

Manuel Canavarros Girard

**CRIAÇÃO DE CENÁRIOS 3D DE HISTÓRIA INTERATIVA EM  
REALIDADE VIRTUAL PARA MOBILE:  
Etapas e processo de criação**

Projeto de conclusão de curso  
submetido ao Curso de Design da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
para a obtenção do Grau de Bacharel em  
Design.

Orientador: Prof. Dr. <sup>a</sup> Mônica Stein

Florianópolis  
2017



Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Girard, Manuel Canavarros  
Criação de cenários 3D de história interativa em  
realidade virtual para mobile : etapas e processo  
de criação / Manuel Canavarros Girard ; orientador,  
Mônica Stein ; 2017.  
73 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de  
Comunicação e Expressão, Graduação em Design,  
Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Design. 2. realidade virtual. 3. jogos. 4.  
cenário. 5. celular. I. , Mônica Stein. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Design. III. Título.



Manuel Canavarros Girard

**CRIAÇÃO DE CENÁRIOS 3D DE HISTÓRIA INTERATIVA EM  
REALIDADE VIRTUAL PARA MOBILE:  
ETAPAS E PROCESSO DE CRIAÇÃO**

Este projeto de conclusão de curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Design e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Design.

Florianópolis, 22 de Novembro de 2017.

---

Prof. Marília Matos Gonçalves, Dr.<sup>a</sup>  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Mônica Stein, Dr.<sup>a</sup>  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Flavio Andalo,  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Josiane Wanderlinde Vieira, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Pierre Girard e Marília Canavarros, que me deram todo o apoio financeiro e emocional necessário à minha formação acadêmica e profissional. Sou grato a minha companheira Danielli com quem partilhei o cotidiano da produção deste projeto. Ela atenciosa lembrava-se de me oferecer água, pães e frutas enquanto trabalhava.

Sou grato aos professores Flávio Andalo e Josiane Wanderlinda Vieira que aceitaram avaliar e contribuir com este projeto. Agradeço também aos meus colegas do projeto The Rotfather com quem vivenciei tantos aprendizados em uma atmosfera criativa. E agradecer especialmente, a professora Mônica Stein, por sua orientação. Seu entusiasmo e profissionalismo são exemplos para mim.





## **RESUMO**

O objetivo desse projeto de conclusão de curso é demonstrar ao leitor as etapas e processos de criação necessárias para a confecção de dois cenários em 3 dimensões destinado ao uso de realidade virtual em mobile. Para isso, realizamos uma pesquisa de composição e produção cinematográfica e de jogos virtuais. Os cenários produzidos são parte do projeto transmídia The Rotfather, criado pelo Grupo de Educação e Entretenimento - G2E, pertencente a Universidade Federal de Santa Catarina. A história se passa nos esgotos de Nova York e sua trama central se desenvolve em torno da máfia de açúcar controlada pelo poderoso rato Al-Kane.

**Palavras-chave:** Realidade virtual; 3D; Cenário; Mobile.



## **ABSTRACT**

The main goal of this project is demonstrate to the reader the process and steps necessities for the creation of a 3 dimensional scenario made for be used with mobile virtual reality. To accomplish this purpose, a research of production and composition was carried out in cinematographic areas as well in virtual games. The scenarios produced are part of the transmedia project called The Rotfather, created by the Educations and entertainment group. The story takes place in the sewers of New York city and its central plot develops around the sugar mafia controlled by the powerful Al-Kane rat.

**Keywords:** Virtual Reality; 3D; Scenario; Mobile.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Virtual Reality Market and Consumers .....	21
Figura 2 – Double Diamond .....	22
Figura 3 - Old Zeiss pocket stereoscope.....	25
Figura 4 - Sword of Damocles.....	26
Figura 5 – Google Cardboard .....	27
Figura 6 – Composição em 3 camadas .....	30
Figura 7 – Exemplo de primeiro plano.....	31
Figura 8 – Exemplo de área de interesse .....	32
Figura 9 – Exemplo de plano de fundo.....	33
Figura 10 – The Rotfather o jogo .....	35
Figura 11 – Esquema gráfico da história .....	38
Figura 12 – Mapa do esgoto .....	39
Figura 13 – Ruas do esgoto .....	40
Figura 14 – Concept da sala de investigação.....	41
Figura 15 - Referência do cassino .....	42
Figura 16 – Referência do cassino.....	43
Figura 17 – Guichê block out .....	44
Figura 18 – Sala de investigação block out.....	44
Figura 20 – Blueprint editor example.....	45
Figura 21 – Guichê na Unreal.....	46
Figura 22 – Sala de investigação na Unreal.....	46
Figura 23 - Sala de investigação high poly Maya.....	48
Figura 24 - Sala de investigação high poly Zbrush .....	48
Figura 25 - Guichê do cassino high poly Maya.....	49
Figura 26 - Prendedor de roupa .....	50
Figura 27 - Grade de parafuso e speaker de lata de tomate .....	50
Figura 28 - Mesa de moeda e cadeiras de xicara e rolha .....	51
Figura 29 – Retopologia da cadeira.....	52
Figura 30 – Wireframe do objeto antes e de pois da retopologia.....	52
Figura 31 – Grupos de objetos na sala de investigação .....	53
Figura 32 – Mapeamento UV da cadeira.....	54
Figura 33 – UV de objetos na sala de investigação .....	55
Figura 34 – Cadeira sem normal map e com normal map .....	56
Figura 35 – Mesa com material básico e sujeira.....	57
Figura 36 - Mesa com detalhes.....	57
Figura 37 – Materiais em objetos da sala de investigação.....	58
Figura 38 - Sala de investigação.....	58

Figura 39 - Materiais em guichê do cassino.....	59
Figura 40 - Texturas de objetos da sala de investigação .....	59
Figura 41 - Criação de material na UE4.....	60
Figura 42 - Sala de investigação iluminada.....	62
Figura 43 - Iluminação do guichê do cassino.....	62
Figura 44 - Sala de investigação sem e com post process .....	63
Figura 45 - Guichê do cassino sem e com post process .....	64
Figura 46 - Guichê do cassino sem e com chromatic aberration	64
Figura 47 – Sala de investigação final.....	65
Figura 48 – Guichê do cassino final .....	66
Figura 49 - Comparação entre OpenGL 2 e OpenGL ES 3.1.....	67
Figura 50 – Apresentação dos cenários à equipe do G2E .....	70

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

RV – Realidade Virtual

PCC – Projeto de conclusão de curso

3D – 3 Dimensões

HDM – Head-mounted display

G2E – Grupo de Educação e Entretenimento

UE4 – Unreal Engine 4

PBR – Physically based rendering

FPS – Frames por segundo





## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
1.1	Objetivos .....	20
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>20</b>
1.2	Justificativa .....	20
1.3	Metodologia .....	22
<b>1.3.1</b>	<b>Descobrir .....</b>	<b>22</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Definir .....</b>	<b>23</b>
<b>1.3.3</b>	<b>Desenvolver .....</b>	<b>23</b>
<b>1.3.4</b>	<b>Entregar .....</b>	<b>23</b>
1.4	Delimitações.....	23
<b>2</b>	<b>EMBASAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>25</b>
2.1	Breve história da realidade virtual .....	25
<b>2.1.1</b>	<b>Aparelhos móveis e realidade virtual .....</b>	<b>27</b>
2.2	Estudos de composição para realidade virtual .....	28
<b>2.2.1</b>	<b>Elemento Focal .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Estrutura .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Balanceamento .....</b>	<b>29</b>
2.3	Composição de cenários em camadas .....	29
2.4	Limites da RV .....	33
<b>3</b>	<b>Desenvolvimento.....</b>	<b>35</b>
3.1	O Projeto The Rotfather .....	35
<b>3.1.1</b>	<b>O Projeto de RV – Proposta do Jogo.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Os cenários do jogo em RV .....</b>	<b>38</b>
3.2	Referências visuais e históricas.....	39
3.3	Block out e layout .....	43
3.4	Teste na engine gráfica.....	45
3.5	Modelagem 3D para finalização .....	47

<b>3.5.1</b>	<b>Otimização dos modelos 3D para aparelhos moveis .....</b>	<b>51</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Mapeamento UV .....</b>	<b>53</b>
3.6	Criação de materiais.....	55
<b>3.6.1</b>	<b>Materiais na UE4 .....</b>	<b>59</b>
3.7	Iluminação na UE4 .....	60
3.8	Efeitos de post process.....	63
3.9	Aplicação no Celular .....	66
<b>4</b>	<b>Considerações finais .....</b>	<b>69</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Até recentemente a experiência de imersão em outra realidade que não aquela imediata aos seus sentidos estava fora de cogitação. A possibilidade de transportar-se a outros lugares e vivenciar a sensação de interagir e se comunicar em ambientes virtuais é recente (PARASI, 2015, p. 7, tradução) e tem se expandido graças ao avanço e ao barateamento da tecnologia. A realidade virtual (RV) tem encontrado espaço no mercado através do desenvolvimento de novas tecnologias que abrangem tanto computadores quanto aparelhos móveis e permitem que espaços sejam criados virtualmente.

A ideia de RV existe há certo tempo, porém foi em 2009 com o lançamento do dispositivo chamado *oculus rift*, que as experiências em RV começaram a ganhar maior importância. Atualmente existem diversos dispositivos de RV, os *headsets*, entre eles estão: *oculus rift*, *HTC Vive*, que são exclusivos para uso em computadores, e o *Gear VR*, *Google cardboard* e *Google daydream*, exclusivos para uso em aparelhos móveis. O constante investimento nessa tecnologia indica que “[...]RV pode vir a ser a próxima grande onda em computação tecnológica” (PARASI, 2015, p. 7, tradução).

As ferramentas de produção 3D são indispensáveis para a produção de conteúdo para RV. Esse projeto de conclusão de curso (PCC) visa demonstrar os processos e etapas de criação para a confecção de dois cenários em 3 dimensões, sobre uma história elaborada pelo projeto *The Rotfather*, e é destinado a RV com uso exclusivo em aparelhos móveis.

O *The Rotfather*, é um projeto transmídia desenvolvido pela professora Mônica Stein, juntamente com alunos do Curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina. O intuito inicial deste projeto era a produção de um jogo para computador, porém durante o processo de elaboração criativa e a maior participação dos alunos, ele se expandiu em direção a criação de um universo fantástico a ser explorado por outras áreas de produção além daquela prevista inicialmente. Aproximadamente 40 pessoas compõe a equipe do projeto que está organizado em células de produções focadas em mídias diversificadas, tais como, jogos de tabuleiro, quadrinhos, séries animadas e também um jogo em RV, que conta com as experiências prévias do autor na área de RV em trabalhos pessoais e profissionais.

O jogo em RV proposto é centrado em Michael, personagem viciado em açúcar e que por isso, está com dificuldades em acessar suas memórias recentes. Neste contexto, o jogador vê as ações através dos olhos de Michael. O personagem é considerado suspeito pela máfia que

investiga o desaparecimento de uma maleta de dinheiro. O objetivo do jogador é sobreviver ao inquérito feito pela máfia, para isso, deve então responder as perguntas baseando-se pelas memórias fragmentadas (flashbacks) dos acontecimentos do dia anterior.

Este PCC consiste na descrição dos processos de criação de dois cenários a serem vivenciados pelo jogador. Além disso, busca trazer estratégias de direção artística para uma experiência na qual o usuário tenha a liberdade de olhar para os diferentes ângulos do cenário.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral é criar dois cenários de RV em 3D, exclusivos para mobile, criando uma experiência interativa no universo The Rotfather, descrevendo as etapas de construção destes,

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Como Objetivos específicos destacam-se:

- Pesquisas bibliográficas;
- Entender a importância do cenário nas experiências de realidade virtual;
- Modelagem de ambientes 3D;
- Texturização e ambientação para que os cenários estejam condizentes com o universo The Rotfather;
- Otimização dos modelos para uso em dispositivos móveis;
- Descrever processo de concretização e de aplicação dos cenários;

## **1.2 Justificativa**

A criação do cenário é uma etapa essencial para o desenvolvimento de uma história, é através do cenário que o jogador irá se ambientar e ter o primeiro contato com o universo proposto. É através dele que se pode entender a dimensão temporal e espacial em que a narrativa está sendo desenvolvida. Ainda, o cenário tem uma função narrativa por si só, pois ele fornecerá informações ao usuário contando assim uma história não

verbalizada do local. Nesse trabalho foram desenvolvidos dois cenários em realidade virtual (RV), para uso em equipamentos móveis.

A demanda de RV tem crescido no mercado e a previsão do Super Data Research é que em 2017 ele valerá 3 vezes mais que em 2016, chegando a 15 vezes mais em 2020, gerando uma receita de aproximadamente 30 bilhões de dólares. Mediante esse crescimento, a demanda por profissionais na área de computação gráfica especializados em RV têm-se expandido.

### VR revenue will total almost \$30B by 2020 – 15 times what it was in 2016

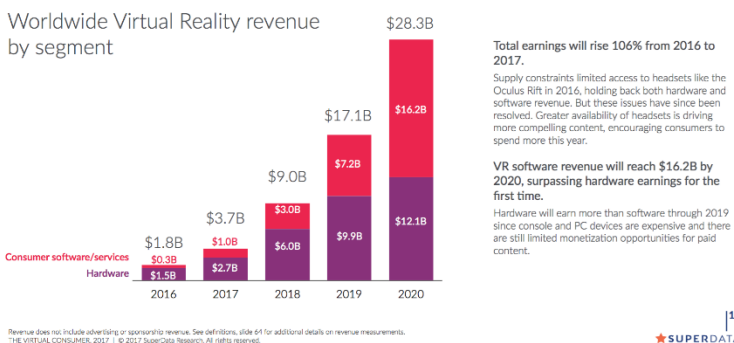


Figura 1 - Virtual Reality Market and Consumers

Fonte: <<https://www.superdataresearch.com/market-data/virtual-reality-industry-report/>> Acesso em novembro de 2017

As experiências do autor desse trabalho, como generalista 3D com projetos de RV no Cafundó Estúdio – Florianópolis SC, o fizeram perceber a incipiência de trabalhos de documentação do processo de criação de cenários para realidade virtual.

Tanto a relevância do cenário para provocar a imersão do usuário no universo do jogo quanto o aumento da demanda de mercado em RV, instigaram a produção de uma experiência em RV no projeto The Rotfather, constituindo os motivos que justificam a elaboração deste PCC. Deste modo, a partir da documentação do processo de produção serão demonstradas as estratégias de composição e iluminação, assim como da otimização e criação de modelos específicos para realidade virtual.

### 1.3 Metodologia

A metodologia utilizada nesse projeto será a Double Diamond, conforme a figura abaixo:

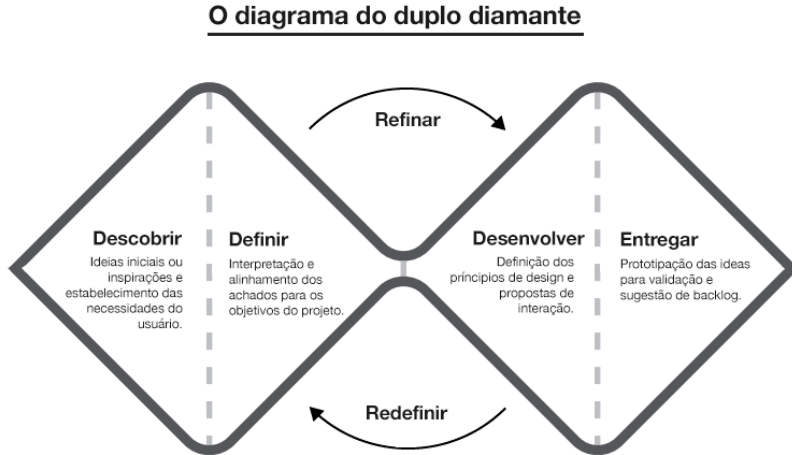


Figura 2 – Double Diamond

Fonte: <<http://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>> Acesso em maio de 2017.

Esta metodologia foi desenvolvida em 2005 através de uma pesquisa realizada na Design Council. Dividida em um processo de 4 partes distintas, Descobrir (*Discover*), Definir (*Define*), Desenvolver (*Develop*) e Entregar (*Deliver*), ela mapeia os estados de divergência e convergência do processo de design, mostrando os diferentes modos utilizados pelos designers.

#### 1.3.1 Descobrir

A primeira parte do modelo Double Diamond marca o início do projeto, esse começa com uma ideia inicial ou inspiração na qual as necessidades são identificadas. Assim nessa etapa realizei a:

- Escolha do tema;
- Pesquisa de tecnologias e uso de RV;
- Pesquisa de referências visuais;

### 1.3.2 Definir

A segunda parte do modelo representa o estágio de definições em que devem ser planejadas estratégias que possibilitem alcançar a ideia almejada. Nesta etapa abordou-se:

- Banco de imagens para ambientação dos cenários;
- Softwares 3D para modelagem e texturização;
- Engine gráfica de jogos para ambientação dos cenários;

### 1.3.3 Desenvolver

O terceiro estágio marca o período de desenvolvimento no qual soluções são testadas e aplicadas na:

- Modelagem 3D;
- Otimização dos modelos para uso mobile;
- Texturização dos objetos 3D;
- Ambientação e iluminação dos cenários na engine gráfica;
- Integração com o programa de RV;
- Teste da aplicação;

### 1.3.4 Entregar

O quarto e último estágio representa o estágio de entrega, no qual o resultado do produto é finalizado e lançado. As atividades são:

- Teste final em aparelho móvel;
- Avaliação e feedbacks do projeto;

## 1.4 Delimitações

Esse projeto apresentará o processo de produção de dois cenários em 3D para jogo interativo em RV com exclusividade em aparelhos móveis, as etapas descritas serão, *concept art*, modelagem 3D, texturização, iluminação na engine gráfica, e aplicação do jogo no celular.





## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

### 2.1 Breve história da realidade virtual

As tentativas para se alcançar a realidade virtual não são de hoje, Pereira e Nogueira, (20-?) consideram que as primeiras tentativas de RV foram os Estereoscópios, inventados em 1838 pelo físico Sir Chales Weatstone.



Figura 3 - Old Zeiss pocket stereoscope

Fonte: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Stereoscope>> Acesso em Maio de 2017

Foi, no entanto, apenas no século XX que a RV tal como conhecemos começou a se desenvolver. Em 1965, Sutherland, escreve em seu ensaio *The Ultimate Display* “O display supremo seria, obviamente, uma sala no qual o computador conseguiria controlar a existência de matéria” e ainda diz “Com a programação apropriada tal display poderia literalmente ser o País das Maravilhas em que Alice caminhava” em

seguida em 1968 constrói o primeiro sistema Head-mounted display (HDM)<sup>1</sup> o “Sword of Damocles”.

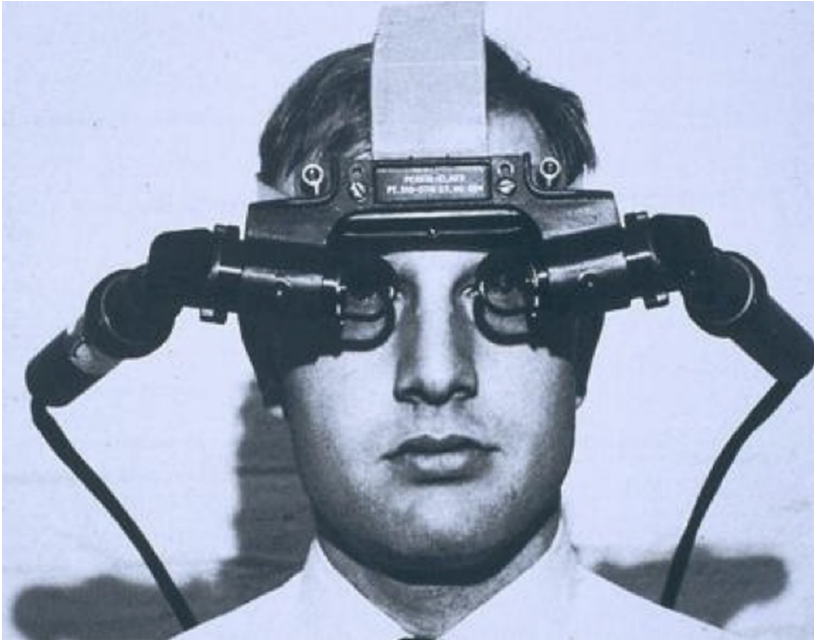


Figura 4 - Sword of Damocles

Fonte: <<http://web.ist.utl.pt/ist170613/>> acesso em maio de 2017

Na década de 90 em pleno auge dos videojogos, começaram a ser desenvolvidos diversos aparelhos de RV, para tentar fornecer uma experiência totalmente imersiva ao usuário. Contudo, após 1995 ficou evidente a precariedade das tecnologias disponíveis ainda incapazes de promover uma realidade imersiva, gerando gradativamente um desinteresse por parte do grande público nos aparelhos de RV.

Foi somente mais de uma década depois, em 2009, que Palmer Luckey, desenvolveu o HMD que transformou o modo como usamos a RV, o *Oculus Rift*. Segundo Dan (2011), foi graças ao entusiasta em tecnologia John Carmack que o projeto de Luckey foi tão bem recebido pelo público em seu financiamento coletivo realizado através do site *kickstart*. Carmack exibiu um protótipo do *Oculus Rift* rodando um de

---

<sup>1</sup> O HMD é um dispositivo fixado na cabeça e apresenta imagens diretamente aos olhos do usuário.

seus jogos, o Doom 3, que deixou os usuários surpreendidos com o resultado e rapidamente conseguiram o financiamento necessário. A equipe de Lukey arrecadou mais de R\$2,4 milhões de dólares em seu financiamento coletivo e cinco anos depois a empresa *Oculus VR*, foi adquirida pelo Facebook pelo valor de R\$ 3 bilhões de dólares. Investimento que trouxe um foco ainda maior para os aparelhos de RV despertando o interesse de figuras importantes do mercado de tecnologias e entretenimento.

De acordo com os dados em “Can’t Stop, Won’t Stop: Mobile and VR games Year in Review” aproximadamente 6.3 milhões de *headsets* de RV, foram entregues em 2016, confirmando a popularidade da RV atualmente. Hoje é possível concluir que a RV voltou com mais qualidade e suporte no mercado e tem chances significativas de ser uma tecnologia cada vez mais presente em nosso cotidiano.

### 2.1.1 Aparelhos móveis e realidade virtual

Com o avanço dos smartphones no decorrer dos últimos anos a RV não ficou limitada ao uso exclusivo em Desktops. Em 2014 a Google lançou o primeiro *headstet* para celulares, o *Google Cardboard*, que é feito de materiais baratos e acessíveis, são eles: papelão, velcro e lentes. Segundo Bavor (2016), vice-presidente de RV na Google, após 19 meses do lançamento do produto, 5 milhões de *Google Cardboards* já tinham sido entregues.

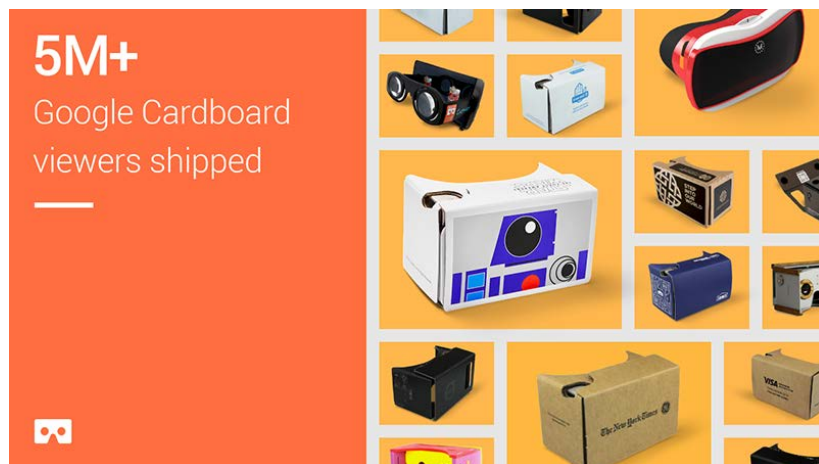


Figura 5 – Google Cardboard

Fonte <<https://blog.google/products/google-vr/unfolding-virtual-journey-cardboard/>> Acesso em maio de 2017

Após o surgimento e sucesso do Google *Cardboard* diversas alternativas de RV para aparelhos móveis surgiram no mercado, desde *headstets* genéricos produzidos em larga escala por diversas empresas, como *headstets* desenvolvidos por marcas específicas que aprimoraram a ferramenta, como por exemplo, o *Gear VR* da Samsung e o Google *Daydream*. Ambos são headsets fabricados para um grupo de celulares específicos que visam aumentar a qualidade das experiências disponibilizadas pelos mesmos.

De acordo com o relatório “Can’t Stop, Won’t Stop: Mobile and VR games Year in Review” é possível observar que a maior parte das experiências atuais de RV são realizadas através de smartphones. Todavia estas têm duração consideravelmente menor do que aquelas, sendo que a média é de 7 minutos em celulares e 12 minutos em computadores, fato que demonstra um espaço a ser explorado e desenvolvido tanto na tecnologia em si quanto nas experiências oferecidas para aparelhos móveis.

## **2.2 Estudos de composição para realidade virtual**

É através da composição de uma cena que se organiza e guia o espectador aos elementos desejados, dando assim um foco e adicionando sentido ao acontecimento. Segundo Piaskiewciz (2014), cenas que contém regras de composição aplicadas apresentam uma ideia harmônica de fácil entendimento e que não confunde o observador. Uma composição harmônica guia suavemente o jogador para onde planejamos.

Logo fica claro a necessidade de estudos de composição para confecções de cenários para realidade virtual, porém pela falta de material desenvolvido na área tomaremos como base os estudos já realizados em arte e jogos. Assim, usaremos a estrutura proposta por Price (2014) dividida em 3 estágios, Elemento Focal, Estrutura e Balanceamento.

### **2.2.1 Elemento Focal**

O elemento focal é o elemento dominante da composição, cuja função é atrair a atenção do espectador. De acordo com Price (2014) uma cena sem um elemento focal faz com que o espectador fique perdido e logo perca interesse.

Existem diversas formas de se construir o elemento dominante da cena, são elas:

- Alto Contraste;
- Saturação;
- Profundidade;
- Movimento;
- Faces ou figuras humanas;
- Linhas guias;
- Formas geométricas;

### **2.2.2 Estrutura**

A estrutura consiste em organizar os elementos seguindo uma regra. Existem diversas regras possíveis de serem usadas, a mais famosa é a regra dos terços, porém segundo Andrew Price (2014), não importa qual delas for seguida, qualquer uma é melhor que nenhuma. As regras citadas por Andrew Price (2014) são:

- Regra dos terços;
- Proporção Áurea;
- Pirâmide;
- Simetria;

### **2.2.3 Balanceamento**

O Balanceamento de uma imagem consiste em se assegurar que o “peso” visual da imagem esteja balanceado, que não exista um elemento causando muito peso de um lado da composição sem um contraponto. Segundo Andrew Price os artifícios que podem ser usados para balancear a cena são:

- Tamanho;
- Alto Contraste;
- Saturação;
- Faces;
- Figuras humanas;

## **2.3 Composição de cenários em camadas**

A composição de um cenário para jogos, segundo Piaskiewicz (2014), pode ser dividida em 3 camadas principais: primeiro plano, área de interesse e plano de fundo.

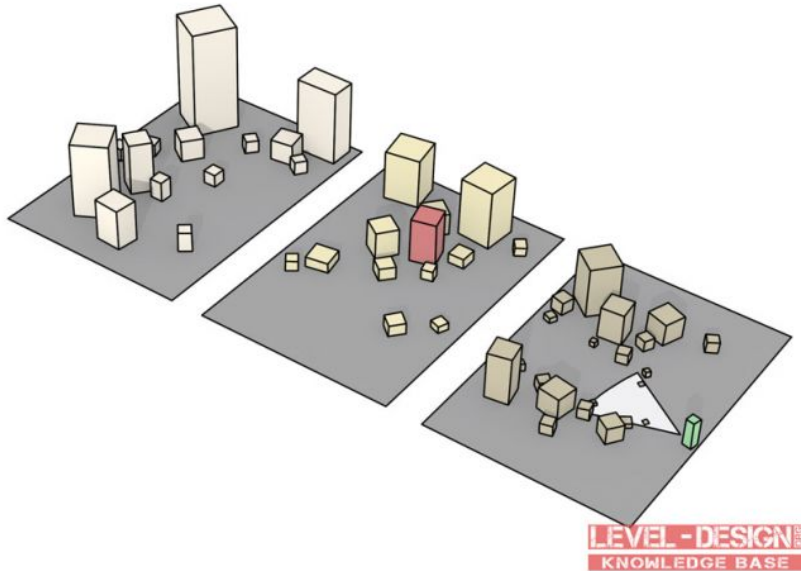


Figura 6 – Composição em 3 camadas

Fonte:

<[http://www.gamasutra.com/blogs/MateuszPiaskiewicz/20140817/223513/Composition\\_in\\_Level\\_Design.php](http://www.gamasutra.com/blogs/MateuszPiaskiewicz/20140817/223513/Composition_in_Level_Design.php)> Acesso em Junho de 2017

### 2.3.1.1 Primeiro Plano

O primeiro plano é a camada mais próxima do observador. Seu objetivo é criar uma moldura com um foco para a área de interesse. Elementos claros podem criar uma sensação de isolamento das outras camadas, já elementos escuros no primeiro plano dão uma sensação de espaço pois criam contraste com os demais. Geralmente apenas silhuetas de objetos são visíveis economizando nos detalhes e cores, conforme a figura abaixo do jogo *Call of Duty: Ghost*.



Figura 7 – Exemplo de primeiro plano

Fonte:

<[http://www.gamasutra.com/blogs/MateuszPiaskiewicz/20140817/223513/Composition\\_in\\_Level\\_Design.php](http://www.gamasutra.com/blogs/MateuszPiaskiewicz/20140817/223513/Composition_in_Level_Design.php)> Acesso em Junho de 2017

### 2.3.1.2 Área de interesse

A camada da área de interesse é onde o elemento dominante da cena deve ser posicionado. O elemento dominante é o centro focal da composição que deve distinguir-se dos demais objetos ao mesmo tempo em que mantém-se consistente com eles. Deve preferencialmente apresentar contraste e ser posicionado de forma que se sobressaia perante os outros elementos.

O elemento dominante deve possibilitar que a cena seja rapidamente reconhecida, assim criando uma história e gerando uma identificação única. A cena precisa ser planejada de tal maneira que a primeira coisa notada seja o elemento dominante, para isso não devem existir elementos que o cubram. Na imagem abaixo o elemento dominante é a torre mais alta que está no centro.



Figura 8 – Exemplo de área de interesse

Fonte:

<[http://www.gamasutra.com/blogs/MateuszPiaskiewicz/20140817/223513/Composition\\_in\\_Level\\_Design.php](http://www.gamasutra.com/blogs/MateuszPiaskiewicz/20140817/223513/Composition_in_Level_Design.php)> Acesso em Junho de 2017

### 2.3.1.3 Plano de fundo

O plano de fundo é a camada que fecha a composição, geralmente essa camada contém em sua maior parte o céu e a linha do horizonte. Essa camada é composta por objetos com menos detalhes e deve proporcionar contraste para a área de interesse, criar profundidade e eliminar a sensação de isolamento da cena. Na imagem abaixo é possível observar que o plano de fundo usa cores dessaturadas que proporcionam contraste com o restante da composição e proporcionando o sentido de profundidade a cena.





Figura 9 – Exemplo de plano de fundo  
Fonte

<[http://www.gamasutra.com/blogs/MateuszPiaskiewicz/20140817/223513/Composition\\_in\\_Level\\_Design.php](http://www.gamasutra.com/blogs/MateuszPiaskiewicz/20140817/223513/Composition_in_Level_Design.php)> Acesso em Junho de 2017

## 2.4 Limites da RV

O avanço da tecnologia e o *boom* da RV tem trazido diversas possibilidades para o desenvolvimento de novos conteúdos, porém esse desenvolvimento ainda tem limitações.

Um headset de RV é composto por duas telas, que podem ter a resolução Full HD. Para isso é necessário que o dispositivo utilizado tenha a capacidade de renderizar e processar todos os dados em duas telas, que não são totalmente idênticas pelo fato dos jogos serem em estéreo. Essa consequência traz limites em diversas áreas da produção, algumas delas são: a quantidade de polígonos que podem ser utilizadas na cena assim como a quantidade de objetos 3D, o tipo de iluminação e sombras, a resolução das texturas, e a quantidade de funções que está acontecendo no processador do dispositivo.

Porém os limites da RV estão além do processamento segundo Starkey, 2016. O grande problema da RV ainda é a falta de capacidade de movimento, pois por mais que seja possível olhar ao redor o jogador ainda não tem a capacidade de se movimentar no espaço 3D, “[...]Por isso quando você se move no jogo, pessoas como eu ficam enjoadas muito rápido. E é horrível” (STARKEY, 2016, tradução).

Além dos fatores supracitados, há outros mencionados pela empresa Oculus Rift no documento “Health and Safety”: convulsões, perda de consciência, esforço visual, contração muscular nos olhos, movimentos involuntários, visão alterada, desfocada ou dupla ou outras anormalidades visuais, tontura, desorientação, equilíbrio comprometido, náusea, dor de cabeça, sonolência, fadiga ou outros sintomas relacionados com tontura.

### 3 Desenvolvimento

#### 3.1 O Projeto The Rotfather

O projeto The Rotfather vem sendo desenvolvido pelo Grupo de Educação e Entretenimento (G2E) na Universidade Federal de Santa Catarina sob direção da professora Dra. Mônica Stein. A princípio o projeto nasceu com o objetivo de confeccionar um jogo para computador e assim foi elaborada uma história em conjunto com os discentes do curso de Design e do curso de Animação.



Figura 10 – The Rotfather o jogo  
Fonte: G2E

O enredo narra histórias de personagens que vivem numa sociedade localizada nos esgotos de Nova York e a trama central desenvolve-se em torno da sua maior máfia, chefiada por Al Kane, um rato responsável pelo tráfico de açúcar no esgoto. Al Kane até determinado momento era o rato mais influente e poderoso do esgoto, porém após sofrer um golpe por parte de personagens de sua confiança, ele perde seu posto de chefe da máfia e terá que fazer de tudo para recuperar seu lugar.

Os personagens dessa história são os insetos e animais que habitam esgotos. A sociedade se organiza em castas que fazem uma alegoria as classes sociais presentes em nosso cotidiano, são elas: os ratos, que dominam a maior parte dos esgotos; as aranhas, que compõem a elite assim como os ratos; as baratas, que são a maioria da população, dominadas e marginalizadas; e os sapos, que representam os imigrantes e outra casta de poder.

A sociedade de *The Rotfather* é uma sociedade podre, na qual podemos perceber já pelo nome, que faz uma junção de duas palavras em inglês: *Rot* (Podridão) + *Father* (Pai), que também é uma referência ao famoso filme *GodFather* (O Poderoso Chefão) de 1972. Esta é também uma sociedade dominada pelo tráfico e pela corrupção.

No decorrer do projeto o grupo G2E percebeu a possibilidade de desdobramento em várias histórias a serem contadas nesse universo, pois o mesmo demonstrou-se rico e cheio de detalhes. Por esse motivo hoje o grupo se expandiu formando um projeto transmídia distribuído em algumas células de produção, a saber: histórias em quadrinhos, jogos de tabuleiro, séries animadas e desenvolvimento de jogos para RV, no qual o autor participa.

### **3.1.1 O Projeto de RV – Proposta do Jogo**

A ideia do jogo de RV nasceu a partir de um *brainstorm* com a equipe, tendo o seguinte *briefing*: experiência interativa em RV não pode ter longa duração pois será exibida em eventos portanto devemos respeitar as limitações atuais para experiências de RV.

As limitações levadas em conta foram primeiramente, o alcance de um jogo em RV e custo do hardware, por esse motivo decidimos pelo uso de smartphones para a experiência, visto que esse aparelho é mais acessível e de menor custo. Posteriormente refletimos sobre as limitações físicas na experiência, pois a imersão proporcionada pelos aparelhos moveis é apenas visual e sonora, de modo que os únicos movimentos captados pelo aparelho são aqueles da cabeça, sendo desconsiderados os movimentos do corpo. Por essa razão, alternativas que limitassem o movimento do personagem foram discutidas e decidi que o personagem controlado pelo usuário estará preso a uma cadeira e apenas os movimentos de sua cabeça seriam permitidos.

O jogo ficou dividido em duas partes, a primeira é uma experiência analógica em que um bloco de notas é dado ao usuário antes de entrar na RV, esse bloco de notas contém diversas informações sobre um integrante da máfia de açúcar, seus ganhos mensais, a desconfiança de que um sapo

estaria roubando a máfia, entre outros detalhes sobre o universo. As informações estarão escritas de formas aleatórias, com partes rasuradas e o usuário terá um tempo limite de 5 minutos para folhear o bloco e ler a maior quantidade de informação nesse tempo. Após a etapa de leitura do bloco de notas o jogador está pronto para segunda etapa que consiste em colocar o *headset* e jogar o jogo em RV.

A história do jogo se passa no universo The Rotfather anteriormente descrito, no qual o jogador, vivendo sobre a perspectiva de um rato viciado em açúcar e com problemas de memória recente, ocasionado pelo uso excessivo de açúcar, acorda dentro de uma sala e está sendo investigado pela máfia. O personagem controlado pelo jogador encontra-se preso em uma cadeira com as mãos atadas por cordas e a boca tampada. Logo no início do jogo, o investigador pergunta para o jogador se ele já viu o bloco de notas que está em sua frente, que é o mesmo bloco lido pelo jogador anteriormente. Após a pergunta o cenário muda e dá início ao primeiro *flashback* do jogo.

O *flashback* mostra o jogador dentro de um carro com uma maleta no porta-luvas e dentro dela o bloco de notas, assim que o *flashback* termina o usuário se vê de novo na sala de investigação, é nesse momento que o jogador passa por um breve tutorial explicando a mecânica do jogo que será usado durante toda a experiência. A mecânica escolhida pelo jogo consiste em captar os movimentos da cabeça do jogador e interpretar se o mesmo está fazendo um sinal de sim ou não. São apenas com esses movimentos que o jogador pode se comunicar com o investigador.

O restante do jogo acontece repetindo os mesmos passos descritos anteriormente, no qual o investigador faz uma pergunta, então um *flashback* é tocado e o jogador deve responder sim ou não da melhor forma que julgar para sobreviver a entrevista. O jogo foi idealizado com uma história ramificada em que o jogador deve jogar mais de uma vez para conseguir entendê-la. A imagem abaixo representa um esquema gráfico da história, contendo seus finais possíveis, maior resolução online no seguinte link: <https://tinyurl.com/y7t2vmhr>

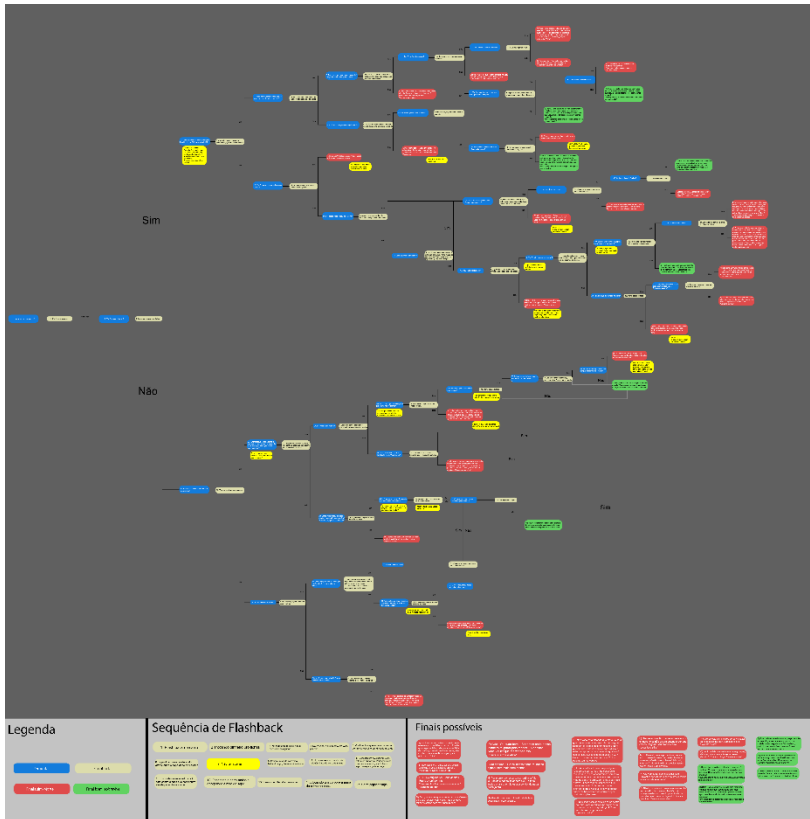


Figura 11 – Esquema gráfico da história

Fonte: G2E

### 3.1.2 Os cenários do jogo em RV

De acordo com o roteiro produzido pela célula de StoryWorld em parceria com a equipe de RV, serão necessários um total de 9 cenários para o desenvolver da história e um carro que deverá ser modelado, pois estará presente em diversas cenas. Todos esses cenários são ambientes que fazem parte do esgoto de Nova York e estão dentro do mapa demonstrado a baixo.



Figura 12 – Mapa do esgoto  
Fonte G2E

Os cenários necessários são: A rodoviária, o guichê do cassino, o interior do cassino, o interior do cabaré, uma rua, o armazém da máfia, um beco sem saída, as docas, a sala de investigação da máfia, o Chrysler imperial 1932.

O trabalho está sendo desenvolvido por uma equipe responsável por produzir os diversos cenários, assim, esse trabalho será focado na produção de apenas 2 deles: a sala de investigação e o guichê do cassino.

### 3.2 Referências visuais e históricas

As referências visuais do projeto são providas de duas fontes: uma vem do setor de arte do projeto The Rotfather e outra através de pesquisas de lugares reais que se enquadrem no período histórico desejado. Ainda é preciso considerar a necessidade de adaptação dos objetos para que os mesmos se harmonizem com o universo The Rotfather, ou seja, os objetos devem ser semelhantes a realidade retratada, porém devem ser feitos

de materiais improvisados já que os personagens da história são pequenos animais e insetos, esse fenômeno será tratado aqui como micromundo e pode ser observado na imagem a baixo:



Figura 13 – Ruas do esgoto  
Fonte: G2E

Na imagem é possível observar a reutilização de objetos reais, para a construção das ruas no esgoto, demonstrando assim o estilo adotado no universo *The Rottfather*. Inspirado nesse estilo, um *concept* da sala de investigação foi desenvolvido.



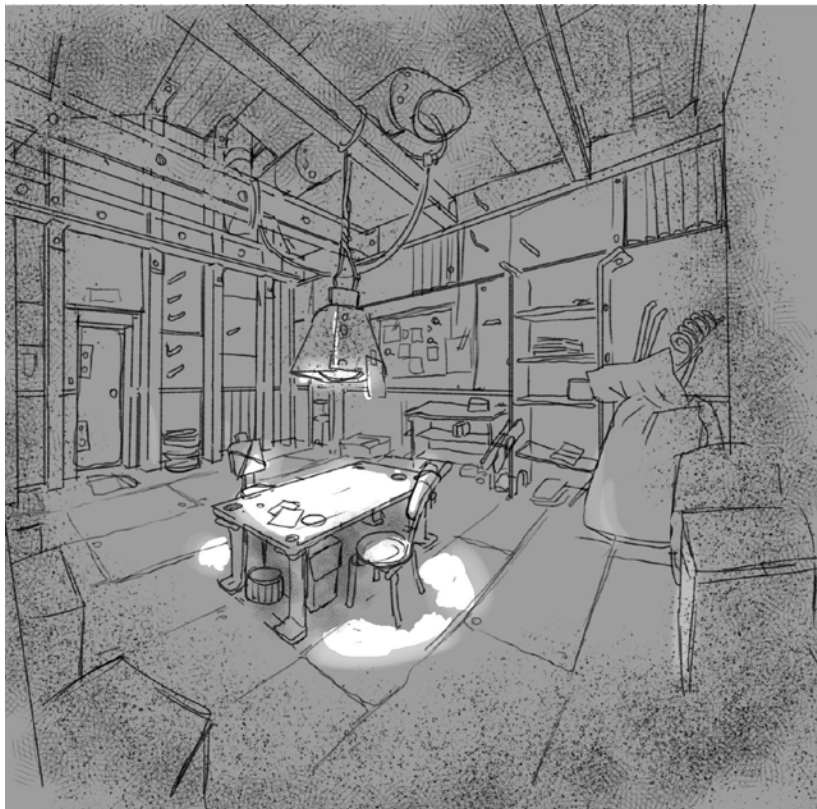


Figura 14 – Concept da sala de investigação

Fonte: G2E

A sala de investigação utilizada pela máfia assemelha-se a um depósito sendo visível que ela não é usada para uma função única. Ela foi projetada para que o centro seja a única área iluminada.

Já para o cassino, não foi desenvolvido um *concept* em forma de imagem, mas com base no contexto histórico e no aspecto visual desejado, conforme é descrito pelo autor a seguir:

O Cassino encontra-se próximo a Little Ozaka, localizada onde as ruas e becos vão ficando mais escuros e fechados. O local atua em atividades ilegais, já que tem licença apenas para venda de bebidas e no entanto, vale-se de armas e drogas não apenas como produtos de consumo, mas como moeda de troca nos jogos. O local é sujo e transmite uma sensação de insegurança e perigo. A decoração é visivelmente pobre e improvisada.

No corredor do guichê de troca de fichas algumas cadeiras estão agrupadas em um canto, enquanto nas paredes sujas apenas um quadro desalinhado está pendurado, as barras do guichê que separam os clientes do vendedor estão visivelmente enferrujadas e os vidros estão imundos. O ambiente tem uma iluminação amena, proveniente principalmente de luzes no teto. As paredes combinam tijolos expostos e uma pintura malfeita.

Referências visuais escolhidas para o cassino foram retiradas da internet e são as seguintes:



Figura 15 - Referência do cassino

Fonte: <<http://keywordsuggest.org/gallery/336710.html>> Acesso em Junho de 2017



Figura 16 – Referência do cassino

Fonte: < <http://www.phaidon.com/agenda/photography/picture-galleries/2012/january/06/when-eve-arnold-met-marilyn-monroe/> > Acesso em Junho de 2017

### 3.3 Block out e layout

Após a escolha de referências e confecção de *concepts* para os cenários a equipe começou a fazer a etapa de *block out* dos cenários. O *block out*, segundo Holmes (2014), é um processo no qual as coisas devem estar da forma mais simples possível permitindo o desenvolvimento rápido do cenário. Por isso ele deve ser composto principalmente de formas geométricas básicas que juntas formarão o volume da cena. O *block out* no caso de cenários para realidade virtual tem muita importância para decidir qual será o ângulo de visão do jogador e quais elementos deverão conter mais detalhes e quais devem ser simplificados pois não ficará em foco ou até mesmo não irá aparecer.

Desenvolveu-se *block out* para todos os cenários necessários para a história. Eles foram úteis para reduzir a quantidade de elementos da cena sem sacrificar a composição da mesma. Na imagem seguinte, é possível se observar o *block out* do guichê do cassino:

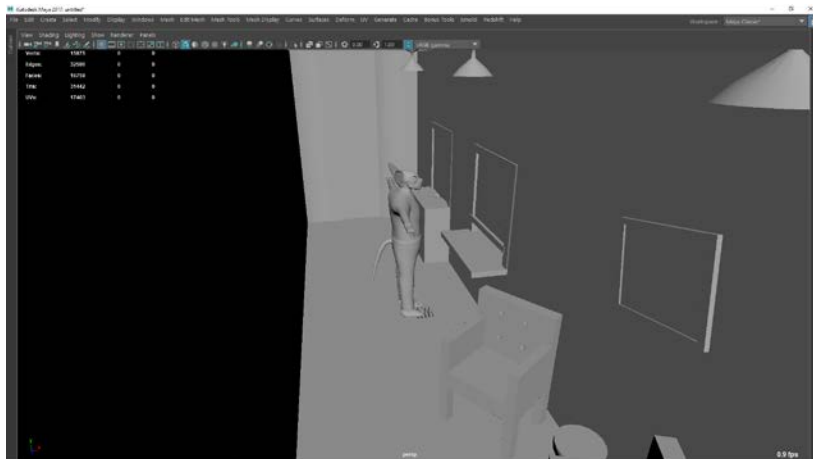


Figura 17 – Guichê block out  
Fonte: O autor

A imagem abaixo representa o block out da sala de investigação, esse block out foi feito com mais detalhes do que o necessário, porém foi interessante para a sessão de ambientação da cena.

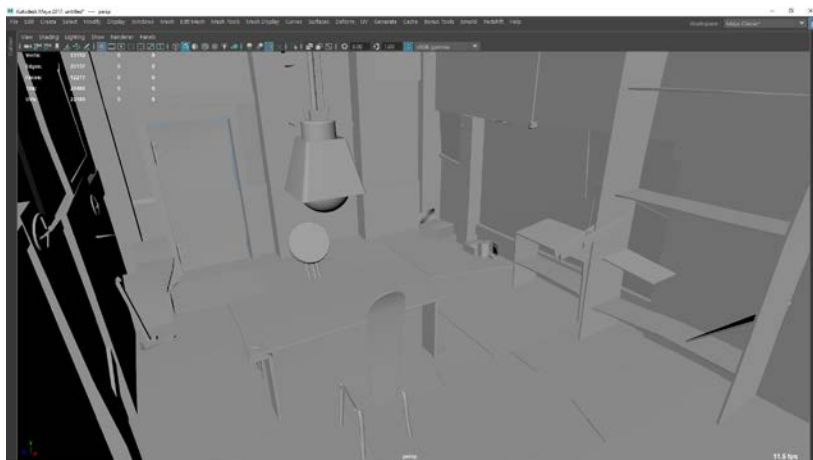


Figura 18 – Sala de investigação block out  
Fonte: O autor

### 3.4 Teste na engine gráfica

Uma vez que os *block outs* estavam prontos, importei todos os cenários para dentro da engine gráfica e fiz testes de ângulos e iluminação. Essa etapa se demonstrou importante pois visualizei os cenários bloqueados já na RV e também identifiquei os elementos que não estavam funcionando.

A engine gráfica escolhida para o projeto foi a Unreal Engine 4 (UE4), essa engine foi desenvolvida para facilitar o trabalho do artista pois ela oferece diversas ferramentas gráficas e também uma interface chamada *blueprint*, que permite se programar visualmente através de conexões entre blocos de lógica.

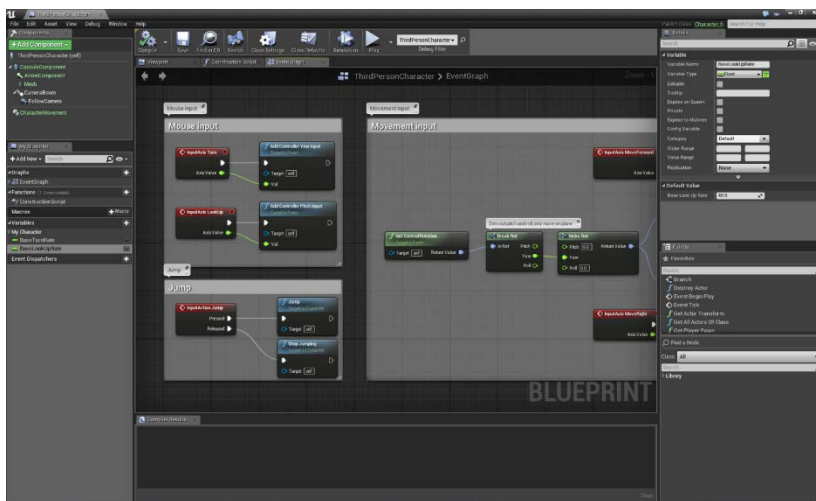


Figura 19 – Blueprint editor example

Fonte:

<[https://docs.unrealengine.com/latest/images/Engine/Blueprints/Editor/blueprint\\_editor\\_example.png](https://docs.unrealengine.com/latest/images/Engine/Blueprints/Editor/blueprint_editor_example.png)> Acesso em junho de 2017.

O processo de importação dos cenários para dentro da UE4 pode ser feito através de 2 formatos amplamente usados na área de computação gráfica, são eles OBJ ou FBX. Uma vez importados dentro da engine foi feita uma iluminação básica, que não reflete a iluminação final e os elementos foram posicionados na cena. Posteriormente a aplicação foi exportada em formato de apk e testada em um celular Nexus 5 lançado em 2013 e desenvolvido pela empresa Google, juntamente com um headset genérico para celulares chamado HooToo.



Figura 20 – Guichê na Unreal

Fonte: O autor

O teste na engine gráfica demonstrou algumas falhas em modelagem, principalmente no guichê do cassino, pois foi possível perceber que a área do corredor estava pequena e com o pé direito muito baixo. Já na imagem a baixo é possível se observar a sala de investigação:

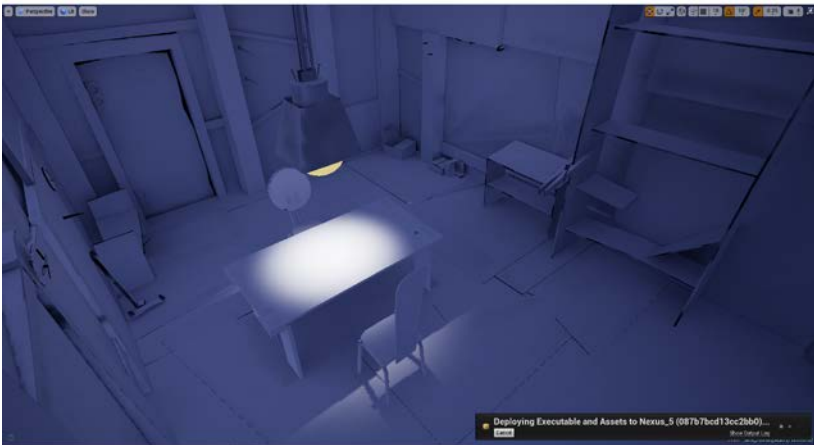


Figura 21 – Sala de investigação na Unreal

Fonte: O autor

Além disso ficou perceptível os elementos focais para ambos cenários, sendo eles: na sala de investigação a região da mesa e a cadeira

na qual o investigador estará sentado e no guichê do cassino a área de troca de fichas.

### **3.5 Modelagem 3D para finalização**

Com os *block out* aprovados pela equipe, a etapa de finalização dos cenários começa.

Um objeto modelado pode ter sua malha poligonal bastante densa, isso é chamado de um modelo *high poly*. Geralmente um modelo *high poly* possibilita o objeto ser mais detalhado, porém isso gera algumas dificuldades em termos de performance para um jogo. Nessa etapa os objetos foram modelados em *high poly* desconsiderando a questão de performance, já que isso será solucionado mais à frente.

Na sala de investigação a região de maior destaque é o centro da sala, onde se encontra a mesa na qual o personagem será interrogado. O primeiro passo para o detalhamento desse cenário foi refazer a modelagem feita anteriormente no *block out* a utilizando como base, porém agora dando mais atenção aos detalhes. Para isso parte da modelagem foi feita usando o software Autodesk Maya, que possibilita uma abordagem de modelagem mais tradicional, movimentando vértices, arestas e faces.

Já os detalhes mais finos foram feitos no software Zbrush, no qual o processo de modelagem é mais parecido com a escultura tradicional com clay ou argila, no qual o artista movimenta grande quantidade de vértices juntas, possibilitando assim o processo de se esculpir na malha.

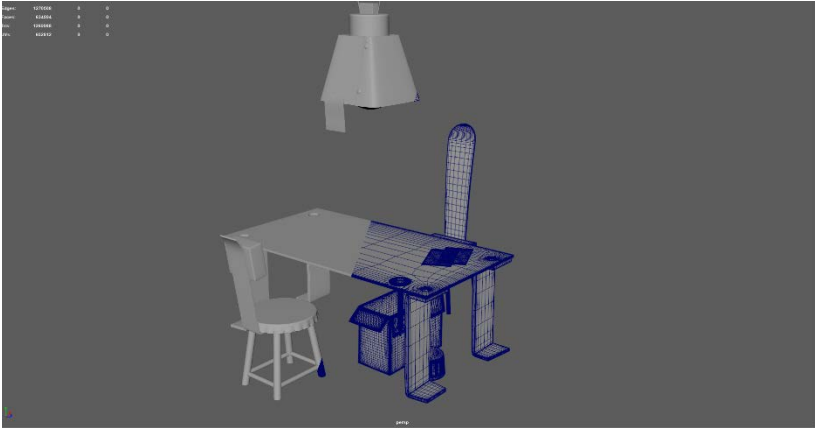


Figura 22 - Sala de investigação high poly Maya

Fonte: O autor

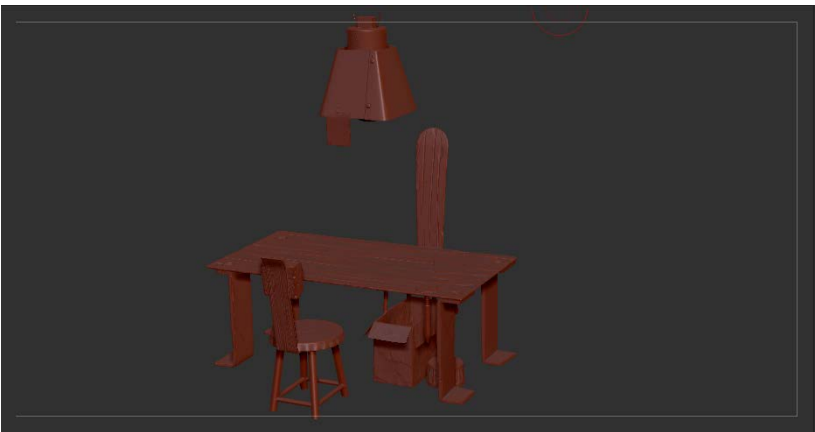


Figura 23 - Sala de investigação high poly Zbrush

Fonte: O autor

Esse mesmo processo foi feito em todo o resto do cenário, porém com menor nível de detalhamento, já que os outros objetos ficarão em segundo plano.

Já no segundo cenário, o guichê do cassino, o jogador sofrerá um breve deslocamento durante o flashback, passando pela entrada da cortina até o segundo guichê de compra de ficha. Por essa razão vários objetos passarão pela área de interesse do jogador o que exigiu que esse cenário tivesse que ser mais detalhado do que o anterior. O processo de



modelagem, no entanto foi quase idêntico ao cenário interior, os modelos foram feitos de maneira high poly nos softwares Maya e Zbrush, porém a cortina foi modelada em um software específico para tecidos, o Marvelous Design, simulando o comportamento físico da malha.

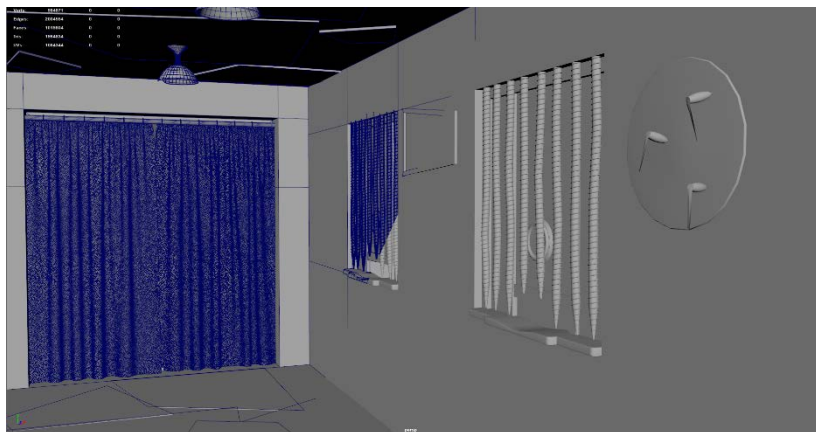


Figura 24 - Guichê do cassino high poly Maya

Fonte: O autor

Uma das partes do processo de modelagem que recebeu grande atenção foi a criação de objetos que compõem o micromundo. Esses objetos são importantes, pois eles possibilitam que o usuário tenha uma real imersão dentro do universo The Rotfather, algumas imagens abaixo representam tais objetos:

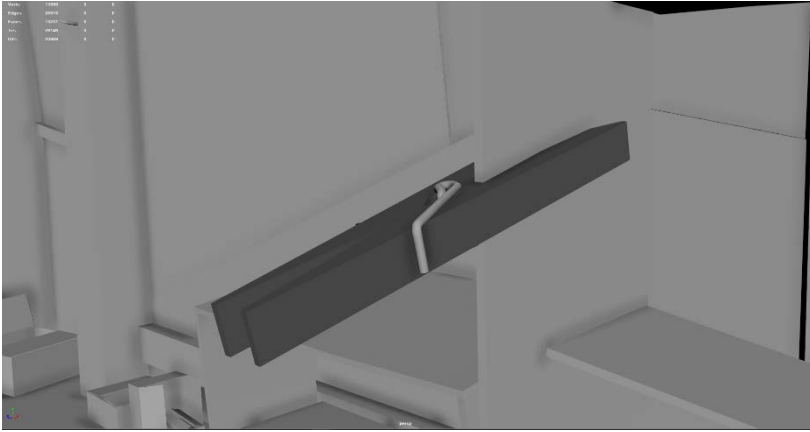


Figura 25 - Prendedor de roupa

Fonte: O autor

O prendedor de roupa em proporções tão grandes tem como objetivo chamar atenção do espectador e reforçar ainda mais o micromundo. Já na imagem a seguir as grades dos guichês são representadas como parafusos entortados, demonstrando que o micromundo é também um espelho do mundo real, porém construído através de entulhos encontrados no esgoto.

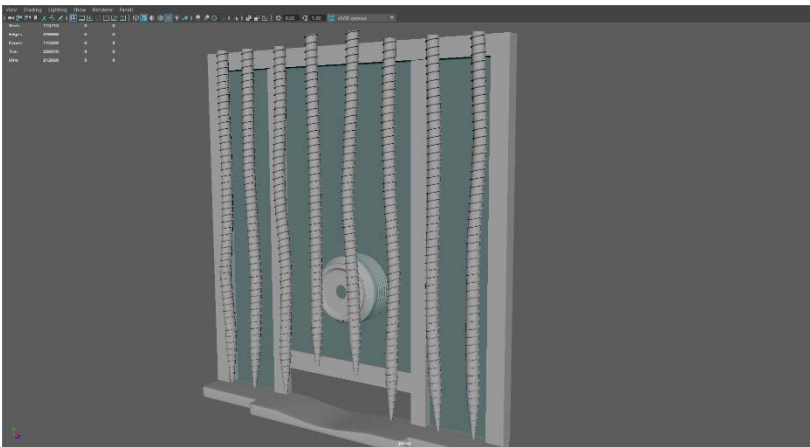


Figura 26 - Grade de parafuso e speaker de lata de tomate

Fonte: O autor

O conjunto de cadeiras e mesas representados anteriormente no block out foi totalmente substituído por objetos reais que foram

reaproveitados para que tenham as funções de mesa e cadeira, como é possível observar na imagem abaixo:

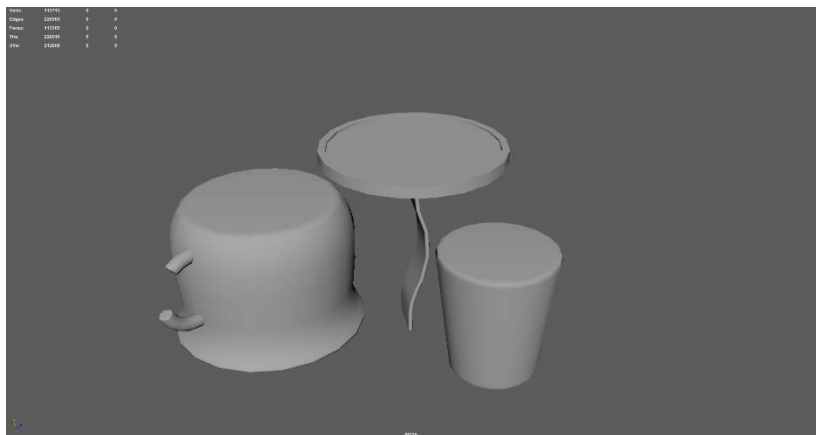


Figura 27 - Mesa de moeda e cadeiras de xicara e rolha

Fonte: O autor

### 3.5.1 Otimização dos modelos 3D para aparelhos moveis

Após a confecção dos modelos *high poly* é preciso simplificá-los para otimizar a performance no jogo. Quando simplificados os modelos são chamados de *low poly*.

De acordo com Shaffer (2015), o uso de *low poly* está presente desde o início das animações 3D, pois o uso de modelos com poucos polígonos reduz a duração de render aumentando assim o desempenho em jogos e filmes de animação. Com isso, o uso de *low poly* é essencial para a produção de jogos em celular.

Os modelos *low poly* foram feitos através da retopologia dos modelos *high poly*. O processo de retopologia, de acordo com a documentação do Maya disponibilizada pela empresa Autodesk, é um processo que permite criar nova topologia baseada em recursos de uma superfície de referência. Para isso, o software oferece ferramentas que possibilitem que uma nova malha seja criada a partir da antiga posicionando vértices, arestas e faces usando a malha *high poly* como superfície.

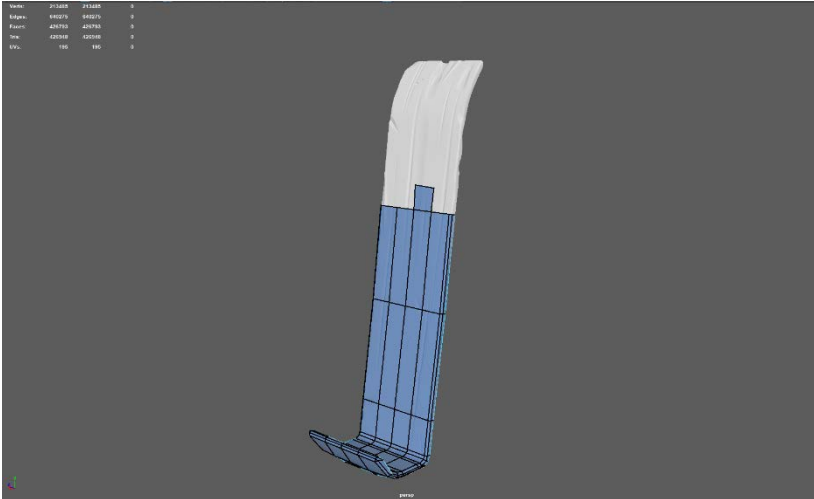


Figura 28 – Retopologia da cadeira  
Fonte: O autor

A diferença entre modelos high poly e low poly é dramática, como é possível observar na imagem a abaixo, na qual antes da retopologia o modelo continha 2.470.283 vértices e após a retopologia 4.350 vértices.

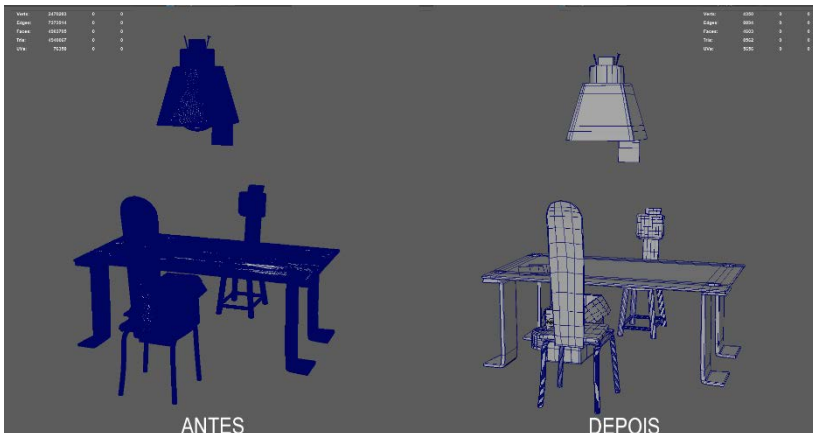


Figura 29 – Wireframe do objeto antes e de pois da retopologia  
Fonte: O autor

Após a retopologia dos modelos, eles foram agrupados como um único objeto conforme sua necessidade de detalhes, isso é importante para

o próximo passo de mapeamento de UVs, que acarretará em uma menor quantidade de materiais, diminuindo assim o número de *draw calls*<sup>2</sup> dentro da UE4 resultando, conseqüentemente, em uma melhor performance. A cena da sala de investigação ficou dividida em 5 grupos.

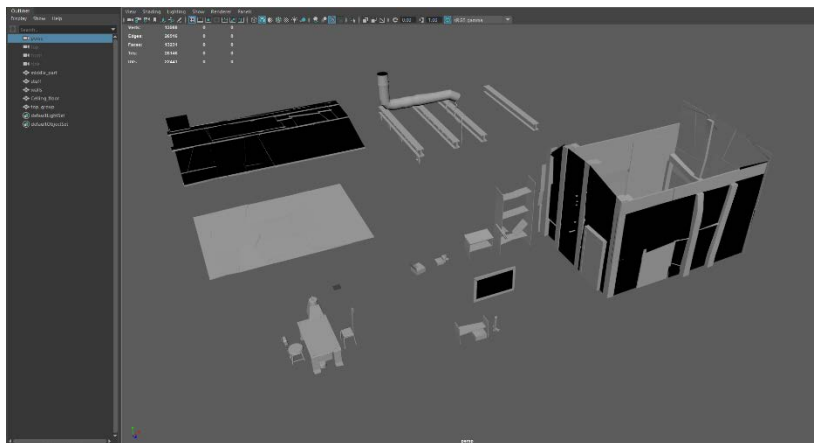


Figura 30 – Grupos de objetos na sala de investigação

Fonte: O autor

### 3.5.2 Mapeamento UV

O mapeamento UV consiste em se projetar uma imagem 2D em um modelo 3D. UVs existem para se definir um sistema de textura com coordenadas 2D, isso é chamado de *UV texture space*. Segundo a documentação do software Autodesk Maya, as letras U e V indicam os eixos 2D.

Esse processo é realizado quando o modelo está finalizado e aprovado. Os materiais serão confeccionados a partir da *UV Texture* que será gerado através do processo de mapeamento do modelo 3D. A imagem a seguir demonstra um modelo 3D e seu *UV Texture*:

<sup>2</sup> . “[...]draw call é ‘um grupo de polígonos compartilhando as mesmas propriedades’ ou em termos da Unreal – ‘um grupo de polígonos compartilhando um mesmo material’” (HIDER, 2017, tradução).

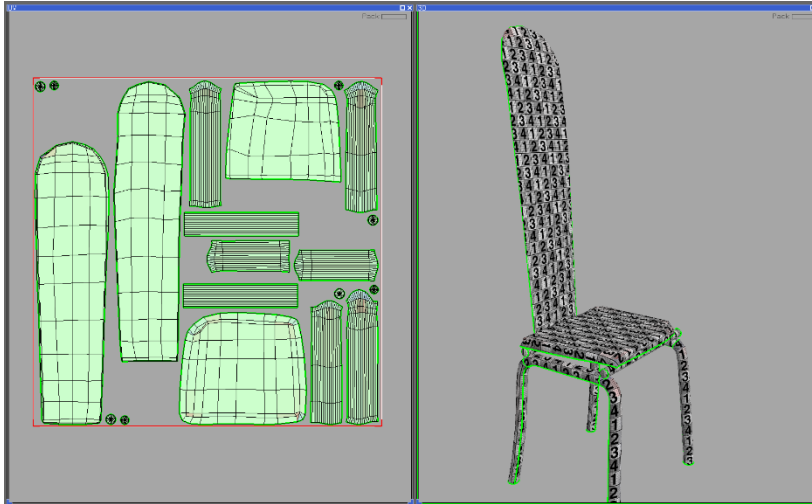


Figura 31 – Mapeamento UV da cadeira

Fonte: O autor

Para a criação das UVs foi utilizado um software específico chamado *Headus UV Layout*. Esse software provê ferramentas que buscam facilitar o processo de abertura das UVs e possui um *plugin* que facilita a comunicação com o Autodesk Maya.

No processo de mapeamento 3D algumas práticas são consideradas melhores para o melhor aproveitamento do espaço da *UV texture*. Segundo usuários do fórum *polycount* e o blog *somagames*, são elas:

1. Visibilidade: Algumas faces serão mais visíveis que outras. Isso possibilita que as faces mais visíveis ocupem mais espaço UV.
2. Legibilidade: A distorção na UV pode tornar mais difícil o uso de texturas com detalhes lineares finos.
3. Otimização de corte: O corte na malha deve ser posicionado para que fique fora das áreas mais visíveis.
4. Direção: A direção da UV deve ser consistente, pois isso torna mais fácil de se visualizar e realizar o processo de pintura.
5. Espaço: Quanto menos espaço for desperdiçado na *UV texture*, maior densidade de pixel existirá para a textura, resultando em uma melhor qualidade.

Usando as recomendações acima sempre que possível, os mapeamentos dos grupos dos cenários foram feitos. A imagem 34

demonstra um grupo da sala de investigação e sua UV texture. Esse processo foi realizado em todos os objetos de ambos cenários.

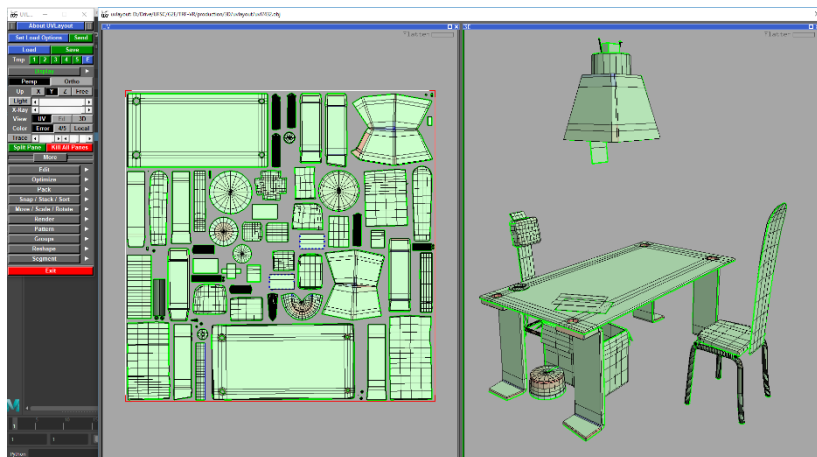


Figura 32 – UV de objetos na sala de investigação

Fonte: O autor

### 3.6 Criação de materiais

A criação de materiais consiste em se gerar texturas responsáveis por aspectos visuais distintos do objeto 3D. Os materiais criados para a UE4 têm parâmetros e configurações relacionados com dados físicos do mundo real, esse tipo de render é conhecido pelo nome *Physically based rendering* (PBR) e contém 3 propriedades principais: Base Color (cor de base), Roughness (rugosidade) e Metallic (metalicidade). Cada uma dessas propriedades é representada por um mapa de textura que deve ser aplicado ao material.

Para a criação das texturas foi utilizado um software chamado *Substance Painter*, um software de pintura digital em 3D que permite tanto que as propriedades dos materiais sejam pintadas em tempo real quanto a exportação das texturas para diversas engines e renderizadores, entre eles a UE4. Nele é igualmente possível fazer a projeção de detalhes entre um objeto *high poly* para um objeto *low poly* utilizando um mapa de textura conhecido como *normal map*. Tal processo é conhecido como *baking*. O processo de *baking* é utilizado para se gerar diversos mapas que podem ser úteis na produção de determinado material.

De acordo com Hajioannou(2015), um dos mapas mais valiosos para um artista 3D é *normal map*, ele é representado pelas cores:

vermelho, verde e azul. Esses valores RGB se traduzem em coordenadas x, y e z, permitindo que uma imagem 2D represente profundidade. Deste modo, cria uma ilusão de profundidade em partes do objeto possibilitando que ele tenha mais detalhes sem que isso acarrete em um maior número de polígonos. A imagem 35 demonstra um objeto sem e com o *normal map* aplicado.

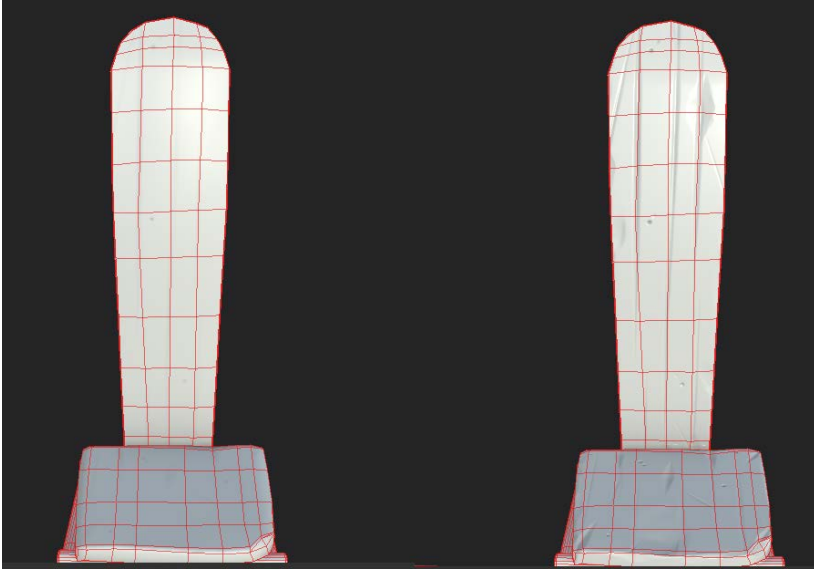


Figura 33 – Cadeira sem normal map e com normal map

Fonte: O autor

Para o processo de pintura no *Substance Painter* foi preciso exportar os grupos de objetos com seus devidos mapeamentos 3D do software Autodesk Maya no formato OBJ ou FBX e importá-los diretamente no *Substance Painter*. Uma vez importados no *Substance Painter* os objetos são pintados, utilizando-se métodos mais tradicionais, como pintura a mão e também técnicas procedurais no qual mapas controlados por parâmetros matemáticos são usados para gerar diversos efeitos.

O software permite que diversas propriedades sejam geradas em camadas, possibilitando uma maior liberdade criativa para o artista, durante o processo de pintura foram adicionados detalhes que enriquecem o cenário, pois trazem uma história não dita do ambiente. As imagens a



seguir demonstram o processo criativo para se produzir alguns objetos da sala de investigação:



Figura 34 – Mesa com material básico e sujeira  
Fonte: O autor

Primeiramente foi criado uma textura de madeira e adicionado sujeira para realçar dos vincos e também adicionar na ambientação do cenário demonstrando o descuido do ambiente. Depois marcas de tinta foram adicionadas com o objetivo de demonstrar que a madeira provém do lixo e uma marca de sangue, que tem por objetivo transmitir que interrogatórios violentos já ocorreram ali.



Figura 35 - Mesa com detalhes  
Fonte: O autor

O restante dos materiais do cenário foram feitos sobre a mesma ótica, sempre adicionando sujeira para realçar os detalhes e transmitir a sensação que de que os objetos foram retirados do lixo e também

adicionando detalhes que contribuem para a história, como por exemplo: a esponja de cozinha utilizada como encosto da cadeira, a tampa de refrigerante embaixo da mesa e o quadro que contém uma imagem do filme *O poderoso chefão*.



Figura 36 – Materiais em objetos da sala de investigação  
Fonte: O autor



Figura 37 - Sala de investigação  
Fonte: O autor



Figura 38 - Materiais em guichê do cassino  
Fonte: O autor

### 3.6.1 Materiais na UE4

Com os materiais dos grupos de objetos finalizados e aprovados pela equipe, realizou-se a exportação das texturas utilizando o padrão disponibilizado pelo *Substance Painter* voltado diretamente para a UE4. O processo de exportação gerou três mapas de texturas por objetos, são eles: o mapa de Base Color, Normals e Occlusion, Roughness e Metallic. Os mapas Occlusion, Roughness e Metallic estão contidos em apenas uma imagem pois cada propriedade ocupa 1 canal de RGB, o occlusion map ocupa o canal red (vermelho), roughness o canal green (verde), metallic o canal blue (azul). A imagem a seguir contém as texturas geradas para o grupo de objetos do meio da sala de investigação.

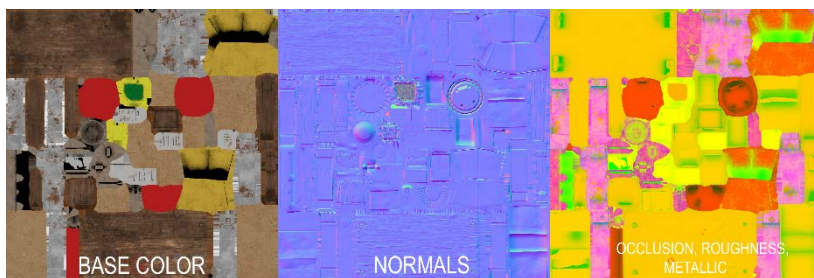


Figura 39 - Texturas de objetos da sala de investigação  
Fonte: O autor

Essas texturas foram importadas para a UE4 juntamente com os modelos 3Ds. Uma vez importadas devem ser adicionadas a um material para que assim possam ser utilizadas em um objeto 3D. A criação de matérias na UE4 utiliza uma interface baseada em nodes que possibilita a programação de forma visual dos parâmetros, a aplicação das texturas geradas através do *Substance Painter* é bem simplificada pois os mapas de texturas já contêm toda a informação necessária para o material, dessa forma a para se utilizar as texturas geradas é apenas preciso conecta-las nas propriedades correspondentes, como é possível observar na imagem 42.

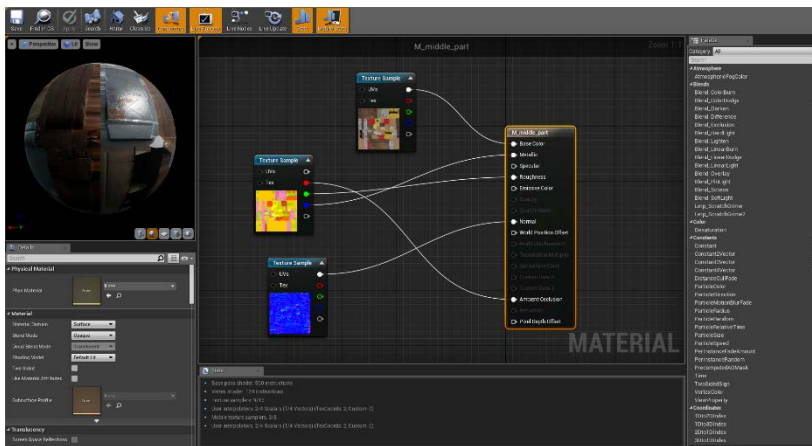


Figura 40 - Criação de material na UE4

Fonte: O autor

### 3.7 Iluminação na UE4

O processo de iluminação na UE4 é semelhante com a montagem de luz em um ambiente real. As luzes devem ser posicionadas em lugares específicos para que rebatem e iluminem os objetos da maneira desejada, para isso existem alguns tipos de iluminações possíveis dentro da engine. Os dois tipos de iluminação usados nesse projeto são, *point light* e *spot light*.

A *point light*, age de forma muito semelhante a um bulbo de luz no mundo real, emitindo luz para todas as direções da origem do bulbo. Já a *spot light*, emite luz a partir do ponto no formato de um cone. Existem 2 formatos de cone que são controlados: o cone interno e o cone externo. No cone interno a luz chega ao seu brilho total, já na diferença de distância

entre o cone interno e o externo, a intensidade da luz vai diminuindo criando uma penumbra.

Outro detalhe importante para a iluminação em jogos, principalmente para mobile e VR é em relação a mobilidade da iluminação, são elas: *static*, *stationary* e *movable*.

As luzes *statics* não podem ser modificadas durante o jogo, tornando-as assim o método mais leve para o render e também possibilitando o processo de bake da luz para gerar o *lightmap*<sup>3</sup>. *Stationary* significa que apenas os objetos estáticos da cena terão a possibilidade de fazerem parte do *lightmap* e os objetos móveis serão iluminados com uma luz dinâmica em tempo real. Já as luzes *movables* são iluminadas de forma totalmente dinâmica e em tempo real ocasionando assim maior processamento. Por motivos relacionados a performance, as iluminações utilizadas em ambos cenários são luzes *statics*.

Na UE4 existe a possibilidade de se mudar o modo de visualização para que o render na tela seja mais fiel ao do celular, por isso o modo de visualização utilizado para a cena na montagem de luz foi o *Android Preview* que utiliza a tecnologia *openGL 2* para realizar o render da cena.

A iluminação permite gerar uma atmosfera na cena, adicionando ainda mais profundidade e interação do usuário com o universo. Para que isso seja possível, o contraste entre as cores quentes e frias foram trabalhados. O cenário da sala de investigação necessita de uma atmosfera densa, pois é lá que o jogador está sendo investigado de forma violenta. Para refletir esse sentimento a iluminação da sala foi feita utilizando apenas duas luzes, mantendo no ambiente uma grande penumbra e pouca área visível.

---

<sup>3</sup> Light-map é uma textura com informações de iluminação pré processadas diretamente da cena para ajudar a reduzir os *draw calls* e aumentar o desempenho do jogo. Geralmente tem sombra, iluminação global e mapa de oclusão juntos para dar uma incrível profundidade ao meio ambiente.



Figura 41 - Sala de investigação iluminada  
Fonte: O autor

No guichê do cassino a atmosfera desejada também deve ser densa, já que no local funciona um cassino fora da lei, porém é preciso também que a sujeira e a atmosfera em relação ao perigo seja transmitida, por isso a cena é mais clara e utiliza luzes com cores quentes para comunicar uma sensação mais viva da cena.



Figura 42 - Iluminação do guichê do cassino  
Fonte: O autor

### 3.8 Efeitos de post process

A *post process* é um tipo especial de camada que pode ser adicionada em cima do render, ela permite que o artista ajuste os efeitos e a composição de forma geral, principalmente no balanceamento da cena, como por exemplo, adicionando mais contraste, saturação e vignettes. No entanto, esse processo pode acabar sobrecarregando o aparelho, já que ele é feito em tempo real.

Nos cenários propostos por esse trabalho foi utilizado apenas os controles de saturação, vignette, bloom e contraste. O vignette foi o efeito mais importante na sala de investigação pois ele possibilitou aumentar ainda mais a densidade da cena. O *bloom*, efeito que controla a quantidade de brilho e luminosidade foi reduzido. A imagem abaixo demonstra a comparação do cenário sem e com o *post process* ativo.



Figura 43 - Sala de investigação sem e com post process

Fonte: O autor

Para o guichê do cassino o *post process* foi usado com mais intensidade. O objetivo tanto deste cenário, quanto daqueles criados para ambientar os flashbacks, é que seja perceptível ao usuário que ele está vivenciando lampejos de memórias. Por esse motivo, no *post process* desse cenário o autor buscou adicionar um estilo que poderá ser reproduzido em outros. Para isso, os seguintes parâmetros foram habilitados mais precisamente: uma camada de vermelho claro, as cores do cenário foram dessaturadas, vignette e a intensidade do *bloom* foi aumentada. É possível ver a comparação do cenário sem e com *post process* na imagem abaixo:





Figura 44 - Guichê do cassino sem e com post process  
Fonte: O autor

Outro efeito explorado no cenário do guichê, com a intenção de deixar perceptível ao usuário o nível de embriaguez de açúcar do personagem, foi uma propriedade de *post process* chamada *chromatic aberration*. Essa propriedade simula o efeito físico de variação da cor no mundo real, criando uma sensação de desfoco na cena.



Figura 45 - Guichê do cassino sem e com chromatic aberration  
Fonte: O autor

As imagens a seguir demonstram os cenários finalizados e com post process ativo:





Figura 46 – Sala de investigação final  
Fonte: O autor



Figura 47 – Guichê do cassino final

Fonte: O autor

### 3.9 Aplicação no Celular

A aplicação do jogo ou empacotamento no celular aconteceu em diversos momentos da produção para testes de visualização. Esse processo é realizado automaticamente pela UE4 utilizando os kits de desenvolvimentos mais recentes para Android e consiste em agrupar todos os arquivos necessários para o jogo em um único arquivo que poderá ser instalado no celular. Quando empacotado esses arquivos se tornam inacessíveis e qualquer mudança deverá ser feita no projeto aberto dentro da UE4 e o mesmo deve ser reempacotado para Android.

O celular utilizado para os testes finais foi um Samsung Galaxy s8, esse aparelho no ano de 2017 apresenta uma das melhores performances em dispositivos móveis por esse motivo o desempenho obtido por esse foi satisfatório, pois a aplicação pôde rodar de forma suave e sem

travamentos, obtendo uma quantidade de frames por segundo (FPS) de aproximadamente 60.

Um fator importante a ser decidido no momento de empacotamento do jogo é a engine de render que será utilizada pelo aparelho móvel. A UE4 oferece 2 tipos de render compatíveis com RV em celulares, são elas: Open GL 2 e OpenGL ES 3.1. A principal diferença é que o OpenGL ES 3.1 tem maior capacidade de interpretar objetos metálicos e brilhosos, porém isso acarreta em um maior custo de processamento. A imagem a seguir demonstra comparações entre eles:



Figura 48 - Comparação entre OpenGL 2 e OpenGL ES 3.1

Fonte: O autor

Por fim, optou-se por trabalhar com OpenGL ES 3.1 já que o aparelho móvel sendo utilizado detém um bom processador e não apresentou impactos significativos na performance durante o jogo.



#### **4 Considerações finais**

Esse PCC descreveu as etapas necessária para o desenvolvimento de cenários 3D utilizados em uma aplicação de RV para mobile. Por mais que o processo tenha sido demonstrado de maneira linear muitas dessas etapas ocorrem de forma cíclica, pois erros ou ajustes são necessários ao longo da produção.

O desenvolvimento do projeto revelou ao autor a dificuldade de se aplicar os conceitos de composição 2D em cenas de RV devido à ausência de um enquadramento, por isso nenhuma estrutura de composição foi aplicada aos cenários e apenas os estágios de elemento focal e balanceamento propostos por Price (2014) foram aplicados.

A construção dos cenários propostos, seguindo etapas que foram percorridas, se mostrou viável na medida em que os mesmos procedimentos podem ser seguidos para a elaboração dos demais cenários. Uma questão que ainda resta a ser descoberta é se, com o aumento da quantidade de cenários e a introdução das animações do personagem, o jogo poderá se tornar lento em um aparelho móvel. Caso isto se confirme, haverá a necessidade de uma simplificação ainda maior dos elementos do cenário ou uma redução na quantidade dos mesmos.



Figura 49 – Apresentação dos cenários à equipe do G2E  
Fonte: G2E

A recepção da equipe do G2E foi de grande entusiasmo. A imersão proporcionada pela RV é sempre surpreendente para aqueles que tem o primeiro contato com essa tecnologia. Muitos discentes relataram ter a vontade de tocar em objetos do cenário, o que para o autor demonstrou que o nível de imersão almejado foi atingido.

Por fim o resultado atingido foi satisfatório e demonstra o potencial da RV, capaz de realmente oferecer uma experiência imersiva ao usuário.

## REFERÊNCIAS

AUTODESK MAYA . **Retopology**. 2016 . Disponível em <<https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-74867E07-5CCD-4D55-B60B-C90C3AD65DF4-htm.html>> Acesso em Outubro de 2017.

BAVOR, Clay. **(Un)foldng a virtual journey with Google Cardboard**. 2016. Disponível em <<https://blog.google/products/google-vr/unfolding-virtual-journey-cardboard/>> Acesso em Maio de 2017.

DAN, John. Oculus Rift: **O óculos que está revolucionando toda a história da tecnologia de realidade virtual**. 2011. Disponível em: <<http://onovonerd.blogspot.com.br/2013/02/oculus-rift-o-oculos-queesta.html>>. Acesso em Maio de 2017.

DESIGN COUNCIL. **The Design Process: What is the Double Diamond**. 2015. Disponível em <<http://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>> Acesso em Maio de 2017.

HAJUOANNOU, Yanni. **What Is a “Normal Map”?** 2013. Disponível em <<https://gamedevelopment.tutsplus.com/articles/gamedev-glossary-what-is-a-normal-map--gamedev-3893>> Acesso em Novembro de 2017.

HIDER, Jess. **REAL TIME RENDERING: AN OVERVIEW FOR ARTISTS**. 2017. Disponível em <<https://jesshiderue4.wordpress.com/real-time-rendering-an-overview-for-artists/>> Acesso em Novembro de 2017.

HOLMES, Steve. **Maya tutorial: Block out 3D scenes**. 2014. Disponível em <<https://www.3dartistonline.com/news/2014/11/maya-tutorial-block-out-3d-scenes/>> Acesso em Junho de 2017

OCULUS RIFT. **Health and Safety**. Disponível em <[https://static.oculus.com/documents/310-30023-01\\_Rift\\_HealthSafety\\_English.pdf](https://static.oculus.com/documents/310-30023-01_Rift_HealthSafety_English.pdf)> Acesso em Junho de 2017.

PARISI, Tony. **Learning Virtual Reality: Developing Immersive Experiences and Applications for Desktop, Web and Mobile**.

Sebastopol, Ca: OREILLY, 2015.

PEREIRA, Ivo; NOGUEIRA, Nuno. **Realidade Virtual**. 20--?. Disponível em: <<http://web.ist.utl.pt/ist170613/>>. Acesso em Maio 2017.

PIASKIEWICZ, Mateusz. **Composition in Level Design**. 2014. Disponível em <[http://www.gamasutra.com/blogs/MateuszPiaskiewicz/20140817/223513/Composition\\_in\\_Level\\_Design.php](http://www.gamasutra.com/blogs/MateuszPiaskiewicz/20140817/223513/Composition_in_Level_Design.php)> Acesso em Junho de 2017.

PRICE, Andrew. **Understanding Composition**. 2014. Disponível em <<https://www.blenderguru.com/tutorials/understanding-composition>> Acesso em Junho de 2017.

POLYCOUNT. **UV Unwrapping Best Practice Factors & Priorities**. 2011. Disponível em <<http://polycount.com/discussion/85675/uv-unwrapping-best-practice-factors-priorities>> Acesso em Novembro de 2017.

SHAFFER, Hannah. **What's the Deal with Low Poly Art?** 2015. Disponível em <<https://www.sessions.edu/notes-on-design/whats-the-deal-with-low-poly-art/>> Acesso em Outubro de 2017.

SUPER DATA RESEARCH. **Virtual Reality Market and Consumers**. Disponível em <<https://www.superdataresearch.com/market-data/virtual-reality-industry-report>> Acesso em Maio de 2017.

SOMAGAMES. **GETTING TECHNICAL: BEST PRACTICES FOR UV UNWRAPPING**. 2013. Disponível em <<http://www.somagames.com/getting-technical-best-practices-for-uv-unwrapping/>> Acesso em Novembro de 2017.

STARKEY, Daniel. **The big problem with VR no one is talking about**. 2016. Disponível em <<https://www.geek.com/tech/the-big-problem-with-vr-no-one-is-talking-about-1666515/>> Acesso em Junho de 2017.

SUPER DATA RESEARCH. **CAN'T STOP, WON'T STOP: 2016 MOBILE AND VR GAMES YEAR IN REVIEW**. 2016. Disponível em <<http://images.response.unity3d.com/Web/Unity/%7Bbfd9d8a6->



823f-4c7d-a185-b7c01a165041%7D\_Unity-2016-Mobile-and-VR-games-year-in-review.pdf> Acesso em Maio de 2017.

SUTHERLAND, Ivan E. **The Ultimate Display**. Proceedings of IFIP Congress, pp. 506-508, 1965.