

# Inclusão poligonal: Desenvolvimento de técnicas de modelagem para usuários de baixa visão e daltonismo

Rafael Vargas Soares  
Universidade Franciscana

Acadêmico do Curso de Jogos Digitais

Graziela Frainer Knoll  
Universidade Franciscana

Professora Orientadora

**Resumo** – Anomalias como baixa visão e daltonismo alteram a acuidade visual e a capacidade perceptiva de cores do portador. Esse problema acompanha uma parte da população mundial, dificultando a diferenciação de cores específicas, dependendo do tipo de daltonismo. Na comunidade gamer, essas anomalias se tornam um problema em muitos jogos que usam cores para definir importantes elementos da jogabilidade, atrapalhando esses usuários. Assim, o objetivo geral deste trabalho é aplicar técnicas de textura, silhueta e *shaders* em modelos 3D para jogo digital, a fim de atender as necessidades de indivíduos com baixa visão ou daltonismo. Os objetivos específicos são: estudar modelagem 3D; compreender ferramentas e técnicas que possam ser úteis para o desenvolvimento de um jogo para esse público; e elencar técnicas de modelagem, textura, *shader* que no futuro possam ser usadas por outros modeladores com mesma finalidade. O trabalho tem metodologia qualitativa, com método de pesquisa descritiva e desenvolvimento de jogo em ciclos, com as fases de pré-produção, produção, testes e finalização. A pesquisa realizada inclui o levantamento de técnicas de modelagem, exploração de recursos de *shader*, contraste de cores e silhuetas para baixa visão e modelagem para futuros testes de cenário.

**Palavras-chave:** jogo; modelagem, inclusão, baixa visão, daltonismo.

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de criação de um jogo passa por inúmeras fases, como programação, definição de mecânicas, estilo da arte e animação. Todo projeto é idealizado e realizado buscando o produto final para o público alvo, os jogadores. Jogos eletrônicos sempre foram plataformas diversificadas, abrangendo estilos para todas as idades e os gostos, assim, pode-se dizer que uma finalidade comum na indústria de jogos é a inclusão. Parte-se do pressuposto de que seu jogo atenda todo tipo de público, assim como suas possíveis limitações, pois, segundo Mark Brown [1], apresentador do canal *Game Maker's Toolkit*, “jogos são para todos, a resolução deve vir tanto da parte de opções de interface, quanto da arte e game design”.

O desenvolvimento de jogos eletrônicos em 3D costuma ser assunto reservado para pessoas com conhecimentos em áreas como matemática e linguagens de programação, pela enorme quantidade de cálculos e códigos

necessários para criar um jogo desse estilo. Isso tende a afastar, deixando os artistas da área, especializados em animação e modelagem, longe desse mercado [2]. Com o passar do tempo e devido a evolução dos *softwares* de modelagem poligonal, esses artistas começaram a ganhar espaço na indústria. Grande parte disso vem de empresas como Autodesk, com seus produtos *3Ds Max* e *Maya*, assim como plataformas livres, como o *Blender*.

Atualmente torna-se quase ilimitada a quantidade de recursos com que esses profissionais contam para o processo artístico, porém um tema necessário é o da inclusão. Limitações, principalmente visuais, como baixa visão e daltonismo, também devem ser resolvidas na parte artística de um jogo digital, porém nem todo artista conhece os meios e técnicas para solucionar tais detalhes.

Daltonismo é o conjunto de anomalias nas células do tipo cones e bastonetes localizados nos olhos [3]. Existem variações do problema que tendem a mudar de indivíduo para indivíduo, o que afeta tanto a área pessoal, quanto profissional, devido ao fato de a pessoa precisar desenvolver métodos para distinguir as cores, dificultando tarefas comuns do dia.

Contudo, existem recursos para contornar tais delimitações, utilizando conhecimentos da área de Design Universal e *Shader Graphs*<sup>1</sup> do motor de jogo *Unity*, como também *softwares* de modelagem 3D, a exemplo do *Blender*, que oferece possibilidade para desenvolver a parte artística de um jogo de modo a incluir o entendimento do portador de necessidade, tanto quanto o de um usuário não portador.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), 23,91% da população brasileira têm algum tipo de deficiência, o que corresponde a 45,6 milhões de pessoas. Uma deficiência é qualquer ausência ou anormalidade da estrutura ou função psicológica, anatômica ou fisiológica. [4]

Chama-se baixa visão ou visão subnormal a alteração da capacidade funcional decorrente de fatores

<sup>1</sup> *Shader Graph* é uma ferramenta do *Unity* que consiste em construir efeitos visuais sem o uso de programação, para manipulação dos vértices de um objeto tridimensional.

como rebaixamento significativo da acuidade visual, redução importante do campo visual e da sensibilidade aos contrastes e limitação de outras capacidades [5]. Entre os dois extremos da capacidade visual estão situadas patologias como miopia, estrabismo, astigmatismo, ambliopia, hipermetropia, que não constituem necessariamente deficiência visual, mas que na infância devem ser identificadas e tratadas o mais rapidamente possível, pois podem interferir no processo de desenvolvimento e na aprendizagem [6].

Essa classificação da deficiência visual é amparada pelas leis brasileiras e deixa de lado outra deficiência visual muito recorrente, o daltonismo, um distúrbio da visão que interfere na percepção das cores. Também chamado de discromatopsia ou discromopsia, sua principal característica é a dificuldade para distinguir o vermelho e o verde e, com menos frequência, o azul e o amarelo [6].

O uso da paleta de cores foi pensado para inclusão de daltônicos com deuteranopia, anomalia que incapacita a definição da cor verde. Devido a essa limitação, a mesma foi deixada em segundo plano apenas, na coloração do solo, sempre contrastando com azul ou vermelho, para destacar o ponto de interesse. A luz foi mantida com cor e insentidade neutra, apenas com função de direcionamento de sombras, sem modificar a tonalidade base de cada objeto, não comprometendo, assim, o objetivo proposto.

Há diversos exemplos de jogos com técnicas inclusivas em seu funcionamento, como *God of War IV* e *Street Fighter IV*. *God of War IV* é um jogo de última geração que utiliza sistema de texturas de alto detalhamento, tornando difícil a visualização em um monitor pequeno ou para baixa visão, porém o estúdio implementou na interface uma opção de menu para aumentar o tamanho das texturas, facilitando sua visualização (Figura 1).



FIGURA 1 – Interface mínima (cima) e interface máxima (baixo). Fonte: God of War IV.



Já *Street Fighter IV* utiliza a opção “alto contraste”, localizada na interface do menu, fazendo o cenário trocar do habitual, composto por cores complementares, para uma simulação de quarto vazio (com fundo neutro), dando todo o foco para a luta em si (Figura 2).



FIGURA 2 – Baixo contraste (acima) e alto contraste (abaixo). Fonte: Street Fighter IV.

Assim, o **objetivo geral** deste trabalho é aplicar técnicas de textura, silhueta e *shaders* em modelos 3D para jogo digital, a fim de atender as necessidades de indivíduos com baixa visão ou daltonismo. Os **objetivos específicos** são: estudar modelagem 3D; compreender ferramentas e técnicas que possam ser úteis para o desenvolvimento de um jogo para esse público; e elencar técnicas de modelagem, textura, *shader* que no futuro possam ser usadas por outros modeladores com mesma finalidade.

Na criação dos modelos 3D, serão utilizadas técnicas que buscam solucionar tais problemas, como destaque de silhueta, ajudando pessoas de baixa visão a identificar onde está cada objeto na tela, cores saturadas e variadas para cada tipo de objeto. Por exemplo, o uso do *shader graph* cria um filtro que deixa o objeto mais polido e de fácil identificação.

A partir de todas noções de ferramentas devidamente estabelecidas, começa-se a etapa de como utilizar técnicas de modelagem e textura, voltadas a usuários de baixa visão e (ou) daltônicos.

Tendo todas as técnicas definidas, o processo passa para o desenvolvimento de modelagem 3D para jogo digital,

tendo a inclusão desse público em mente. Para ter objetos coerentes com a proposta, o estudo da modelagem 3D em jogos se faz necessário, para entender ferramentas e técnicas. Feito isso, a sistematização e documentação dessas técnicas será o passo seguinte, visando passar para outros modeladores seguirem essa mesma linha, expandindo o número de projetos inclusivos como um todo.

A relevância deste estudo está relacionada à sua contribuição, em primeiro lugar, para o meio social, por tratar-se de uma pesquisa que visa a inclusão. De acordo com Lopes, Kitadai e Okai [6], cerca de 80% de tudo que o ser humano percebe chega ao cérebro através da visão, agindo como estímulos que produzem a percepção da aprendizagem e que são fundamentais no desenvolvimento de funções, tais como locomoção e mobilidade. Tal desenvolvimento é seriamente comprometido quando se perde a visão precocemente ou no caso do indivíduo ter nascido cego. Assim, as dificuldades enfrentadas por pessoas com deficiência visual, com relação aos potenciais efeitos negativos no processo de aprendizagem, demonstram a importância de técnicas como essas para capacitar cada vez mais pessoas dispostas a fomentar a inclusão.

No curso de Jogos Digitais, fala-se muito em jogos sérios e suas contribuições tanto para o meio institucional, como para a comunidade, porém técnicas de resolução para esses problemas não são tão demonstradas ao longo da formação acadêmica. Dessa forma, ao ter como foco esse problema de pesquisa, serão abordadas e sistematizadas técnicas úteis que sirvam como base para a formação de outros profissionais e acadêmicos.

Além disso, a pesquisa interessa ao autor por focar na arte e na modelagem de um jogo, pois a área artística geralmente é responsável pela primeira impressão desse tipo de entretenimento. Assim, conhecer diferentes técnicas é importante para a formação de todo artista, para poder transmitir para o público tudo que anseia em comunicar no produto, afinal, jogos são para todos.

## 2 MODELAGEM DIGITAL

Modelagem digital refere-se ao processo de criação a partir da matemática, representando tridimensionalmente a forma de um objeto. O resultado disso é o que a indústria chama de modelo 3D ou malha 3D [7]. Modelos Poligonais, assim também chamados, podem ser criados manualmente ou por meio de programas que automatizam essa tarefa, sendo a técnica mais comum quando o artista gera seu modelo em um *software* de modelagem 3D. Os *softwares* de modelagem, como *3DsMax*, *Blender* ou *Maya*, são responsáveis pela criação desses modelos gerados automaticamente sem a necessidade de aprender códigos matemáticos e conceitos de física [8].<sup>1</sup>

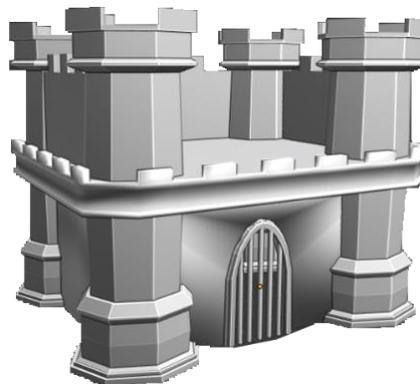
Dependendo do escopo do projeto, é necessário decidir uma metodologia para cumprir o cronograma, chegando da ideia inicial até este estar finalizado, o que na modelagem é chamado de *pipeline*<sup>2</sup> de produção [9]. Como o nome propriamente diz, esse processo ocorre de forma linear, começando com o conceito e, assim, passa-se por todas as partes do processo, como modelagem e texturização, e caso necessário para a criação de personagens, se faz uso dos processos chamados de *Rigging* e animação.

*Rigging* é o processo dado para a técnica de estruturação da malha com espécies de “ossos”, os quais são responsáveis pela movimentação do personagem. Após a implementação dos “ossos”, o personagem se encontra pronto para a elaboração de animações [7].

A animação em si é a parte final do modelo, quando já está texturizado e conectado, parte-se para animar, movimentando as articulações do modelo para poses designadas e sincronizando-as com os frames desejados, criando uma sequência animada. O processo de animação tridimensional é semelhante à animação 2D conhecida como quadro a quadro (*stop-motion*). Usando a técnica de quadros-chave (*keyframing*), o animador cria uma pose para o modelo e grava a chave deste momento, o conjunto de sequências dessas chaves se torna a animação [7].

A composição de materiais distintos junto com efeitos de pintura, luz e sombra, é chamada de textura. Essa é responsável por criar um mapa bidimensional conhecido como mapa de textura, o qual é aplicado pelo modelador na malha tridimensional que, sem isso, é apenas uma arte poligonal [10].

(A)



<sup>2</sup> *Pipeline* de produção é uma técnica de segmentação de instruções, a exemplo do que acontece em uma linha de produção de fábrica [9].

(B)



FIGURA 3 – Modelagem Poligonal sem textura (A), texturizada (B).  
Fonte: modelo elaborado pelo autor.

No mercado, existem profissionais focados apenas na área de texturização, por ser uma parte essencial para qualquer projeto, levando tanto tempo quanto a modelagem em si para chegar ao resultado final. Uma técnica usada tanto



por texturizadores, quanto por artistas técnicos se dá pelo *Shader Graph*. *Shader Graph* [11] é a combinação técnica de computação gráfica junto com interface, dando ao artista a possibilidade de criar texturas, partículas e variados materiais apenas conectando pontos e quadros, trazendo um grande diferencial para o modelo na Unity.

Existem dentro dos *shaders* técnicas úteis para modelagem, tais como *Fresnel*, que é assim chamado o efeito que se dá pela quantidade de reflexibilidade de algo, dependendo do ângulo na qual se observa. Tudo possui *Fresnel*, desde vidros a tecidos, cada um com seu grau de reflexão.

*Cel Shade* é uma espécie de *shader* não foto realista, que cartuniza o objeto, dando um aspecto menos realista, porém em contraponto, faz com que as cores se contrastem mais, facilitando a definição e a visão do modelo, podendo variar para cores como, laranja e azul, tais que facilitam a visão do daltônico. Esse *shader* pode ser exemplificado no personagem da figura 4.

FIGURA 4 – Personagem com *Cel Shade*.  
Fonte: *Zelda: Breath of the Wild*.

Portanto, a modelagem digital 3D refere-se à construção de modelos de três dimensões por meio de

*softwares* específicos, sendo após combinada com cores, texturas e iluminação, dentre outras aplicações.

### 3 CORES

Para um indivíduo que tem o sentido da visão, as cores fazem parte do cotidiano a partir da hora em que acorda, até a hora de dormir. A partir delas, o indivíduo tem em seu subconsciente definições para objetos, sinalizações e sentimentos, que estão tão intrínsecas no dia a dia que já é algo que parece natural.

A cor é um elemento estudado desde a Roma antiga, onde era chamada de *color*, e tem como utilidade expressar sensações visuais dada a nós pelos raios de luz irradiados no planeta. Esse fenômeno acontece devido a uma onda luminosa que atravessa nossos olhos, que junto com a interpretação do cérebro, nos dá sensações visuais devido a gama de cores vistas [12].

É indiscutível o impacto das cores para a sociedade, já que não podem ser analisadas apenas pela estética, devem ser ligadas intimamente ao uso dado a cada cor especificamente. Essa utilização está relacionada diretamente à pretensão da área aplicada, como decoração, medicina, comunicação ou jogos. Cada um desses campos utiliza uma linguagem distinta para expor seus objetivos e comunicar suas mensagens.

Sobre o indivíduo que recebe a comunicação visual, a cor exerce uma ação tríplice: a de impressionar, a de expressar e a de construir. Dessa forma, a cor é vista, pois impressiona a retina; é sentida, pois provoca uma emoção ao espectador; e é construtiva, pois visa a um significado, valor ou símbolo no meio qual é imposta [12].

A cor possui uma ação móvel, possui um tipo de lei única, qual a percepção de distância, volume, valor, silhueta, tudo pode ser moldado a partir dela, pois dependendo da perspectiva a qual se olha, as cores avançam ou recuam. Por exemplo, o branco, traz a sensação de maior volume a um objeto dada a reflexão de luz na sua superfície, ou cores escuras, ao absorver e negar a luminosidade, o que traz uma sensação de diminuição de espaço, como mostra na figura 5:

<b>AMARELO</b>	comunicação, espalhamento, rouba, beleza, confiança
<b>LARANJA</b>	estímulo, vivacidade, alegria, apetite
<b>VERMELHO</b>	perigo, paixão, masculino, avanço, guerra
<b>MAGENTA</b>	união, amor, feminino, nova era, mistério
<b>LILÁS</b>	esoterismo, enlevo, promessas, expectativas
<b>ROXO</b>	recolhimento, luto, medo, isolamento, depressão, luto/cura
<b>AZUL MARINHO</b>	sobriedade, elegância, profundidade, busca
<b>AZUL CIAN</b>	inteligência, concentração, auto-domínio, realidade
<b>VERDE AZULADO</b>	calma, beleza, sossego
<b>VERDE PISCINA</b>	alívio, refrescamento
<b>VERDE</b>	calmaria, cura, realidade, equilíbrio
<b>VERDE LIMÃO</b>	ansiedade, inveja, expansão
<b>BRANCO</b>	paz, vazio, pureza
<b>CINZA</b>	indiferença, solidão, mágoa, isolamento
<b>PRETO</b>	luto, profundidade, peso, energia concentrada

FIGURA 5 - Significados das cores.<sup>3</sup>

Fonte: Fernandes [13].

Outro fator determinante no uso da cor é o valor, como é chamado o fenômeno da dimensão pela qual a cor é vista dependendo da sua luminosidade. Em outras palavras, refere-se à sua proporção de claros e escuros. O quão próximo do branco ou do preto a cor estiver, determina seu valor. Assim, quanto mais próximo do branco ela estiver, maior será seu valor, assim como menor o será, estando perto do preto.

#### 4 TRABALHOS RELACIONADOS

A partir de uma pesquisa de trabalhos anteriores sobre o tema, não foram encontradas publicações sobre desenvolvimento de modelagem para jogos que visam acessibilidade para usuários de baixa visão ou com daltonismo. Porém, ampliando a busca para trabalhos com temas similares, foram encontrados os trabalhos de Ikeda e Pazoti [14] e Lanutti e Paschoarelli [15].

O trabalho de Ikeda e Pazoti [14], intitulado “Desenvolvimento de jogo de computador para interação entre uma pessoa portadora de deficiência visual e outra não portadora”, realizado na Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), apresentou o desenvolvimento de um jogo digital para dois usuários, sendo um deles portador de deficiência visual, orientado por avisos sonoros.

O jogo foi desenvolvido com ferramentas gratuitas, como Blender3D e Audacity, e o resultado foi a garantia de que o deficiente visual seja orientado tanto pelos sensores do jogo quanto por um instrutor, pelo menos até a adaptação. O aprendizado e o entretenimento baseados em interação, acessibilidade e integração são sentidos em toda a jogabilidade, fazendo com que as possibilidades de interação não se limitem apenas entre o deficiente visual e computador. O autor ressalta a necessidade de haver mais

formas de entretenimento que permitam interação entre pessoas com diferentes limitações.

Já o trabalho produzido por Lanutti e Paschoarelli [15], intitulado de “Design universal aplicado a material didático para crianças com deficiência visual: uma experiência didática”, realizado na Universidade Estadual Paulista (UNESP), demonstra como o design universal visa o desenvolvimento de produtos e sistemas capazes de serem acessíveis a todos os tipos de usuários.

Ao aplicar seus conceitos a materiais didáticos, a partir do design gráfico, é possível contribuir para integração de crianças com deficiência visual terem uma educação igual aos demais alunos não portadores de necessidades especiais. Este estudo apresenta uma atividade didática em uma faculdade de design, onde os alunos desenvolveram diferentes alternativas (protótipos), sendo avaliados por um grupo de especialistas. Os resultados desta avaliação apontam que a aplicação dos princípios do Design Universal em projetos de design gráfico cria uma experiência de integração social de expressiva importância para estudantes de design.

#### 5 METODOLOGIA

Esta pesquisa tem natureza qualitativa, que, segundo Flick [16], se caracteriza por: uso de diferentes métodos e teorias; perspectivas dos participantes e sua diversidade; reflexões feitas pelo pesquisador a partir da pesquisa; variedade de abordagem e métodos. Esta pesquisa é qualitativa porque o objetivo geral envolve aplicação e experimentação de técnicas de modelagem, textura e *shader* em modelos 3D, pensando na limitação visual dos possíveis usuários. Quanto ao método, o trabalho teve enfoque descritivo, que conforme Cervo e Bervian [17], é o estudo e a descrição das características, propriedades ou relações existentes no fenômeno pesquisado.

Os procedimentos de pesquisa foram feitos a partir de um levantamento de técnicas julgadas necessárias através de estudos e pesquisas para trazer inclusão e conforto aos usuários com limitações visuais. Após definidas as etapas do processo, como *concept art*, em que é imaginada a forma do personagem e o cenário, a parte mais importante dessa fase é a definição de uma silhueta característica e distinta, para o usuário de baixa visão poder definir e memorizar cada personagem pela forma.

O processo de modelagem em si seguiu o padrão de manipulação de faces e polígonos, dando importância maior para silhuetas, porém o maior destaque foi na área de textura, em que a paleta de cores, a textura de materiais e as sombras devem ser bem planejadas em termos de contraste e saturação, pois esses aspectos mostram-se importantes para a distinção de cada objeto, podendo trazer um cansaço visual

<sup>3</sup> A figura 5 será reproduzida novamente, com melhor qualidade, para a entrega da versão final deste trabalho.

para o usuário ao ter cores muito próximas ou pouco contrastantes.

A última etapa foi dada pelo *Shader Graph*, recurso que possibilita trabalhar com *shaders* sem programação no *software Unity* ou no *Blender 2.8*. Esse recurso permite traçar linhas de destaque na silhueta ou luzes inseridas externamente, fazendo o objeto ficar ainda mais destacado dos demais, o que auxilia na distinção de cada objeto ou personagem.

Assim, como método de desenvolvimento do produto digital, que neste caso é um cenário para jogo com ambientação medieval, foi utilizado o proposto por Chandler [9], como mostra a figura 6:

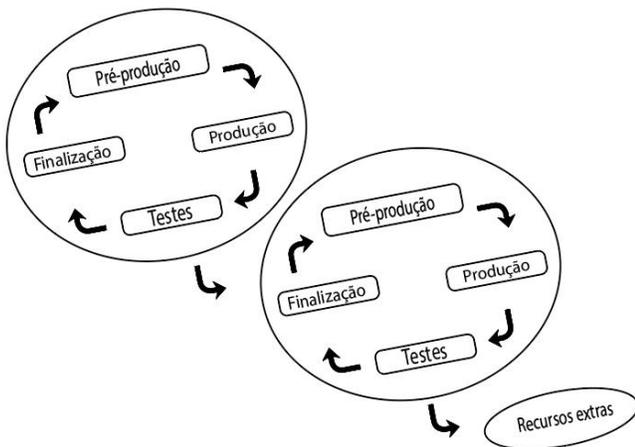


FIGURA 6 – Ciclo de desenvolvimento de projeto.  
Fonte: Chandler [9].

Esse modelo foi escolhido pela produção de iteração em ciclos, os quais são inicialmente usados para o desenvolvimento do jogo e adaptados para o processo de produção da modelagem 3D. Os ciclos, segundo a autora, são os seguintes: pré-produção, produção, testes e finalização. Em primeiro lugar, acontece a pré-produção, feita originalmente para delimitar o tema, planejar o projeto e avaliar os riscos, e neste estudo será adaptada para delimitação da silhueta, modelagem da malha inicial e tratamento do conceito do personagem. A fase dois, chamada de produção, serve inicialmente para implementar o plano do projeto e verificação do progresso, adaptado para modelagem definitiva do *asset*, que é o processo de planificação da malha e processo de pintura e texturização. A fase três, referente aos testes, consiste em testar se o objeto modelado consegue alcançar o objetivo desejado de incluir usuários com suas limitações no mesmo plano de outros jogadores. Por fim, a fase quatro, finalização, é dada pelo *post-mortem* e arquivamento, substituídos para a implementação do *shader*, renderização e implementação no jogo.

<sup>4</sup> Modelagem disponível no link:  
<https://drive.google.com/drive/folders/1QJ4m5CfdSqmJfpe4CcaIyGZ4xf3xP1TR?usp=sharing>

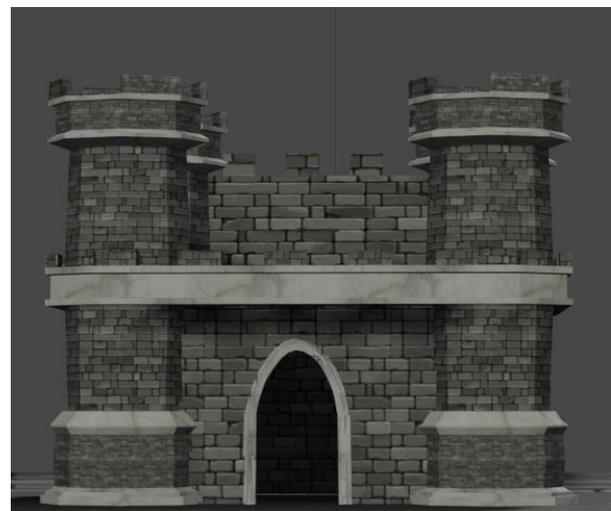
Dessa forma, o processo cíclico se encaixa nesta metodologia de trabalho, podendo-se voltar para etapas anteriores de produção sempre que precisar, com a manutenção do produto, o que diminui assim os riscos.

## 6 DETALHAMENTO DO PRODUTO DESENVOLVIDO: DADOS TÉCNICOS E ESTÉTICOS

Foi criado um cenário 3D<sup>4</sup> ambientado em um arquipélago composto por casas, castelos, templos, pontes, com pontos de interesse diversificados pela silhueta, a fim de se destacarem dos demais, tendo sido o projeto todo modelado no *software 3D Blender*.

O *Blender* foi escolhido por ser um *software* livre, leve em termos de uso da memória e instalação e ter todas funções necessárias para o projeto pretendido. Geralmente, um *software* 3D tem a função da modelagem apenas, a exemplo de *Maya* ou *3DsMax*, tendo que levar o objeto para programas externos quando é necessário esculpir algum detalhe ou pintar a textura. Já no *Blender*, é possível modelar, esculpir, texturizar e renderizar, facilitando o fluxo de trabalho e domínio de apenas um *software*.

A técnica artística poligonal escolhida foi a de baixos polígonos, com arte estilizada (*Low Poly* e *Stylized Art*), como é conhecida no mercado. A modelagem visando baixo número de polígonos, chamada de *Low Poly*, é muito popular em jogos que buscam maior gama de usuários, devido ao fato de ter menor exigência de renderização em tempo real no computador. Geralmente essa técnica busca chegar no objeto determinado com o menor número possível de arestas, faces e vértices, deixando a parte de detalhamentos específicos, como rachaduras, frestas e elevações para a textura, como é possível ver na figura 7:



**FIGURA 7** – Rachaduras e elevações das pedras feitas apenas na textura.  
Fonte: modelo elaborado pelo autor.

As texturas utilizadas foram selecionadas em *sites* gratuitos e bancos de imagens, todas mantendo o mesmo estilo escolhido. O estilo de arte (*Stylized Art*) consiste em pinturas cartunescas, geralmente com proporções irreais, que dão uma estética de fantasia para a obra. Por terem um número de detalhes razoável e, ainda assim, não serem tão pesadas quanto uma textura realista, combinam com o estilo *Low Poly* e com o cuidado de deixar o projeto o mais leve possível e compatível com, praticamente, todos os tipos de sistemas operacionais.

É possível se movimentar pelo cenário, subir escadas, olhar em 360° e explorar cada parte do mundo nessa versão de demonstração apresentada. Isso é possível pelo uso do objeto *FPS Controller* do programa *Unity*, *software* responsável por unificar a programação com a modelagem e as texturas, fazendo renderização em tempo real e sendo possível jogar.

A modelagem dos pontos principais para o jogador foi pensada e projetada com silhuetas distintas para cada objeto, desse modo, usuários de baixa visão, possivelmente, são capazes de identificar onde investir foco, como mostra a figura 8.



**FIGURA 8** – Ponto de interesse com silhueta distinta.  
Fonte: modelo elaborado pelo autor.

<sup>5</sup> *Eevee* é um renderizador em tempo real do *Blender*, que permite a visualização de qualquer objeto imediatamente enquanto este sofre intervenções.

Utilizando as cores vermelho e azul como foco em pontos de interesse, espera-se dar um direcionamento indireto para o jogador. A cor verde, por sua vez, foi deixada na ambientação externa, apenas como composição do cenário, aplicada ao solo.

As inspirações para as modelagens criadas foram imagens da Baixa Idade Média, visando dar um ar de grandiosidade à ambientação, por nesse período terem sido feitas construções com pé direito alto e estruturas opressoras, com silhuetas marcantes, seguindo padrões de igrejas, catedrais e mosteiros [18], como é possível ver na figura 9.



**FIGURA 8** – Exemplo de construções e arte da baixa idade media.  
Fonte: Proenem [19].

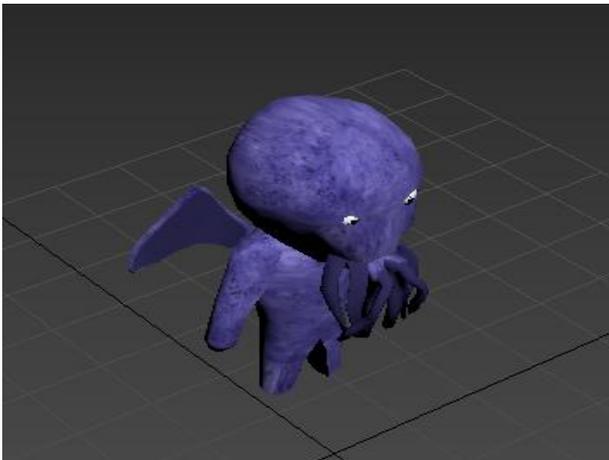
A dificuldade de pessoas com baixa visão terem o mesmo aproveitamento de um jogo digital pode acarretar baixa apreciação do trabalho de arte demonstrado através do jogo. Assim, considera-se que, ao deixar compreensível pela silhueta cada elemento mostrado na tela, para que o jogador consiga defini-los, torna-se possível conseguir jogar de igual para igual com uma pessoa sem limitações na visão. Foi então pensado um conjunto de técnicas de modelagem, textura e *shader* para aplicação em modelagens poligonais, que podem fazer diferença para esse público.

#### 6.1 Considerações sobre o processo de produção

Inicialmente, os testes de produção das primeiras modelagens foram feitos no *software 3DsMax*, porém, não foi atendida nesse programa toda a linha de produção da arte digital 3D, ou seja, foram necessários outros programas, como o *Substance Painter*, para texturizar, tornando o processo de produção mais demorado e pesado de executar no computador. Por essa razão, em uma segunda tentativa, optou-se pelo uso do *Blender*, pois após sua atualização para versão, 2.8, foi dado um grande avanço tecnológico, tanto na qualidade e no conforto de interface, quanto na implementação do *eevee*<sup>5</sup>, podendo-se realizar todo o processo de desenvolvimento em apenas um *software*.

Em um primeiro momento, optou-se pela modelagem de personagens. O primeiro passo dado foi a definição de distintas silhuetas para os personagens, de modo a fazer fácil diferenciação de cada um dentro do jogo. Tendo a silhueta definida, cogitou-se trabalhar com cores contrastantes, complementares, com o uso de cores de diferentes valores, para diferenciar cada parte do modelo texturizado. O primeiro personagem foi feito para teste da função da silhueta, assim como para uma aproximação com o *software Blender 2.8*.

Foram utilizadas referências do monstro da literatura de H.P. Lovecraft, chamado C'thullu, como inspiração, junto com personagens do estilo *chibi*, chamados assim personagens com corpo pouco detalhado, pequeno e com a cabeça ligeiramente maior que o corpo, chegando-se ao resultado esperado após o término do estudo e a execução, como mostra a figura 9.



**FIGURA 9** – Modelagem inicial de personagem.  
Fonte: modelo elaborado pelo autor.

O processo que havia sido planejado era o uso do *Shader Graph* para aplicar a técnica de *cel-shading*, também conhecida como *Toon Shade*, que consiste em criar pela interface uma linha grossa em volta do personagem, destacando-o do terreno, trazendo um aspecto cartunescos. Porém, não foi possível alcançar os resultados desejados. Assim, foi definido o uso de outra técnica no *Shader Graph*, chamada de *Fresnel*, que consiste em englobar o personagem com uma espécie de película colorida, dando destaque para a silhueta, podendo-se trabalhar com películas laranjas e azuis, cores que são distinguidas com maior facilidade em alguns tipos de daltonismo.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Jogos, desde os primórdios, tendem a ser democráticos, já que buscam serem jogados por todas as classes sociais, visando juntamente certa igualdade na

disputa, tanto contra o outro participante, quanto para consigo mesmo. A parte artística dos jogos não objetiva apenas o apelo visual, pois é muito importante para a definição de objetos e mecânicas. Esses, muitas vezes, possuem diversos detalhes ou cores distintas, o que pode dificultar o jogo para um usuário com baixa visão ou daltonismo.

Este trabalho foi importante por visar desenvolver um produto de modelagem 3D para jogo que atendesse um público com limitações visuais. Entretanto, como dificuldade no processo de produção, devido à pandemia causada pelo novo Covid-19, a fase de testes com o público-alvo, isto é, indivíduos com baixa visão e daltonismo, não foram possíveis, deixando, desse modo, o foco na pesquisa e na aplicação das técnicas selecionadas. Quando o contexto se normalizar, o plano é realizar os testes com usuários para verificar o quanto a proposta atende a essa finalidade.

## REFERÊNCIAS

- [1] GAME Maker's Toolkit. Como fazer jogos melhores para pessoas daltônicas e com visão baixa | Design para Deficientes. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xrqdU4cZaLw>. Acesso em: 05 ago. 2019.
- [2] VEIGA, Christian. *Desenvolvimento de jogos: guia rápido para uma carreira de mestre!* Disponível em: <https://www.eusoudev.com.br/desenvolvimento-de-jogos/>. Acesso em: 18 set. 2019.
- [3] SILVA, João; MOTA, Rosilane. Uma análise sobre daltonismo e realidade virtual. *SBGAMES*, 17., 2018. *Anais...* Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/ArtesDesignFull/187633.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.
- [4] GIMENES, Antonia Maria; BECHARA, Matheus Toledo; AVILA, Renato Nogueira Perez; RODRIGUES, Bruna Cardoso; ARAÚJO, Deise Cristina dos Santos. A dificuldade da inclusão da pessoa com deficiência no mercado de trabalho. *Revista Saber*, v. 33, jan.-mar/2016.
- [5] ARRARES, Íris C. S.; ALVÃO, Claudia. Desafios da Acessibilidade e inclusão no ensino superior: uma Análise sob o olhar do Design Universal para a melhoria na experiência de aprendizado dos deficientes visuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 12., 2016. *Anais...* Minas Gerais, MG: 2016.
- [6] LOPES, Marcia C. B.; KITADAI, Silvia P. S.; OKAI, Líria A. Avaliação e tratamento fisioterapêutico das alterações motoras presentes em crianças deficientes visuais. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, Rio de Janeiro, v. 63, n. 3., 2014, p. 155-161.

- [7] VAUGHAN, William. *Digital Modeling*. Berkeley: Pearson Education, 2012.
- [8] BRITTO, Allan. *Blender 3D: Jogos e animações interativas*. São Paulo: Novatec, 2011.
- [9] CHANDLER, Heather Maxwell. *Manual de produção de jogos digitais*. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- [10] NOVAK, Jeannie. *Desenvolvimento de Games*. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 140-141.
- [11] DORAN, John; ZUCCONI, Alan. *Unity 2018: Shaders and effects Cookbook*. 3. ed. Birmingham: Packt, 2018.
- [12] FARINA, Modesto; PEREZ, Clotilde; BASTOS, Dorinho. *Psicodinâmica das cores em comunicação*. 5.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.
- [13] FERNANDES, Rê. *da cor magenta: um tratado sobre o fenômeno da cor e suas aplicações*. Rio de Janeiro: Synergia Editora, 2018.
- [14] IKEDA, Pablo; PAZOTI, Mário. Desenvolvimento de jogo de computador para interação entre uma pessoa portadora de deficiência visual e outra não portadora. *Colloquium Exactarum*, Presidente Prudente, v. 3, n. 2, p. 75-84, jul/dez 2011. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/index.php/ce/article/view/712/920> . Acesso em: 05 agosto 2019.
- [15] LANUTTI, Jamille N.; PASCHOARELLI, Luis. Design Universal aplicado a material didático para crianças com deficiência visual: uma experiência didática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 12., 2016. Anais... Minas Gerais, MG: 2016.
- [16] FLICK, Uwe. *Introdução à pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- [17] CERVO, Amado; BERVIAN, Pedro A. *Metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2002. p. 67.
- [18] ARQUITETURA medieval. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/artes/arquitetura-medieval>. Acesso em: 05 mar. 2020.
- [19] A BAIXA idade média – a cólera dos cavaleiros do apocalipse. Disponível em: <https://www.proenem.com.br/enem/historia/a-baixa-idade-media-a-colera-dos-cavaleiros-do-apocalipse/>. Acesso em: 05 mar. 2020.