modelar, que é inspirado pelos movimentos do mundo real e, então, é retratado através do personagem ou cena a ser animada (AZEVEDO; CONCI, 2003). As técnicas de animação por computador podem ser classificadas em (AZEVEDO; CONCI, 2003):

- **Animação por Quadro-Chave (*Keyframe*):** processo onde a animação é criada posicionando os objetos nos quadros-chave (*keyframes*<sup>20</sup>). Os quadros

---

<sup>19</sup> **Do original:** “Images were retained by the retina of the human eye for fractions of a second before being replaced by the succeeding ones. If the succession was sufficiently rapid, the viewer had the impression of movement even when looking at still pictures.” (BENDAZZI, 2003, p. 3).

<sup>20</sup> Keyframe são quadros de onde ocorrem eventos importantes.

intermediários (entre os quadros-chave) são gerados automaticamente por interpolação.

- **Animação por *Script*:** utiliza linguagem de programação interpretável pelo sistema para controlar os objetos e suas propriedades, como textura e comportamento.
- **Animação Procedural:** semelhante a animação por *Script*, porém utiliza linguagem de programação compilável e por procedimentos - incluindo linguagem orientada a objetos.
- **Animação Representacional:** técnica que possibilita um objeto mudar de forma, se movimentar e andar durante a animação.
- **Animação Estocástica:** aplica o processo estocástico ou randômico para gerir grupos de objetos nas animações, como sistemas de partículas (chuva, fogo, etc).
- **Animação *Straight Ahead*:** tipo convencional de animação, onde se é desenhado quadro a quadro de maneira sequencial a partir do quadro inicial.
- **Animação *Pose-to-Pose*:** aplicação onde a posição e o tempo são importantes. São definidos e criados os quadros-chave, e depois são criados os quadros intermediários.
- **Animação Comportamental:** é definido um conjunto de regras para a maneira de como um ou mais objetos da cena se comportam com o ambiente.
- **Animação *Track Based*:** é baseado na animação por quadros-chave em sistemas track based. Apenas os parâmetros que coordenam as interpolações devem ser especificados.

Quanto às técnicas apresentadas, foram utilizadas no desenvolvimento do trabalho a animação por quadro-chave para dar movimento no corpo dos personagens Baiacu e Lento, animação por *script* para permitir a interação do usuário com os personagens dentro da aplicação de realidade aumentada, e animação estocástica para gerar objetos randômicos como nuvens.

### 3.2.1 Criação de personagem 3D

A criação do personagem 3D é um procedimento separado na animação tridimensional, o personagem tem etapas de preparação para o modelo. Aguiar (2011)

e Azevedo (2005) explicam que o processo de desenvolvimento se inicia pela arte conceitual, passando pela modelagem, textura e iluminação, *rigging*, cabelos e pêlos, animação e por fim o render.

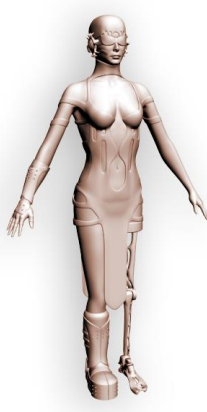
- **Arte Conceitual:** é a definição artística e do design da forma do personagem. Ele poderá ser realista, como na Figura 29, ou estilizado, como na Figura 30. Também deve ser pensando nas formas anatômicas e ósseas, e na personalidade do personagem.

Figura 29 - Design realístico



Fonte: Azevedo (2005, p.152)

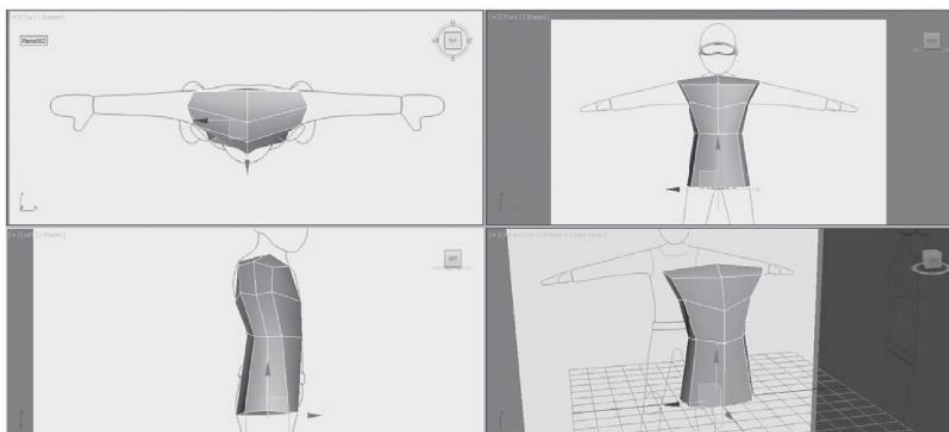
Figura 30 - Design estilizado



Fonte: Azevedo (2005, p.162)

- **Modelagem Digital:** etapa onde ocorre a construção tridimensional do modelo 3D do personagem com base em imagens bidimensionais, Figura 31. São utilizados softwares de modelagem e escultura digital para realizar o processo.

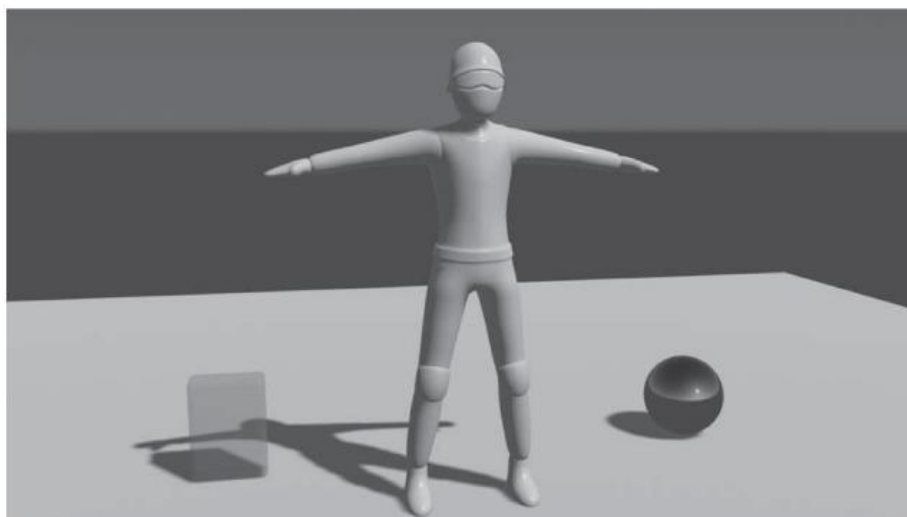
Figura 31 - Construção tridimensional com base em imagens bidimensionais



Fonte: Andaló (2015, p.37)

- **Textura e Iluminação:** após o modelo 3D estar pronto, o próximo passo é personalizá-lo. Deve ser considerado a textura do corpo, olhos, cabelo e figurino. As luzes são utilizadas para dar realismo ao personagem (Figura 32).

Figura 32 - Objetos iluminado em diferentes texturas

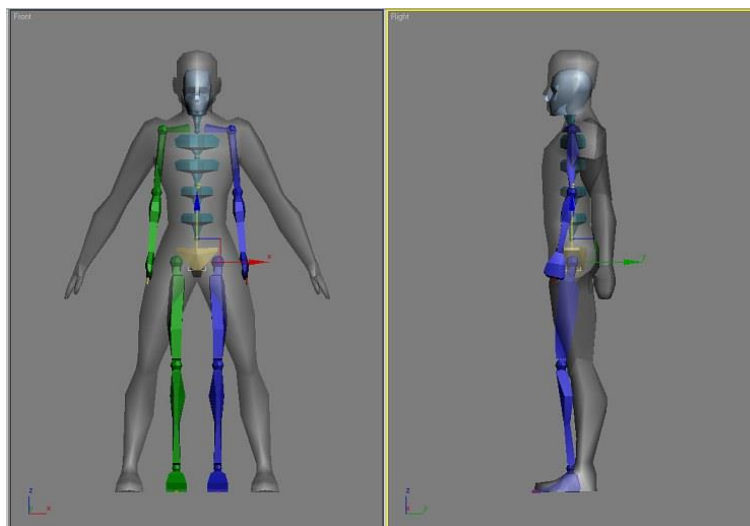


Fonte: Andaló (2015, p.96)

- **Rigging<sup>21</sup>:** é onde ocorre a construção do esqueleto da animação, conforme demonstrado na Figura 33. Deve ser composto por ossos (*bones*) e pelas articulações (*joints*) - formando a estrutura de deformação da malha do modelo.

<sup>21</sup> *Rig*: usada na animação 3D para os sistemas que movem o personagem, é um termo em inglês que vem do tempo dos barcos a vela e designava o sistema de roldanas e cordas que movimentava as velas; tradução para o português cordoalha (ANDALÓ, 2015).

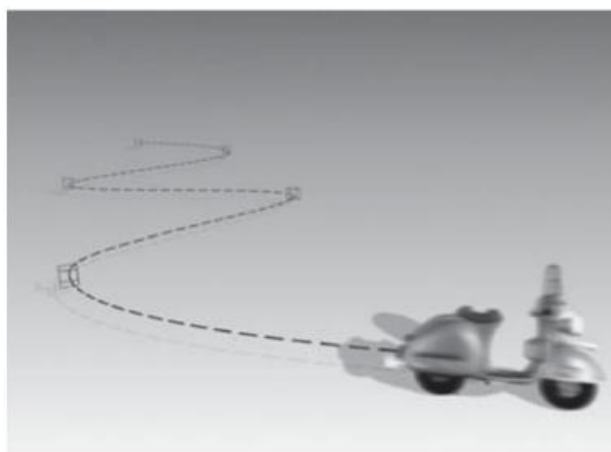
Figura 33 - Exemplo de esqueleto



Fonte: Azevedo (2005, p.206)

- **Cabelos e Pêlos:** são utilizados para gerar uma composição realista de personagens humanos ou animais. Eles são aplicados de acordo com cada modelo.
- **Animação de Personagem:** etapa para criar a ação que será realizada pelo personagem. Proporciona movimento ao objeto 3D, podendo ser de forma corporal, facial e/ou na cena, Figura 34.

Figura 34 - Exemplo de animação na cena



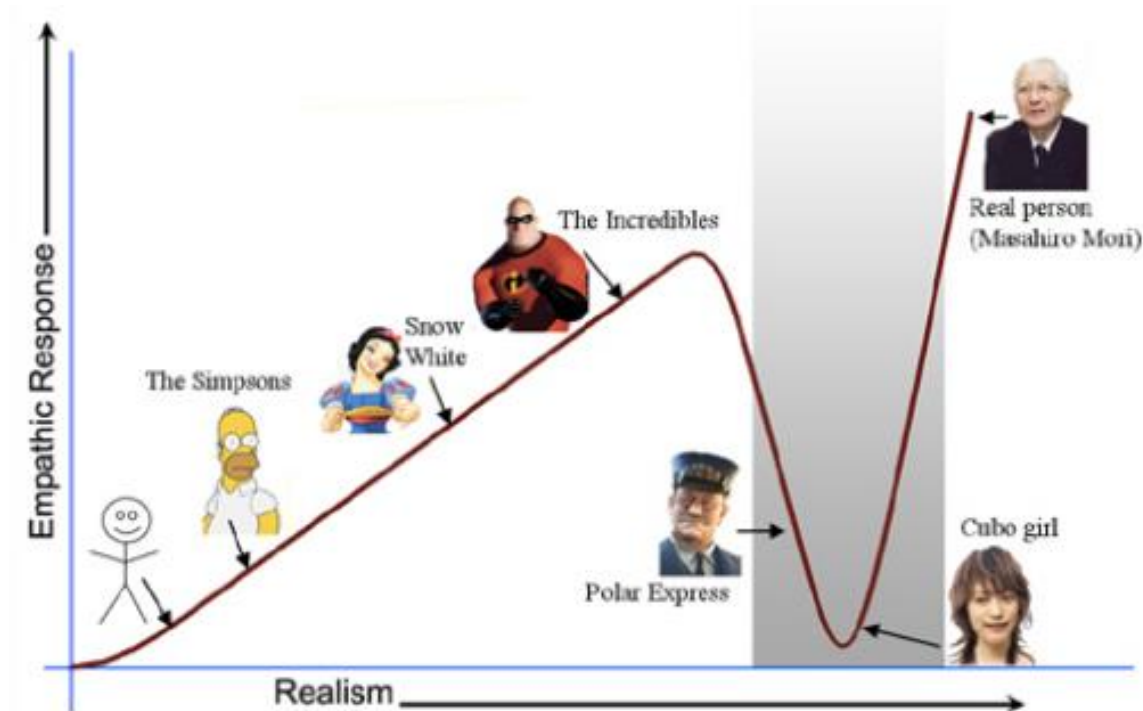
Fonte: Oliveira (2015, p.312)

- **Render:** o render é a finalização do projeto de construção do personagem 3D. O processo de renderização é o processamento das cenas tridimensionais. Ele pode demorar horas ou dias, dependendo da complexidade do projeto.



É importante considerar para a definição da representação estética do personagem o chamado *uncanny valley* (Figura 35) conhecido como vale da estranheza, para o personagem 3D ser melhor aceito pelo público. O termo foi reconhecido inicialmente nos anos 70 pelo professor de robótica japonês Masahiro Mori. É abordado uma hipótese onde o nível de reação positiva por parte do público pode aumentar à medida que o personagem se torna mais parecido com a realidade (WILLIAMS, 2009). Porém o nível de reação pode cair drasticamente quando o personagem se comporta de forma humana (mas não sendo idêntico), e voltar a subir à medida que fica difícil distinguir o personagem de uma pessoa real.

Figura 35 - *Uncanny valley*



Fonte: Taylor (2012).

O processo de criação de um personagem 3D ocorre antes da animação. Este processo é formado por etapas, para facilitar o fluxo de trabalho do animador e obter um melhor resultado da modelagem e da animação. As etapas também auxiliam o animador a pensar em como será o resultado final de sua animação. Por isso essas etapas foram utilizadas no desenvolvimento da animação deste trabalho, e é melhor descrita no Capítulo 4.2.

### 3.2.2 Processo Técnico Operacional

Normalmente, a criação de uma animação é dividida em três partes: pré-produção, produção e pós-produção. Cada etapa depende da realização de diferentes tarefas.

- **Pré-produção:** etapa onde é elaborado o planejamento administrativo e a definição do conceito estético da animação, antes que seja produzida. Há tarefas como: roteirização, convocação do elenco, estipulação de custos e prazos, gravação dos diálogos e efeitos sonoros, realização do *storyboard*, definição da apresentação gráfica da animação como um todo (KERLOW, 2004).
- **Produção:** estágio onde as cenas e personagens são animadas (KERLOW, 2004). Na animação digital 3D, é feito uso de softwares e, outras etapas antecedem a animação, como modelagem e *rigging*, e outra que a sucede, a renderização.
- **Pós-produção:** momento em que as imagens podem ser editadas com outras imagens criadas pelo computador, imagens reais e/ou com a trilha sonora. Podem ser retocadas, distorcidas, re-coloridas ou ajustadas. (KERLOW, 2004).

### 3.2.3 Software de Modelagem 3D

A modelagem 3D é um processo que consiste em desenvolver objetos tridimensionais por meio de softwares que possuam as especificidades necessárias para a criação dos objetos, onde são representados virtualmente a partir de modelos matemáticos. Um recurso básico que esses softwares proporcionam é a criação de malhas tridimensionais que são modeladas de acordo com as dimensões e proporções necessárias.

Atualmente, há diversos programas que permitem modelagem 3D, porém em alguns casos são para sistemas operacionais ou nichos específicos (como jogos, filmes, ramo artístico, etc).

Um programa muito popular entre os artistas 3D é o Blender. Ele é um programa de computador de código aberto, desenvolvido para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, e edição de vídeo (BLENDER, 2020). É de

multiplataforma, estando disponível para diversos sistemas operacionais. Inclui suporte a Python como linguagem de *script* (BLENDER, 2020).

Outro software é o 3ds Max, de modelagem tridimensional, permite a renderização de imagens e animações, compatível com o sistema operacional Microsoft Windows (AUTODESK, 2020). Os arquivos gerados pelo 3ds Max possuem a extensão nativa .MAX, porém é compatível com diversos softwares de modelagem tridimensional. O programa tem recursos para animações como *motion capture*<sup>22</sup> e suporte a *plug-ins* que permitem animações realistas, simulando gravidade, colisões, explosões, vento, propulsões, forças rotativas, etc (AUTODESK, 2020).

A plataforma Cinema4D, devido a sua ferramenta 3D e Pintura de Corpos (*BodyPaint*), se tornou uma aplicação para retoque e criação de filmes. É um programa de multiplataformas que utiliza uma linguagem de *script*, chamada COFFEE (semelhante a JavaScript), e conta com *plugins* e extensões (MAXON, 2020).

O programa de modelagem 3D Autodesk Maya, conhecido como Maya, possibilita criação de animações e efeitos especiais na indústria do cinema, televisão e no desenvolvimento de jogos (AUTODESK, 2020). É um compatível com diversos sistemas operacionais.

Para produzir a animação 3D, o animador deve decidir por um software compatível com seus recursos tecnológicos e pelo nível de complexidade de sua animação. Para este trabalho, foi decidido utilizar o programa de código aberto Blender.

### 3.3 PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA ANIMAÇÃO

Os estúdios Disney, na década de 1930, realizaram pesquisas que contribuíram para o desenvolvimento de animações. Nos estudos, foram organizados 12 princípios fundamentais para a realização das animações, que se destacaram por causa da adequação e precisão com que proporcionavam a reprodução fluida do movimento, sem perder a consistência das formas volumétricas, a perspectiva, e uma série de outros fatores estéticos.

Os autores Thomas e Johnston (1981), no terceiro capítulo do livro *The Illusion of Life*, oferecem uma revisão para aquilo que os animadores do estúdio Disney

---

<sup>22</sup> *Motion capture* é o recurso usado para animar um objeto 3D tendo referência em uma fonte externa de movimento.

chamaram de os princípios fundamentais da animação. Podem ser considerados, como (THOMAS; JOHNSTON, 1981, p.47-51):

- **Comprimir e Esticar:** esse método é usado a partir do princípio de se mover, pois o formato do corpo e rosto de um ser vivo composto de massa corporal sofre alterações. No corpo há um certo grau de elasticidade, e de compressão, que mudam de acordo com a expressão ou ação executada. O movimento de um desenho a outro se torna a verdadeira essência da animação.
- **Antecipação:** baseia-se em antecipar a ação que o personagem está prestes a desempenhar, preparando o espectador para o que irá acontecer. Como na vida real, nenhum movimento surge instantaneamente. O movimento começa em um ponto do corpo, em seguida, desenvolve-se de fato.
- **Encenação:** método que uma ação é encenada para ser compreendida, uma personalidade para ser reconhecida, para que o público seja sensibilizado.
- **Animação Seguida e Pose a Pose:** constitui na animação de um quadro após o outro. Pode ser colocado novos quadros com ideias que surgem durante o processo. Neste modo, primeiro são criados os desenhos que contém as poses-chave dos personagens ao longo de uma determinada sequência; em seguida, são criados os desenhos intermediários, que fazem a transição fluida de um extremo ao outro do movimento.
- **Continuidade e Sobreposição da Ação:** a continuidade também parte pelo princípio físico da inércia, porém ao contrário da antecipação, o corpo continua seu curso até que o corpo pare totalmente. A sobreposição da ação indica ao espectador o que aconteceu e como terminou. Depois de atingir o ponto de repouso, a imagem deve permanecer fixa na tela por alguns instantes, para que o espectador tenha tempo de assimilar o que acabou de ver.
- **Aceleração e desaceleração:** técnica que parte da velocidade de execução de um movimento. Exerce um papel fundamental para a credibilidade da animação, onde as ações não são executadas num ritmo constante, mas em picos de intensidade.
- **Arcos:** tem como base a observação humana, pois quando nos movemos desempenhamos um trajeto circular, um arco. Por isso, as animações devem manter os movimentos circulares, para que sejam executados com fluidez e precisão, sem aparentar intervalos de uma pose à outra.

- **Ação Secundária:** são ações que contribuem para a ação principal da narrativa, com a intenção de dar personalidade ao personagem, porém não tendo relevância para a narrativa. As ações são sutis e proporcionam uma experiência interessante, logo colaboram para a trama que está acontecendo.
- **Temporização:** o tempo é um dos fatores mais definitivos da animação, em relação à narrativa e à caracterização dos personagens. Pois a forma como ele é tratado, comunica ao espectador sobre o “clima” da animação e a personalidade dos personagens, podendo ser letárgico, agitado, tenso, relaxado, agressivo, passivo, etc.
- **Exageração:** pode ser uma caricatura do real. Esse princípio visa dar uma caracterização, personalidade, ação ou sentimento a um personagem, deixando bem clara sua representação, mesmo que estabeleça margem para esteriótipos.
- **Desenho Volumétrico:** tem como objetivo criar uma figura volumétrica, sólida e tridimensional. Coloca nas imagens as impressões de peso, profundidade e equilíbrio. Na animação digital 3D esse princípio é facilmente praticável e explorado.
- **Apelo:** trabalha a caracterização do personagem através de sua personalidade e de sua fisionomia através da parte gráfica. Essa caracterização não depende da conduta do personagem, mas sim da capacidade de fascinar o espectador, de fazê-lo se concentrar na narrativa, e deixá-lo ansioso pelo próximo acontecimento.

Esses princípios podem ser utilizados em animações 2D ou 3D. Eles são aplicados como modelo por muitos animadores por proporcionarem uma linguagem não escrita ao personagem. Eles dão detalhes à história e aos personagens. Por isso foi aplicada no desenvolvimentos das animações, de maneira simples, alguns desses princípios, como: continuidade e sobreposição da ação, arcos, desenho volumétrico e apelo.

## 4 PRODUÇÃO VOOS DA ALMA

O quarto capítulo apresenta o processo de produção da proposta de solução deste trabalho. É exposto o estudo e detalhamento do livro que serviram como guia para todo o processo de criação. Apresenta o desenvolvimento da modelagem dos objetos 3D, suas texturas e animações. Finaliza com o aplicação em realidade aumentada para dispositivos móveis.

### 4.1 ESTUDO E DETALHAMENTO DO LIVRO

Voos da Alma é o título da literatura infantojuvenil escrita por Gio e Doug. A obra traz histórias poéticas de diversos personagens, cada um com suas qualidades e personalidades.

A realização do projeto foi motivada pelo objetivo principal de adaptar as histórias *Seu Hélio e o Baiacu*, *Seu Lento* e *Prana: A Elefoa Azul*, reconstruindo-as por meio da animação e em realidade aumentada para dispositivos móveis.

A história *Seu Hélio e o Baiacu* acontece no mar. Hélio é uma garrafa do elemento de mesmo nome, que quando é encontrada pelo peixe Baiacu (Figura 36) o ensina a voar.

Figura 36 - O Baiacu



Fonte: Mazzochi e Trancoso (2016, p.12)

O Baiacu é um peixe que infla e vive dentro do mar. Um dia ele encontrou seu Hélio, que lhe ensinou a voar. Juntos, flutuaram por cima de lugares que poucos podem ver. Pelas tais dimensões dos sonhos eles sempre vão viver. (MAZZOCHI; TRANCOSO, 2016, p.09 - 11)

O conto *Seu Lento* ocorre em terra. Lento (Figura 37) é uma lesma que cria um aparelho feito a partir de casca de noz e folhas. O aparelho permite ao Lento voar pelo céu.

Figura 37 - Seu Lento



Fonte: Mazzochi e Trancoso (2016, p.36)

Quem é mais devagar do que a lesma? O caramujo, talvez? Não é o caso do meu amigo, seu lento, veja só o que ele fez! Criou uma máquina louca, pra voar por todo o continente. Se um caracol pode voar, também posso pensar diferente. (MAZZOCHI; TRANCOSO, 2016, p. 33 - 36)

A narrativa *Prana: A Elefoa Azul* se situa no céu. Prana (Figura 38) é uma elefanta que trabalhou por anos em um circo decadente, mas que nunca conseguiu entender os humanos. A narrativa não revela como ela foi parar no céu, isso é um mistério que depende da interpretação do leitor para ser revelado.



Figura 38 - Prana



Fonte: Mazzochi e Trancoso (2016, p.40)

Por anos ela se apresentou num velho circo decadente. Viveu muitos anos na estrada tentando entender essa gente. Hoje vive flutuando pelo céu, tal qual balão. Elefoa envolvida em mistérios. Ela voa sim, por que não?. (MAZZOCHI; TRANCOSO, 2016, p. 37 - 39)

Na parte de desenvolvimento do projeto, pré-produção, foi pedido a autorização aos autores para fazer o uso da obra. Após a autorização concedida, foram escolhidas as histórias para serem elaborados os storyboards. Os roteiros para a criação dos storyboards, se baseiam nas narrativas escolhidas. Logo, conforme cada história foi estabelecido a estética, a modelagem 3D, a animação e as possibilidades de implementação para a interação em RA que serão experimentadas pelo usuário.

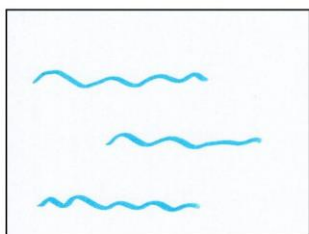
Os *storyboards* foram planejados de forma flexível, porém ajudaram a representar as ações e os posicionamentos de cada personagem no ambiente virtual. Também serviram como um guia para os acontecimentos das animações baseadas na história.



O *storyboard* da história *Seu Hélio e o Baiacu* (Figura 39) tem a cena 1 que se inicia no mar, que quando muda para a cena 2, o Baiacu surge. Na cena 3 o Baiacu encontra o Hélio, que ingere o conteúdo da garrafa. Na cena 4, o Baiacu começa a voar, saindo do mar. A cena 5 mostra o Baiacu subindo cada vez mais alto.

Figura 39 - *Storyboard* Seu Hélio e o Baiacu

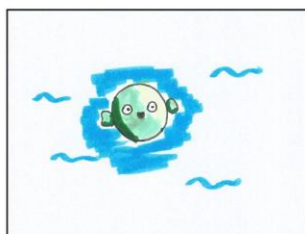
### Storyboard - Seu Hélio e o Baiacu



Cena 1

▶ O baiacu é um peixe que infla e ele vive lá dentro do mar.

📄 Cena começa com mar no cenário.



Cena 2

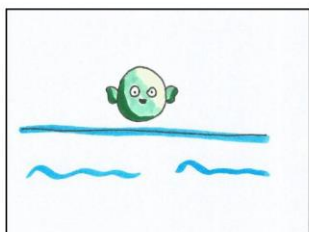
📄 Baiacu aparece na superfície do mar.



Cena 3

▶ Um dia ele encontrou seu Hélio que o ensinou a voar.

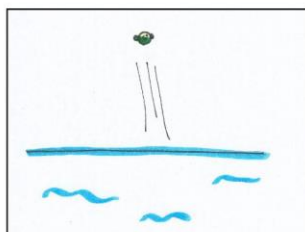
📄 Baiacu bebe conteúdo da garrafa.



Cena 4

▶ Juntos, flutuaram por cima de lugares que poucos podem ver.

📄 Baiacu começa a voar do mar para o céu.



Cena 5

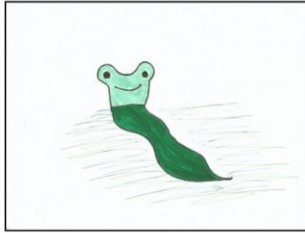
📄 Baiacu sobe até sumir da tela.

Fonte: Autor (2021)

O *storyboard* do conto *Seu Lento* (Figura 40) começa com ele surgindo na cena 1. Na cena 2, ele encontra as peças para montar seu casco. Na cena 3 ele monta o casco, utilizando a casca de noz e as folhas. Após montar o casco, Lento o coloca, conseguindo então voar pelo céu na cena 4.

Figura 40 - Storyboard Seu Lento

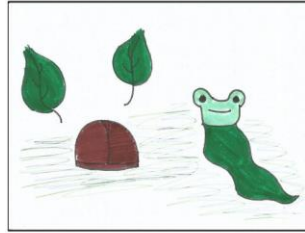
## Storyboard - Seu Lento



Cena 1

▶ Quem é mais devagar do que a lesma? O caramujo talvez?

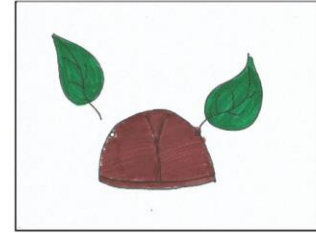
📄 Aparece em cena Seu Lento.



Cena 2

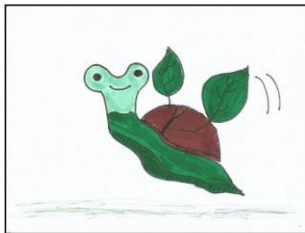
▶ Não é o caso do meu amigo, Seu Lento, veja só o que ele fez!

📄 Aparecem as peças separadas.



Cena 3

📄 Peças sendo encaixadas.



Cena 4

▶ Criou uma máquina louca, pra voar por todo o continente.

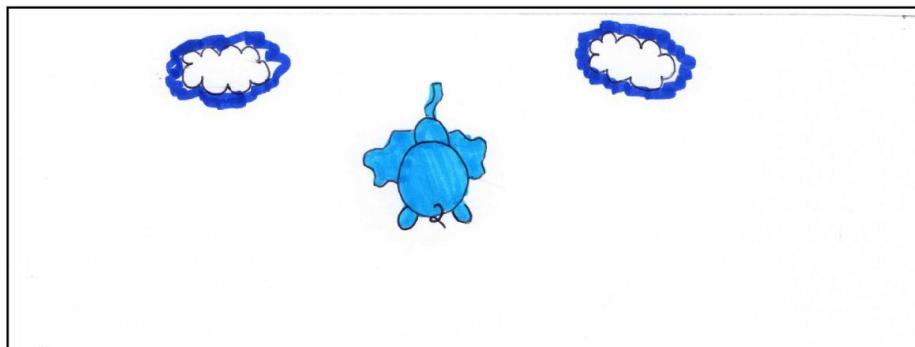
📄 Seu Lento começa a voar.

Fonte: Autor (2021)

O *storyboard* da narrativa da *Prana: A Elefoa Azul* (Figura 41) já inicia com ela no céu na cena 1. A partir da cena 2, ela se move para os lados e ao cruzar uma nuvem ela muda seus movimentos, que são semelhantes aos de uma dança.

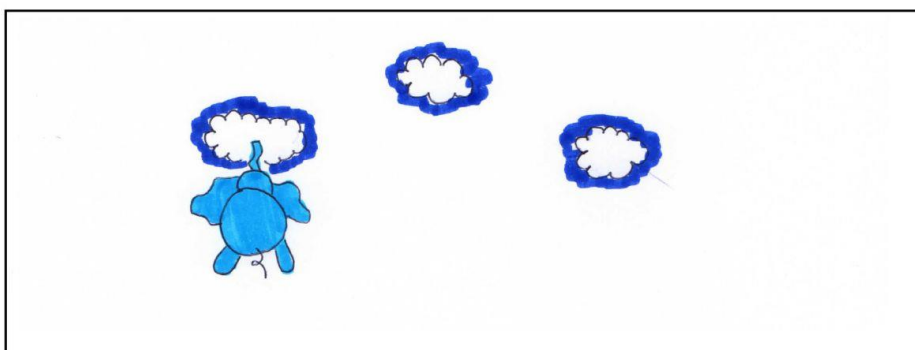
Figura 41 - *Storyboard* Prana

## Storyboard - Prana: A Elefoa Azul



Cena 1

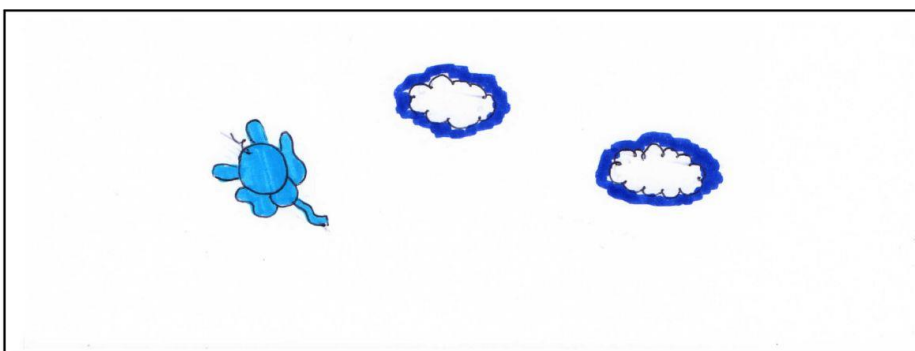
☞ Vista da elefoa Prana. Ela pode ir para os lados.



Cena 2

◀ Hoje vive flutuando pelo céu, tal qual balão. Elefoa envolvida em mistérios. Ela voa sim, por que não?

☞ Ao cruzar com uma nuvem ela muda de posição.



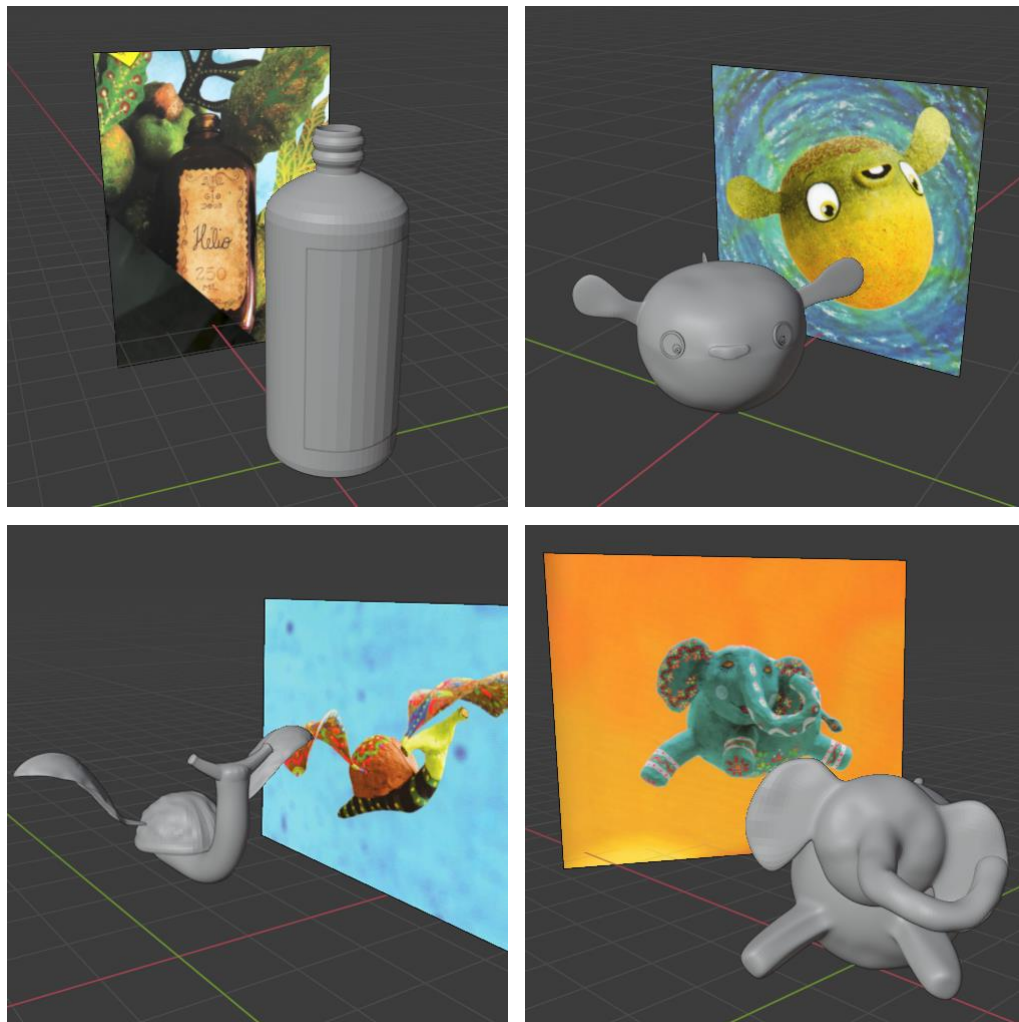
Fonte: Autor (2021)

## 4.2 MODELAGEM E ANIMAÇÃO DOS PERSONAGENS

Com o intuito de ter uma interação em realidade aumentada, foi necessário adaptar os desenhos bidimensionais do livro para objetos digitais tridimensionais. A adaptação foi feita a partir dos elementos do livro e inseridos em uma outra perspectiva.

Seguindo as etapas de desenvolvimento do capítulo 3.2.1 *Criação de Personagem 3D*, foram definidas a arte e o design dos personagens, tendo como base as características visuais do livro. Após, foram feitas as construções tridimensionais dos personagens a partir das imagens bidimensionais, Figura 42. Para desenvolver a modelagem foi escolhido o software Blender.

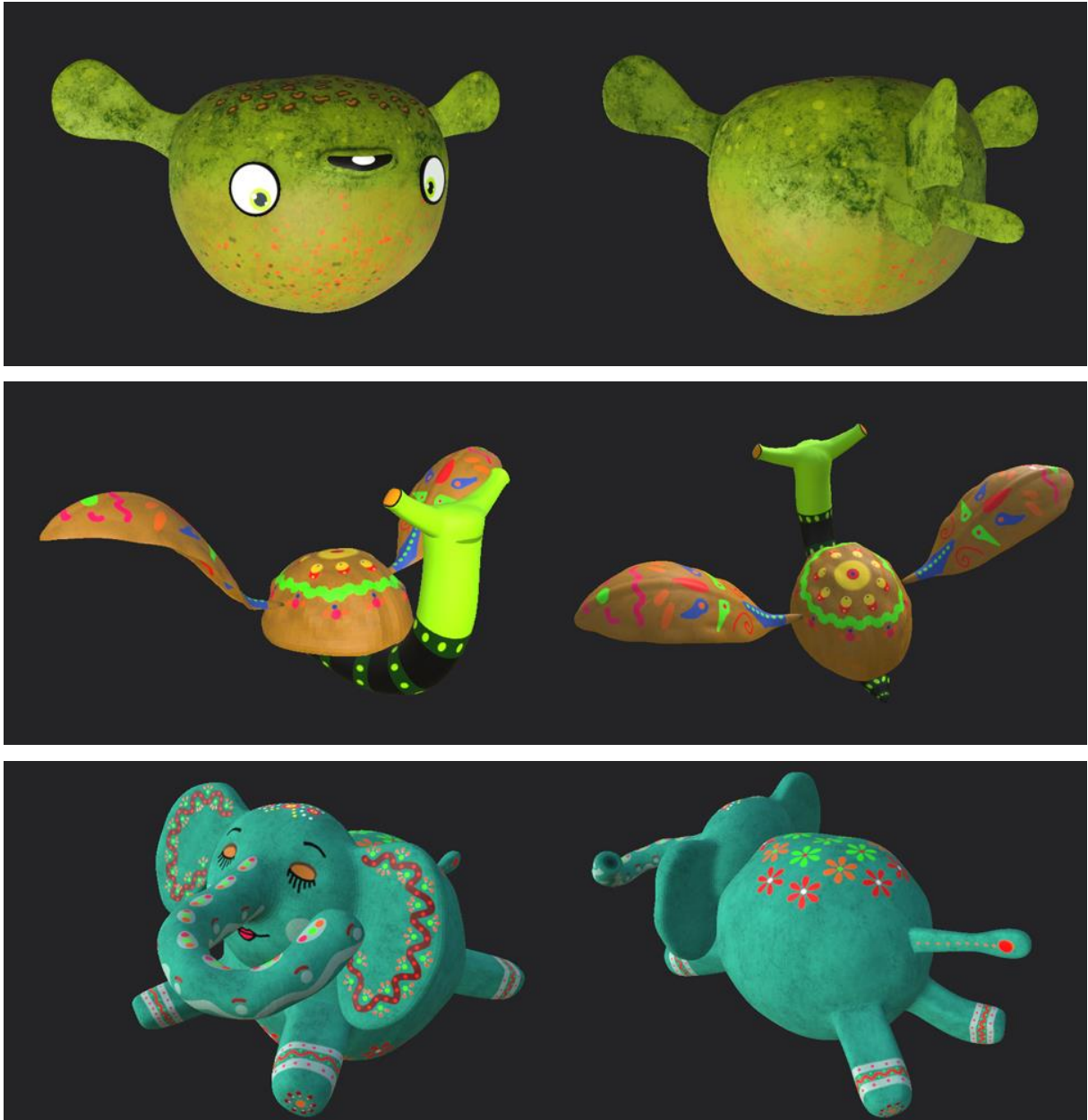
Figura 42 - Modelagem dos personagens



Fonte: Autor (2021)

Após a modelagem, os personagens foram personalizados através de texturas, Figura 43. A ideia era seguir as texturas do livro, por isso foram baseadas em papel machê e partículas de tintas.

Figura 43 - Textura dos personagens



Fonte: Autor (2021)

A textura da garrafa de Hélio (Figura 44) simula vidro, e o rótulo foi feito através do Photoshop para ficar semelhante ao rótulo do livro.

Figura 44 - Textura Hélio



Fonte: Autor (2021)

Com os modelos 3D prontos, se iniciou o processo de animação, onde foi construído um esqueleto para o *rigging*. A animação dos personagens foi pensada a partir da interação que o personagem teria na realidade aumentada. No caso do Baiacu, ele move as barbatanas como se estivesse nadando. O Lento move a cabeça para os lados como se estivesse olhando os objetos ao seu redor. Para a história da Prana, optou-se por fazer a animação em código direto no software Unity.

#### 4.3 APLICAÇÃO PARA REALIDADE AUMENTADA

Esta etapa de produção contempla a implementação da interação da realidade aumentada. Decidiu-se utilizar o método de rastreamento de RA baseado em visão, por meio do uso de marcadores. Nesse caso, o uso de marcadores é ideal, pois as ilustrações das histórias selecionadas serão utilizadas como imagens alvo para o marcador. Assim, as páginas do livro físico serão aproveitadas para se ter uma expansão da história, dando movimento à narrativa.

Para o desenvolvimento, utilizou-se a plataforma de desenvolvimento Unity associada a recursos da ferramenta Vuforia. As ilustrações do livro foram escaneadas para se tornarem marcadores. Esses marcadores são imagens-alvo gerados no site

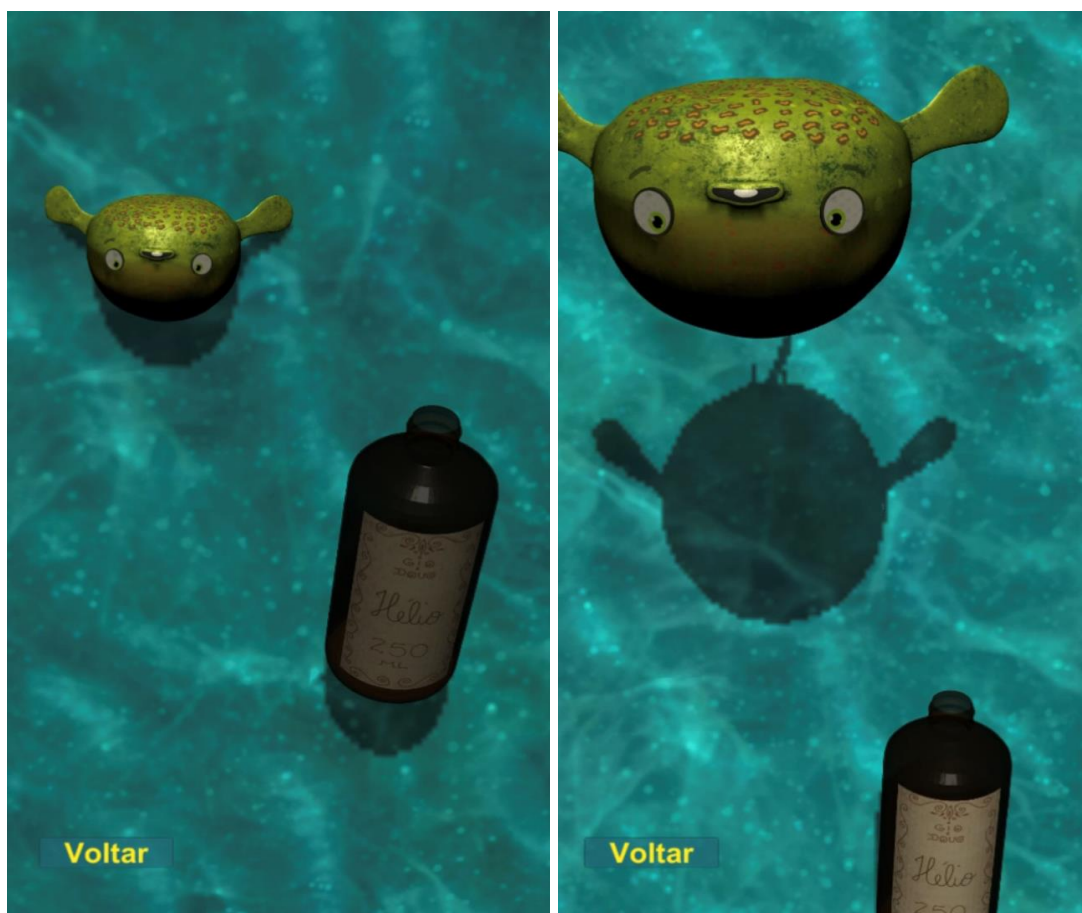


Vuforia, onde é criado um pacote com todos os marcadores. Em seguida, é feito o *download* do pacote e ele é importado para dentro da plataforma Unity. Assim, as imagens alvo são reconhecidas pela câmera do dispositivo móvel, gerando a aplicação em RA.

Foram desenvolvidos códigos para gerar a interação do usuário com cada história, tendo como base os *storyboards* desenvolvidos. Os *storyboards* auxiliaram no posicionamento dos elementos no espaço e fazer com que a interação de RA seguisse uma ordem lógica de acordo com as narrativas. Alguns itens do cenário foram importados da loja de assets do Unity, como o mar, chão e nuvens.

No conto *Seu Hélio e o Baiacu* a interação acontece quando o usuário clica na garrafa de Hélio, ao fazer isso o Baiacu começa a sair da água e sobe em direção ao céu. Quando o usuário clica no Baiacu ele começa a descer, retornando assim para a água.

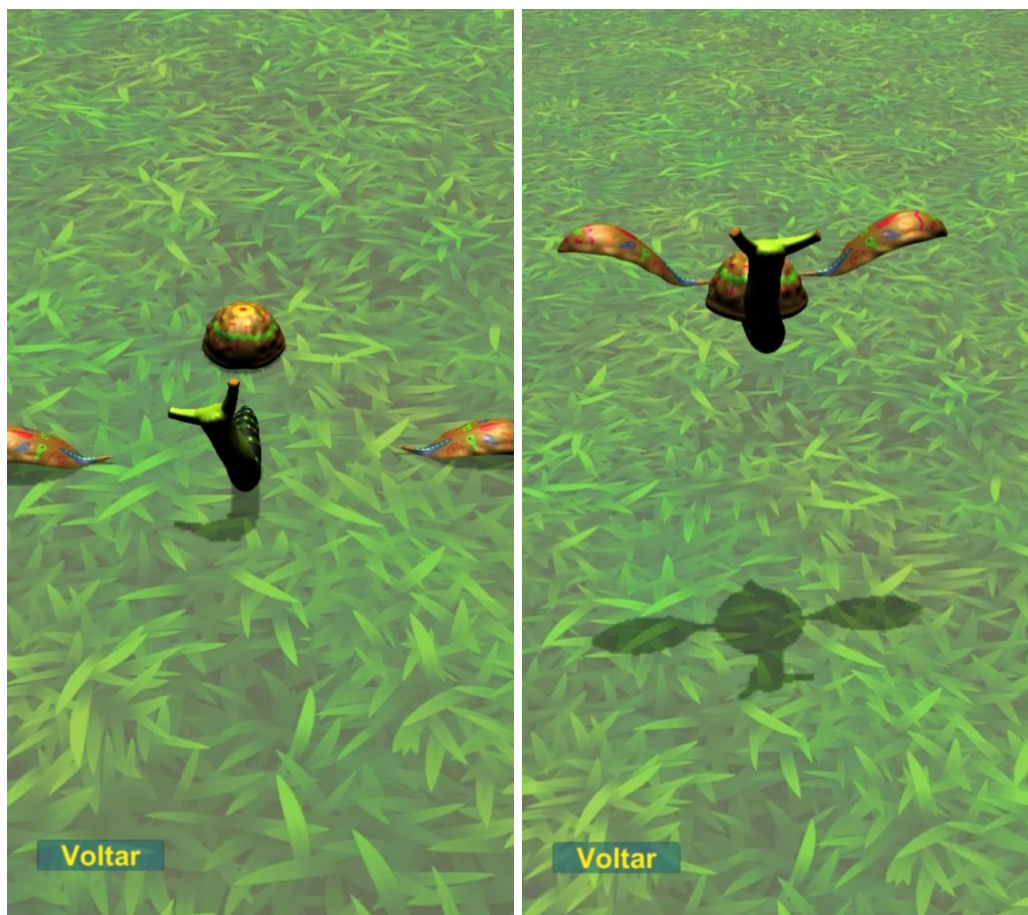
Figura 45 - Interação Hélio e Baiacu



Fonte: Autor (2021)

Na narrativa *Seu Lento*, a interação acontece para criar a máquina voadora. Quando o usuário clica nas folhas, elas se conectam ao casco. E ao clicar no casco, ele vai até o Lento que agora o veste, portanto consegue usá-lo para voar.

Figura 46 - Interação Lento



Fonte: Autor (2021)

A interação na história *Prana: A Elefoa Azul* acontece de uma forma diferente. Sua animação acontece através do código, quando a Prana passa através de uma nuvem, ela gira como se estivesse dançando. O usuário pode movimentá-la para os lados, fazendo com que ela passe ou não pelas nuvens do céu.



Figura 47 - Interação Prana



Fonte: Autor (2021)

Após finalizar a parte da RA, foi inserido o áudio com a leitura de cada história com as vozes dos autores. Quando a história é aberta no aplicativo o áudio começa a ser executado. Ele foi retirado do vídeo *Leitura do livro Voos da Alma criado por Gio e Doug*<sup>23</sup>, na plataforma YouTube, onde os autores fazem a leitura do livro.

Como mencionado, a aplicação em RA foi feita para dispositivos móveis. Porém, foi otimizado para a plataforma Android, não possuindo o mesmo desempenho em outras plataformas. Portanto, para quem não possui esse sistema operacional, foi realizado um vídeo demonstrativo, que pode ser visualizado em <https://youtu.be/3I-22PzSDvA>.

<sup>23</sup> Link: <https://www.youtube.com/watch?v=aMMevpzbA0w>

#### 4.4 DEPOIMENTO DOS AUTORES

Devido à natureza da proposta, que se aproxima do campo artístico, não há razão para fazer uma validação a partir do levantamento de dados.

Porém, os artistas Giovana Mazzochi e Douglas Trancoso, fizeram uma carta de depoimento (Anexo A), por meio eletrônico, sobre como foi a experiência de ter sua obra adaptada para o campo digital. No início do depoimento, Mazzochi e Trancoso (2021) contam como ficaram impressionados com as possibilidades que a realidade aumentada poderia trazer para suas produções artísticas. Eles continuam descrevendo que este

é um projeto que valoriza e investe na cultura local. Foi muita generosidade da Cristiana e da orientadora Cláudia dedicarem seus estudos, tempo e habilidades na produção deste aplicativo, que além de ser fiel na modelagem e texturização dos personagens, foi desenvolvido com muita sensibilidade, relacionando a história do livro com os movimentos e ações dos personagens no aplicativo. Outro mérito importante do projeto, é de que as *imagens alvos* são as páginas do próprio livro, o que permite acesso ao aplicativo com a atual edição do livro. (MAZZOCHI; TRANCOSO, 2021, não paginado)

E seguem a carta falando de planos futuros, para que o aplicativo seja disponibilizado ao público e assim “possam se encantar e se divertir com essa expansão em realidade aumentada dos personagens” (MAZZOCHI; TRANCOSO, 2021, não paginado). Para Mazzochi e Trancoso (2021), o projeto é um marco para a história do livro *Voos da Alma*, e esperam que ocorram mais projetos entre estudantes e artistas locais, para que ambos cresçam com experiências assim.

Os autores concluem o depoimento contando sobre sua trajetória artística que começou na Universidade de Caxias do Sul. Mazzochi e Trancoso (2021) ressaltam que os projetos educativos incentivam um estudante a conquistar seus objetivos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologias Digitais embasa uma aplicação de realidade aumentada e animada, para dispositivos móveis, de trechos da obra literária *Voos da Alma*. A escolha pela tecnologia de realidade aumentada foi feita a partir da visualização de um vídeo que documenta a exposição de arte *Mirages and Miracles*, dos artistas digitais Adrien M. e Claire B. A exposição despertou um sentimento de curiosidade e inspiração.

No processo de criação, notou-se as possibilidades de como a RA pode ser explorada. A partir dos estudos realizados, constatou-se que o uso da realidade aumentada é um excelente recurso para complementar e visualizar informações ou objetos virtuais no mundo real. A sobreposição dos elementos virtuais - como animações e interações - permitem proporcionar uma experiência animada e interativa que propicia a ludicidade, por se tratar de uma linguagem diferente da narrativa habitual.

Em relação a modelagem 3D e as animações, foram feitos investimentos de estudos durante o processo de desenvolvimento. Esses estudos contribuíram para a adaptação dos desenhos bidimensionais do livro para objetos digitais tridimensionais, e para que não houvesse perda de características de forma e textura dos elementos adaptados.

Percebeu-se que o uso da realidade aumentada favoreceu a ligação da aplicação digital com a narrativa do livro impresso. A inserção dos elementos virtuais, como animações e as interações, sobre as páginas do livro impresso foi um motivo relevante para que a experiência em realidade aumentada fosse percebida como parte do enredo principal. Além disso, a alteração no uso de recursos digitais possibilitou proporcionar movimento à experiência de leitura.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, foi possível compreender que o ambiente digital tem potencial para ser imersivo, participativo e apresenta possibilidades de expansão associado a narrativas - podendo ser utilizado recursos multimídia para reproduzi-las. Porém questões relacionadas à cultura digital, como arte e tecnologia, embora sejam relevantes, optou-se por não ser tratada neste trabalho por questões de tempo e por haver vários aprendizados a serem feitos para a execução do mesmo.

A produção deste projeto extrapola o ambiente acadêmico, pois, pretende-se que atinja o público dos autores da obra literária. É uma experiência diferente da vivenciada durante o curso. Um caminho que não tinha sido previsto inicialmente, porém oportunizou que a atenção fosse lançada para além do âmbito acadêmico.

Dessa forma, pode-se concluir que a pesquisa cumpriu com o objetivo proposto, pois apresenta uma aplicação para dispositivos móveis em realidade aumentada ao animar a obra literária *Voos da Alma*, expandindo a narrativa visual do livro físico.

Por fim, para estudos futuros, pensa-se em novas possibilidades de trabalho a serem realizados na área, tais como estudos para uma otimização da aplicação para ser funcional em diferentes tipos de sistemas operacionais (como iOS), além de estudos sobre áudios imersivos e sua implementação dentro da realidade aumentada, e estudos que contemplem a influência desse tipo de tecnologia sobre a percepção e reação de diferentes públicos.

## REFERÊNCIAS

'POKÉMON Go' é lançado no Brasil. **G1**. São Paulo, 03 ago. 2016. Tecnologia e Games. Disponível em: <http://g1.globo.com/tecnologia/games/noticia/2016/08/pokemon-go-comeca-funcionar-no-brasil.html>. Acesso em: 02 nov. 2020.

AGUIAR, Fabio Calciolari. **3ds Max 2012**: modelagem, render, efeitos e animação. São Paulo: Érica, 2011.

ANDALÓ, Flávio. **Modelagem e animação 2D e 3D para jogos**. São Paulo: Érica, 2015.

APP Snapchat recusou oferta de US\$ 3 bilhões do Facebook. **G1**. São Paulo, 13 nov. 2013. Tecnologias e Games. Disponível em: <http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2013/11/app-snapchat-recusou-oferta-de-us-3-bilhoes-do-facebook-diz-jornal.html>. Acesso em: 02 nov. 2020.

AUTODESK. **3ds Max**. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/3ds-max/overview?plc=3DSMAX&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1#>. Acesso em: 02 nov. 2020.

AUTODESK. **Maya**. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/maya/overview?plc=MAYA&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>. Acesso em: 02 nov. 2020.

AZEVEDO, Eduardo. **Desenvolvimento de Jogos 3D e Aplicações em Realidade Virtual**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

AZEVEDO, Eduardo; CONCI, Aura. **Computação Gráfica**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

AZEVEDO, Sandro Tôrres de. **Semiótica e realidade aumentada**: enunciação, tecnologia, publicidade. Curitiba: Appris, 2020.

AZUMA, Ronald T. A Survey of Augmented Reality. **Teleoperators And Virtual Environments**, Malibu, v. 6, n. 4, p. 355-385, ago. 1997. Disponível em: <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>. Acesso em: 22 set. 2020.

BECKERMAN, H. **Animation - The Whole Story**. New York, Estados Unidos: Allworth Press, 2012.

BENDAZZI, Giannalberto. **Cartoons: One Hundred Years of Cinema Animation** (Translated by Anna Taraboletti-Segre). Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press, 2003.

BLENDER. **Features**. Disponível em: <https://www.blender.org/features/>. Acesso em: 02 nov. 2020.

CHAPPLE, Craig. **Pokémon GO Surpasses \$3.6 Billion in Lifetime Revenue as It Celebrates Four-Year Launch Anniversary.** 2020. Disponível em: <https://sensortower.com/blog/pokemon-go-revenue-year-four>. Acesso em: 05 out. 2020.

DEVELOPER APPLE. **Augmented Reality.** Disponível em: <https://developer.apple.com/augmented-reality/>. Acesso em: 02 nov. 2020.

FERREIRA, Joana Rita Santos. **Realidade Aumentada - Conceito, Tecnologia e Aplicações:** estudo exploratório. 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2014. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/5907>. Acesso em: 19 out. 2020.

GIANTOMASO, Isabela. Snapchat Lenses: use filtros na câmera traseira em fotos de amigos. **Techtudo.** São Paulo, 08 dez. 2015. Redes Sociais. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2015/12/snapchat-lenses-use-filtros-na-camera-traseira-em-fotos-de-amigos.html>. Acesso em: 02 nov. 2020.

GOMBRICH, E. H. **A História da Arte** (Traduzido por Álvaro Cabral). 16.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

GOOGLE AR & VR. **About ARCore.** Disponível em: <https://arvr.google.com/core/>. Acesso em: 02 nov. 2020.

HITLAB. **ARToolKit.** Disponível em: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>. Acesso em: 27 nov. 2020.

INSTAGRAM faz 10 anos como uma das maiores redes sociais do mundo e de olho no TikTok, para não envelhecer. **G1.** São Paulo, 06 out. 2020. Economia. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2020/10/06/instagram-faz-10-anos-como-uma-das-maiores-redes-sociais-do-mundo-e-de-olho-no-tiktok-para-nao-envelhecer.ghtml>. Acesso em: 02 nov. 2020.

INSTAGRAM lança ferramenta semelhante ao Snapchat. **O Globo.** São Paulo. 02 ago. 2016. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/tecnologia/instagram-lanca-ferramenta-semelhante-ao-snapchat-19835884>. Acesso em: 02 nov. 2020.

KERLOW, Isaac V. **The Art of 3D Computer Animation and Effects.** 3.ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2004.

LUCENA JÚNIOR, Alberto. **Arte da Animação: Técnicas e Estética Através da História.** 2.ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.

MAXON. **Cinema 4D.** Disponível em: <https://www.maxon.net/en/cinema-4d>. Acesso em: 02 nov. 2020.

MAZZOCHI, Giovana; TRANCOSO, Douglas. Carta de depoimento. [Entrevista cedida a] Cristiana Siqueira Almeida. Meio Eletrônico. Entrevista concedida para relato de experiência da adaptação da obra Voos da Alma. Caxias do Sul, 2021.

MAZZOCHI, Giovana; TRANCOSO, Douglas. **Voos da alma**. Caxias do Sul: Elos do Conto, 2016.

MIRAGES & miracles: Virtual Tour. Virtual Tour. 2020. Disponível em: [https://phi-centre.com/en/event/en-exhibition-mirages-miracles/?utm\\_source=youtube&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=publication](https://phi-centre.com/en/event/en-exhibition-mirages-miracles/?utm_source=youtube&utm_medium=social&utm_campaign=publication). Acesso em: 09 fev. 2021.

MULLEN, Tony. **Introducing Character Animation With Blender**. 2.ed. Indianápolis, Estados Unidos: Sybex, 2011.

OLIVEIRA, Adriano de. **Estudo dirigido de 3ds Max 2016**. São Paulo: Érica, 2015.

PINA, Aline Araújo. **Narrativas aumentadas**. Orientador: Cristiane Henriques Costa. Rio de Janeiro, 2015. Monografia. (Graduação em Produção Editorial) – Escola de Comunicação, UFRJ. 54 f. Disponível em: [http://zonadigital.pacc.ufrj.br/wp-content/uploads/2014/02/Narrativas-aumentadas\\_TCC.pdf](http://zonadigital.pacc.ufrj.br/wp-content/uploads/2014/02/Narrativas-aumentadas_TCC.pdf). Acesso em: 20 set. 2020.

PRADO, Jordana Inácio de Almeida; FRANCO, Edgar Silveira. “**Libertação**”: Uma HQtrônica que utiliza a Realidade Aumentada como recurso narrativo. Faculdade de Artes Visuais - FAV/UFG. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/779/o/JordanaPrado.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

SALOMÃO, Karin. **Boticário cria tecnologia para vender batom pelo Youtube**. 2021. Disponível em: <https://exame.com/marketing/boticario-cria-tecnologia-para-vender-batom-pelo-youtube/>. Acesso em: 09 fev. 2021.

SIMÕES, Francisco Paulo Magalhães. **Realidade Aumentada sem Marcadores a partir de Rastreamento Baseado em Textura** : uma abordagem baseada em pontos de interesse e filtro de partículas. 2011. 91 f. Tese (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011. Disponível em: [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/1358/1/arquivo1180\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/1358/1/arquivo1180_1.pdf). Acesso em: 15 out. 2020.

SOUZA, Elson de. Snapchat: 6 coisas sobre o efeito Lenses que você precisa saber. **Techtudo**. São Paulo, p. 0-0. 21 set. 2015. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2015/09/snapchat-6-coisas-sobre-o-efeito-lensens-que-voce-precisa-saber.html>. Acesso em: 02 nov. 2020.

TAYLOR, Ashley. **Almost human**: navigating the uncanny valley. Navigating the uncanny valley. 2012. Disponível em: <https://scienceline.org/2012/01/almost-human/>. Acesso em: 11 nov. 2020.

THOMAS, Frank; JOHNSTON, Ollie. **The Illusion of Life: Disney Animation**. New York: Disney Editions, 1981.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2018.

VELASCO, Ariane. Os 60 melhores filtros para você usar no Instagram Stories. **CanalTech**. São Paulo, 04 jun. 2020. Redes Sociais. Disponível em: <https://canaltech.com.br/redes-sociais/melhores-filtros-instagram-stories/>. Acesso em: 02 nov. 2020.

VUFORIA ENGINE. **Library**. Disponível em: <https://library.vuforia.com/getting-started/overview.html>. Acesso em: 02 nov. 2020.

WILLIAMS, Richard. **The Animators Survival Kit**. Faber and Faber Limited, 2009.



## ANEXO A – CARTA DE DEPOIMENTO

A/C

Cristiana Siqueira Almeida

Proposta de Aplicação em Realidade Aumentada para Dispositivos Móveis no Livro  
Voos da Alma

Caxias do Sul, 29/06/2021

Quando recebemos o convite para que o nosso livro *Voos da Alma* fizesse parte do projeto de TCC II da Cristiana, já na primeira reunião ficamos impressionados com as múltiplas possibilidades que a realidade aumentada traz ao fruidor e como esta ferramenta pode potencializar o livro e outras produções artísticas.

Este é um projeto que valoriza e investe na cultura local. Foi muita generosidade da Cristiana e da orientadora Cláudia dedicarem seus estudos, tempo e habilidades na produção deste aplicativo, que além de ser fiel na modelagem e texturização dos personagens, foi desenvolvido com muita sensibilidade, relacionando a história do livro com os movimentos e ações dos personagens no aplicativo. Outro mérito importante do projeto, é de que as *imagens alvos* são as páginas do próprio livro, o que permite acesso ao aplicativo com a atual edição do livro.

Certamente continuaremos trabalhando juntos para que este aplicativo seja disponibilizado ao grande público e as crianças possam se encantar e se divertir com essa expansão em realidade aumentada dos personagens. Este projeto é um marco para a história do *Voos da Alma* e esperamos que marque um começo de troca entre os estudantes produtores e os artistas locais, onde todos possam crescer juntos e a arte ganhar novos horizontes.

Nossa trajetória artística começou na Universidade de Caxias do Sul e somos eternamente gratos a todos os professores que nos orientaram, motivaram e incentivaram para que nos tornássemos artistas. Além do curso de Artes, trabalhamos em diferentes setores da UCS, e em cada trabalho, ganhamos experiência e maturidade para conseguirmos criar os nossos projetos e hoje termos a nossa própria empresa, que existe há doze anos. A seriedade dos projetos educativos é o que impulsiona um estudante a conquistar seus objetivos. Que este TCC seja o começo de uma jornada fluída, consistente e abundante. É uma honra fazermos parte desta história.

Abraços, Gio e Doug.