

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

GABRIEL FELIPPE

**METODOLOGIA DE GERÊNCIA DE PROJETO APLICADA NO
DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO 3D UTILIZANDO O MOTOR GRÁFICO
UNREAL DEVELOPMENT KIT (UDK)**

CRICIÚMA

2015

GABRIEL FELIPPE

**METODOLOGIA DE GERÊNCIA DE PROJETO APLICADA NO
DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO 3D UTILIZANDO O MOTOR GRÁFICO
UNREAL DEVELOPMENT KIT (UDK)**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do Grau de Bacharel no curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. MSc. Paulo João Martins

CRICIÚMA

2015

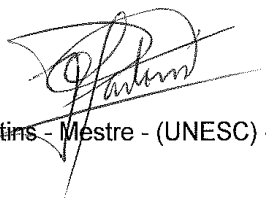
GABRIEL FELIPPE

**METODOLOGIA DE GERÊNCIA DE PROJETO APLICADA NO
DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO 3D UTILIZANDO O MOTOR GRÁFICO
UNREAL DEVELOPMENT KIT (UDK)**

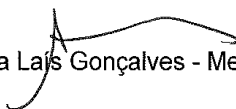
Trabalho de Conclusão de Curso
aprovado pela Banca Examinadora para
obtenção do Grau de Bacharel, no Curso
de Ciência da Computação da
Universidade do Extremo Sul
Catarinense, UNESC, com Linha de
Pesquisa em Desenvolvimento de jogos.

Criciúma, 23 de junho de 2015.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Paulo João Martins - Mestre - (UNESC) - Orientador



Prof. Leila Lais Gonçalves - Mestre - (UNESC)



Prof. Luciano Antunes - Mestre - (UNESC)

“Exige muito de ti e espera pouco dos outros. Assim, evitarás muitos aborrecimentos.”

Confúcio

RESUMO

Os jogos eletrônicos são formas de entretenimento que ao longo dos anos estão adquirindo um espaço grande na sociedade, onde a ascensão da indústria de jogos no mundo tornou esta área abrangente em muitos países, conquistando recentemente o espaço de indústria mais rentável na área de *software*. Este projeto teve como objetivo contextualizar os jogos e dar uma visão histórica e de mercado a respeito dos mesmos. Apresenta um processo de desenvolvimento de jogos e metodologias de desenvolvimento. O protótipo de jogo desenvolvido na pesquisa foi intitulado *Hero of War* e pertence ao gênero ação em uma perspectiva futurista e de tecnologia, desenvolvido através do motor gráfico livre *Unreal Development Kit* e utilizando a metodologia de gerência de projeto para o controle do desenvolvimento. Como resultado foi obtido um jogo de três dimensões disponível para computadores, este que contribuiu para a difusão de conhecimento na área de jogos e aplicação de motores gráficos no desenvolvimento de jogos independentes, estes que são capazes de proporcionar entretenimento e até mesmo agregar outras áreas de estudo e promover a educação.

Palavras-chave: Desenvolvimento de jogos. Motores Gráficos. Unreal Development Kit.

ABSTRACT

Electronic games are ways of entertainment which over the years are taking a great space in the society, where the ascension of the game industry in the world becomes a very important embracing area in a lot of countries. Conquering an important space in the software industry, becoming the most gaining area. The main goal of this project is to contextualize the games and show his historical vision and market. Present the process of game development and developers methodologies. The prototype of the game used in the research was titled Hero of War and belongs to the gender of action in a future and technological perspective, developed with the graphic engine Unreal Development Kit and using the project management methodology for the control of the development. As a result was obtained a three dimension game available for computers, this has contributed for the expansion of knowledge in the game area and the application of graphic engines in the indie game development, which are capable to provide entertainment and even more aggregate another areas of study and education promotion.

Keywords: Game Development. Graphic Engines. Unreal Development Kit.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Counter Strike: Global Offensive.....	16
Figura 2 - Fable	16
Figura 3 - FIFA 2014	17
Figura 4 - The Sims 4.....	18
Figura 5 - Diablo 3.....	18
Figura 6 - Starcraft II	19
Figura 7 - Hearthstone	20
Figura 8 - Faturamento da indústria brasileira.....	26
Figura 9 - O processo de criação do conceito de jogo	28
Figura 10 - Objeto de um jogo.....	30
Figura 11 - Ciclo da <i>game mechanics</i>	33
Figura 12 - Cena do jogo Doom	35
Figura 13 - Processo Scrum.....	41
Figura 14 - Aspectos de subsistemas	44
Figura 15 - Aspectos do jogo.....	48
Figura 16 - Warhammer 40.000: Space Marine	49
Figura 17 - Batalha.....	51
Figura 18 - <i>Builder Brush</i>	52
Figura 19 - Dimensões e CSG	52
Figura 20 - Template do ambiente	53
Figura 21 - Barreira do jogo.....	53
Figura 22 - Pontos de luzes distribuídos no cenário.....	54
Figura 23 - <i>Content Browser</i>	55
Figura 24 - Visual do mapa com objetos	56
Figura 25 - Ponto de início do jogador	57
Figura 26 - Unreal Kismet	57
Figura 27 - Ferramenta de edição de terrenos.....	58
Figura 28 - Terreno do jogo.....	59
Figura 29 - Construção do jogo	59
Figura 30 - UFE	60
Figura 31 - Menu do jogo	61
Figura 32 - Início do jogo.....	61

Figura 33 - Visão aérea do cenário	63
Figura 34 - Termos de licença da instalação.....	64
Figura 35 - Processo de instalação do jogo	64
Figura 36 - Jogo finalizado	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Mercado mundial de jogos	24
Tabela 2 – Jogos destaque <i>Unity 3D</i>	37
Tabela 3 – Jogos destaque <i>CryEngine</i>	37
Tabela 4 – Melhores jogos UDK eleitos	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
CSG	Constructive Solid Geometry
FPS	First-person shooter
GDD	Game Design Document
GUP	Game Unified Process
GWP	Game Waterfall Process
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MMO	Massively Multiplayer Online
NES	Nintendo Entertainment System
PC	Personal computer
RPG	Role-playing game
RTS	Real-time strategy
SNES	Super Nintendo Entertainment System
TV	Televisão
UDK	Unreal Development Kit
UFE	Unreal Frontend
XGD	Extreme Game Development

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO GERAL	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.3 JUSTIFICATIVA	12
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 JOGOS ELETRÔNICOS	15
2.1 CONCEITO DE JOGOS ELETRÔNICOS	15
2.2 GÊNEROS DE JOGOS ELETRÔNICOS	15
2.2.1 AÇÃO	15
2.2.2 AVENTURA	16
2.2.3 ESPORTES	17
2.2.4 SIMULAÇÃO	17
2.2.5 ROLE-PLAYING GAME	18
2.2.6 ESTRATÉGIA	19
2.2.7 CARTAS	19
2.3 HISTÓRIA DOS JOGOS	20
2.4 MERCADO DE JOGOS.....	23
2.4.1 MERCADO BRASILEIRO DE JOGOS	25
3 DESENVOLVIMENTO DE JOGOS	27
3.1 JOGOS 3D	34
3.2 MOTORES GRÁFICOS.....	35
3.2.1 UNITY 3D	37
3.2.2 CRYENGINE	37
3.2.3 UNREAL DEVELOPMENT KIT	38
3.3 GAME DESIGN DOCUMENT (GDD)	38
3.4 METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS	39
3.4.1 GAME WATERFALL PROCESS	39
3.4.2 EXTREME GAME DEVELOPMENT	39
3.4.3 GAME UNIFIED PROCESS	40
3.4.4 SCRUM	40
3.4.5 GERÊNCIA DE PROJETO	41
4 TRABALHOS CORRELATOS	43

4.1 DESENVOLVIMENTO DE JOGOS 3D: CONCEPÇÃO, DESIGN E PROGRAMAÇÃO.....	43
4.2 CRABGE – UMA ARQUITETURA PARA MOTORES GRÁFICOS FLEXÍVEIS, EXPANSÍVEIS E PORTÁVEIS.....	44
4.3 DESENVOLVIMENTO DE JOGOS 3D EM JAVA COM A UTILIZAÇÃO DO MOTOR GRÁFICO IRRLICHT	45
4.4 USO DE FERRAMENTAS NO DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS PARA MÚLTIPLAS PLATAFORMAS EM C++	45
5 HERO OF WAR	47
5.1 PROTOTIPAÇÃO DO JOGO	47
5.1.1 DEFINIÇÕES DO JOGO.....	47
5.1.2 METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO	48
5.1.3 CONCEITUAÇÃO DO JOGO	49
5.1.4 CRIAÇÃO DO CENÁRIO E ILUMINAÇÃO.....	51
5.1.5 PERSONAGEM E INIMIGOS.....	56
5.1.6 TERRENOS	57
5.1.7 PROTÓTIPO	59
5.1.8 GAME DESIGN DOCUMENT	62
5.2 RESULTADOS OBTIDOS.....	63
6 CONCLUSÃO	66
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICE A – ARTIGO	72

1 INTRODUÇÃO

Com a ascensão da indústria de jogos no mundo, onde o mercado é muito abrangente e está em constante expansão, considerando a pesquisa feita pela Newzoo (2013) onde houve um crescimento de 6% em relação ao ano anterior (2012) e essa projeção deve se manter para os anos seguintes, além disso, o número de jogadores no mundo deve superar a marca de 1,2 bilhões nos próximos anos e o Brasil é um país com um número expressivo.

No Brasil o número de jogadores ativos é elevado, segundo a Newzoo (2011), a população nacional de jogadores atinge a marca de 35 milhões e a indústria movimenta bilhões, porém, apesar de o Brasil ser um mercado em potencial na área de jogos, o desenvolvimento nacional, baseado na pesquisa da ABragames (2008) é de apenas 1,8% em relação à produção mundial de jogos e o número de profissionais capacitados é de 560, distribuídos em apenas 42 empresas.

Embora a parte de desenvolvimento de jogos eletrônicos seja complexa, pois sua produção envolve várias atividades, no quesito técnico, engloba ainda a aplicação do conhecimento de várias áreas de estudo, como linguagens de programação, sistemas operacionais, computação gráfica, engenharia de *software* e inteligência artificial (BITTENCOURT, 2004).

O desenvolvimento que inclui diversos processos como: iniciar uma ideia, onde é necessário ter algo em mente para que se inicie a parte de elaboração, onde ela será melhorada e sua implementação considerada para que seja possível a criação de objetos, estes que são os elementos visuais dos jogos, posteriormente a linha de história, que é um passo muito importante para que o jogo se torne envolvente para o jogador, os elementos de *gameplay* que definem o modo de interação entre o jogador e o jogo e por fim as *game mechanics* que estabelecem as regras do jogo, como ele irá operar e os desafios que o mesmo irá oferecer.

No que diz respeito à utilização de motores gráficos para o desenvolvimento de jogos, que hoje é muito mais frequente, esse componente de *software* é originalmente projetado para dar suporte à programação de jogos, pois ele é capaz de encapsular as funcionalidades de vários subsistemas que gerenciam o ambiente virtual sob diversos aspectos (MAIA, 2005).

Considerando toda a complexidade de desenvolvimento, a pesquisa se atém em empregar a prática por meio do motor gráfico escolhido *Unreal*

Development Kit (UDK) que é livre para fins não comerciais, especificamente teste, estudo e possui uma extensa documentação para desenvolvedores, esta ferramenta foi aplicada na demonstração do processo de desenvolvimento de jogos e na construção de um protótipo que foi documentado por meio do *game design document*.

1.1 OBJETIVO GERAL

Aplicar a metodologia de gerência de projeto no desenvolvimento de um protótipo de jogo 3D utilizando o motor gráfico *Unreal Development Kit*.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa consistem em:

- a) aplicar os conceitos de jogos;
- b) descrever os processos de desenvolvimento de jogos 3D;
- c) expor as capacidades e funcionalidades dos motores gráficos;
- d) desenvolver um protótipo de jogo 3D através do motor gráfico *Unreal Development Kit*;
- e) descrever o Game Design Document (GDD).

1.3 JUSTIFICATIVA

A indústria dos jogos, recentemente se tornou uma das mais rentáveis na área de *software*. Mais especificamente, nos últimos anos essa indústria foi considerada como potencial para produzir mais que a própria indústria de cinema e sua taxa de desenvolvimento tem um dos maiores crescimentos na economia dos Estados Unidos da América, que hoje é a maior do mundo (SHULTZ, 2004, tradução nossa).

Considerando isto, o desenvolvimento de jogos e os métodos usados que são capazes de facilitar o mesmo e deixarem-no mais eficientes constituem em um campo muito importante de pesquisa (BJORK, 2003, tradução nossa).

De acordo com Noh (2006, tradução nossa), o potencial dos motores gráficos em uso no desenvolvimento de jogos está reconhecido há anos.

Por ser um motor gráfico muito popular, o *Unreal Development Kit* se destaca no mercado de jogos, este que esteve presente no desenvolvimento de muitos jogos de sucesso, como *Unreal Tournament Series*, *Bioshock*, *Devil May Cry* e diversos outros e por ser uma ferramenta muito versátil e propor a capacidade de desenvolvimento para várias plataformas, ela foi escolhida para o desenvolvimento do protótipo.

Sendo assim, esta pesquisa se estabeleceu na busca por conhecimento na área de desenvolvimento de jogos, visto que é uma área de conhecimento e expansão e que pode também aumentar para campos de pesquisa, além disso, os motores gráficos oferecem uma larga escala de estudo para simulação e testes de jogos e são capazes de outorgar uma importante área científica de estudo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta pesquisa é composta por seis capítulos, sendo o primeiro a introdução do trabalho, onde é apresentada uma breve visão dos aspectos gerais da pesquisa, seus objetivos gerais e específicos e a justificativa do desenvolvimento do trabalho, escolha do motor gráfico e suas funcionalidades.

No segundo capítulo são apresentados: o conceito de jogos eletrônicos, seus principais gêneros no mercado atual e um histórico completo, desde os primórdios até o que há hoje. Também foi abordado a respeito do mercado de jogos no mundo e especificamente o mercado brasileiro.

O terceiro capítulo trata o desenvolvimento de jogos, aspectos mais importantes, padrões de desenvolvimento, técnicas e suas diversas áreas de estudo. Este capítulo também aborda os motores gráficos de uma forma global, bem como especificamente da *Unity3D*, *CryEngine* e *Unreal Development Kit*, onde são colocadas suas principais características e também são destacados os jogos mais famosos que foram desenvolvidos recentemente em cada um desses motores gráficos. Por fim são mostradas diversas metodologias de desenvolvimento de jogos e o *Game Design Document* (GDD), este que é um documento muito importante para desenvolvedores e usuários.

Os trabalhos correlatos compõem o quarto capítulo da pesquisa, onde quatro trabalhos que possuem uma similaridade com esta pesquisa são descritos para ampliar a visão da área abordada.

As etapas do trabalho desenvolvido que incluem diversos aspectos do GDD são descritas no capítulo cinco, bem como a metodologia e os resultados obtidos.

Por fim, no capítulo 6 tem-se com a conclusão do trabalho de pesquisa e a proposta de trabalhos futuros.

2 JOGOS ELETRÔNICOS

Os jogos eletrônicos são formas de entretenimento que ao longo dos anos estão adquirindo um espaço muito grande na sociedade, com o passar dos anos estes se tornaram uma nova forma de empreendimento, passando a apresentar diversos padrões (CANELLA, 2011).

2.1 CONCEITO DE JOGOS ELETRÔNICOS

É um dos significados de interação social em muitas culturas de seres humanos. Jogos eletrônicos são uma nova face desse antigo método de interação social (WILEY, 2011, tradução nossa).

2.2 GÊNEROS DE JOGOS ELETRÔNICOS

Os jogos são classificados em vários gêneros baseado no tipo de interação do jogador com o jogo, que é chamado de *gameplay*. A palavra gênero se refere a uma particular classe ou tipo de parada artística, por exemplo, cinema possui diferentes gêneros, como ação, comédia, romance e outros. Similarmente os jogos são categorizados em diferentes gêneros também (WILEY, 2011, tradução nossa). Serão abordados na pesquisa alguns dos mais populares gêneros de jogos do mercado.

2.2.1 AÇÃO

São jogos em tempo real ao quais os jogadores precisam reagir rapidamente a situações de perigo que surgem no campo de visão do mesmo, normalmente essa categoria engloba os jogos de *first-person shooter* (conhecidos como FPS). Temos como exemplo de jogos desse gênero: *Counter-Strike*, *Call of Duty*, *Battlefield* e diversos outros (MALLMANN, 2012).

A figura 1 demonstra o jogo Counter Strike, um dos jogos de ação mais populares no mundo.

Figura 1 - Counter Strike: Global Offensive



Fonte: Counter Strike (2015)

2.2.2 AVENTURA

Nos de gênero aventura, não envolvem desafios espontâneos ou ação, preferencialmente o jogador resolve diferentes quebra cabeças interagindo com personagens do ambiente do jogo, um bom exemplo é a série *Fable*.

Na figura 2 é representado o jogo de aventura *Fable*.

Figura 2 - Fable



Fonte: Lionhead (2015)

2.2.3 ESPORTES

Jogos baseados em esportes são aqueles que simulam os esportes tradicionais, como futebol, basquete, sinuca e outros. Normalmente permitem ao jogador participar de uma competição, atuando como um jogador de um time ou gerenciando o mesmo como se fosse um treinador, nesse gênero, as regras e estratégias do jogo são sempre seguidas com rigor. *Winning Eleven* e *FIFA* são jogos muito populares desse gênero (MALMANN, 2012). Na figura 3 é possível observar o gráfico de *FIFA 2014*.

Figura 3 - *FIFA 2014*



Fonte: Gamershell (2014)

2.2.4 SIMULAÇÃO

É um jogo que emula uma atividade real ou fictícia. Esse gênero traz ao jogador com análises realistas do objeto envolvido no jogo. Por exemplo, em um simulador de voo ou veículo, o jogador é capaz de voar com um avião ou andar com um veículo da maneira mais real possível. Alguns jogos muito conhecidos desse gênero: *Sim City* e *Combat Flight Simulator* (WILEY, 2011, tradução nossa).

Na ilustração 4 tem-se o The Sims, jogo famoso por ser um simulador da vida.

Figura 4 - The Sims 4



Fonte: Techtudo (2014)

2.2.5 ROLE-PLAYING GAME

O *role-playing game*, também conhecido somente por RPG, faz com que o jogador assuma o papel de um ou mais personagens em uma linha de história pré-determinada. Cada personagem possui específicas habilidades e perícias, ele é capaz de explorar e completar aventuras para acessar localizações únicas como cavernas, masmorras e castelos. O gênero conta com jogos como: *Final Fantasy*, *Diablo* e diversos outros. Na ilustração 5 está representado o novo *Diablo 3*, RPG de aventura.

Figura 5 - Diablo 3



Fonte: Diablo 3 (2013)

2.2.6 ESTRATÉGIA

Nos jogos de estratégia o jogador deve normalmente gerenciar um conjunto limitado de recursos para que ele possa alcançar um determinado objetivo. O objetivo está associado às unidades que o jogador irá produzir para auxiliá-lo no desenvolvimento e os recursos que devem ser extraídos, bem como será feita sua expansão para que a conquista do objetivo seja concretizada. Eles são divididos em dois tipos, estratégia em turno e estratégia em tempo real, conhecido também como *Real-Time Strategy* (RTS). No primeiro o jogador leva o tempo que quiser para fazer uma jogada e um bom exemplo é o *Heroes of Might and Magic*. No segundo o jogo acontece em tempo real e ele requer muita velocidade na tomada de decisão do jogador, Starcraft é um grande exemplo desse tipo de estratégia, este que é apresentado na figura 6 (MALLMANN, 2012).

Figura 6 - Starcraft II



Fonte: Starcraft 2 (2013)

2.2.7 CARTAS

Esse gênero de jogo usa cartas virtuais como dispositivo principal para o jogo. Certos jogos de cartas usam baralhos tradicionais e aplicam regras de padronização, considerando que jogos tradicionais de cartas possuem suas regras variando de regiões e cultura. Tem como exemplo o jogo de Paciência e outros jogos

mais complexos como *Hearthstone* e *Magic: The Gathering*. A ilustração 7 apresenta um duelo de *Hearthstone*.

Figura 7 – *Hearthstone*



Fonte: do Autor (2015)

2.3 HISTÓRIA DOS JOGOS

A história dos jogos eletrônicos se inicia com duas pessoas muito importantes, segundo Rabin (2009), William Higinbotham foi a primeira pessoa creditada a desenvolver e implementar um vídeo game, enquanto Steve Russell foi o primeiro a criar um jogo eletrônico que impulsionou a atual indústria multibilionária que temos em nossa sociedade.

De acordo com Donovan (2010, tradução nossa), Higinbotham trabalhou inicialmente no projeto Manhattan, construindo interruptores de tempo para bombas atômicas explodirem no momento correto, porém ele, como muitos cientistas que trabalharam no projeto das bombas, acabou adquirindo sentimentos que o afastaram do projeto e logo após a segunda guerra mundial ele ingressou como um dos mais importantes membros do *Brookhaven National Laboratory*, um laboratório do governo dos Estados Unidos da América, localizado em *Long Island, New York*.

Foi então que ele teve a ideia para uma atividade de diversão e exposição interativa: um jogo de tênis que é jogado numa tela de um osciloscópio que ele mesmo construiu, usando um circuito de transistores com a ajuda do engenheiro Robert Dvorak. O jogo ficou conhecido como *Tennis for Two*, recriado numa visão de

lado de uma quadra de tênis com uma rede no meio e linhas fantasmas que representavam as raquetes dos jogadores, foram criados controles caixas que faziam com que os jogadores pudessem movimentar suas raquetes usando um visualizador e assim acertar a bola pressionando um botão (DONOVAN, 2010, tradução nossa).

Em 1961 os computadores eram escassos, mas eles podiam ser encontrados em escolas de prestígio, como por exemplo, o Massachusetts Institute of Technology (MIT). Steve Russell foi um estudante no MIT, e num progresso de seis meses e intensas 200 horas, ele criou um jogo de dois jogadores que se chamou *Spacewar*, em um computador DEC PDP-1. O objetivo do jogo era de cada jogador controlar uma aeronave e tentar destruir a nave dos outros jogadores com torpedos. Usando quatro interruptores separadamente, cada jogador podia girar no sentido horário ou anti-horário, impulsionar ou atirar torpedo (RABIN, 2009, tradução nossa).

Segundo Shah (2005, tradução nossa), no período final de 1960, Ralph Baer finalizou sua busca no desenvolvimento de um jogo, nesse tempo, ele criou com sucesso um jogo interativo que podia ser jogado numa tela de televisão, em 1968 o jogo de Baer foi patenteado.

Foram dois eventos em 1970 que impulsionaram a indústria de vídeo game na América. Em 1971 o primeiro jogo *arcade* fora lançado. Enquanto o jogo foi considerado difícil de jogar, uma semente havia sido plantada para um público. Em 1972 Magnavox começou a produzir o Odyssey, que seria a primeira televisão de casa com sistema de jogo. O sistema era acompanhado de diversos cartuchos de jogos. Contudo, o mais importante, Pong foi lançado em 1972, e este foi um grande sucesso. No ano de 1977 a Atari lançou o seu sistema de vídeo computador (conhecido como The 2600) e teve grandes resultados. Finalmente no ano de 1978 a Nintendo entrou na indústria lançando muitos jogos *arcades* e assim nasceu a era dos consoles (SHAH, 2005, tradução nossa).

No final dos anos 70, a popularidade dos jogos eletrônicos crescia em significativa escala e dois lançamentos ajudam neste sentido, pondo frente a frente a empresa norte-americana Atari, com o jogo *Football*, e a japonesa Taito, com *Space Invaders*, importado pela Midway Games, o qual viria a se tornar um clássico. Ambos os títulos foram produzidos para o formato *arcade* e se tornam recordistas de vendas, com mais ênfase para o *Space Invaders*. A disputa entre as duas empresas

alimentava ainda mais a expectativa da indústria de jogos eletrônicos aos Estados Unidos da América, enquanto o mercado consumidor crescia. A empresa Namco lançou, então, o jogo *Gee Bee* que consistia na transposição das máquinas mecânicas de fliperama (*Pinball*) para o sistema digital de jogos. Apesar de este jogo ter tido vida curta, a Namco se estabeleceu no mercado norte-americano como uma das grandes referências na indústria dos jogos eletrônicos (ARANHA, 2004).

De acordo com Clua e Bittencourt (2006), em 1980 é lançado Namco *Pac-Man*. Grande fenômeno de popularidade, o jogo que inicialmente visava o público feminino tomou a mídia de assalto e provocou uma crise inflacionária no Japão. Ainda em 1980, Stern *Berzerk* foi o primeiro jogo a usar com qualidade a sintetização de voz, outro jogo criado, *Williams Defender*, praticamente por apenas uma pessoa, Eugene Jarvis, um jogo que amplia o sentido de jogabilidade com vários controles, física realista e um sentido perceptivo original.

Em 1983, um grande acontecimento ocorreu na indústria de vídeo *games* que teve sérias repercussões neste mercado iniciante. Foram vários fatores que levaram à quebra: economia pobre, ciclos naturais de mercado e percepção do consumidor de que vídeo *game* era apenas mania. Dois dos grandes fatores que levaram a essa quebra foi a função do Atari e do 2600, e da introdução de computadores de baixo custo no mercado (RABIN, 2009, tradução nossa).

Ainda segundo Rabin (2009, tradução nossa), a empresa japonesa Nintendo ajudou a modelar a indústria de vídeo *games* e a retirou da crise de 1983, e continuou sendo uma força inovadora. Foi no ano de 1983, com o jogo *Mario Brothers* que seria introduzido um personagem muito famoso nos vídeos *games*, o Mario, já no ano de 1985 o jogo *Super Mario Brothers*, que primeiramente apareceu nos *arcades* e posteriormente no Nintendo *Entertainment System* (NES), que é reconhecido como um dos mais vendidos jogos de todos os tempos, vendendo aproximadamente 40 milhões de cópias na América do norte.

No ano de 1989 a Nintendo criou um novo segmento de mercado e lançou um sistema de vídeo *game* portátil chamado de *Game Boy*, entretanto, aproximadamente em 1990 a Nintendo começou a enfrentar um novo competidor, a Sega, que lançou o sistema Genesis de 16-bit, este que esteve presente no mercado por cinco anos até a Sega lançar em 1994 o 32x, que é um adaptador colocado no Genesis que é capaz de rodar jogos de cartucho de 32-bit (SHAH, 2005, tradução nossa).

Também no ano de 1994 a empresa Sony entra no mercado dos jogos eletrônicos com o lançamento do *PlayStation*, inicialmente proposto como um upgrade do SNES, a Sony resolveu ela mesma produzir o aparelho que celebrou o ápice da revolução multimídia para os consoles (CLUA; BITTENCOURT, 2006).

O Nintendo 64 é lançado em 1996 como uma rápida incursão da Nintendo garantida pela franquia Pokémon e por jogos de esporte. Acabou não conquistando o grande público com gráficos refinados, porém de texturas repetitivas em cartuchos muito caros, além de perder a originalidade: revisitações constantes a sucessos de seus títulos antecessores (CLUA; BITTENCOURT, 2006).

A sexta geração de consoles nasce em 1998, segundo Souza e Rocha (2005), a Sega lançou o *DreamCast*, esse console foi o primeiro a vir com um modem embutido para o acesso à Internet, permitindo, assim, jogos *online*, como o *Phantasy Star Online*, cujo gênero era RPG.

Nessa mesma geração foi lançado o *PlayStation 2* de 128-bit no ano de 2000 e o Microsoft Xbox em 2001, estes que trouxeram o mercado de vídeo *games* para o atual estado. Segundo Shah (2005, tradução nossa), o PlayStation 2 foi reconhecido muito cedo e com muita euforia e teve uma forte demanda.

A sétima geração de consoles foi marcada pelo Wii da Nintendo, *PlayStation 3* da Sony e o Xbox 360 da Microsoft, este último que, segundo Rabin (2009, tradução nossa) foi lançado no ano de 2005, um ano antes do Wii e do *PlayStation 3*, o objetivo da Microsoft era começar no topo dessa nova geração, onde tiveram um sucesso parcial, superando facilmente o *PlayStation 3* em vendas, este que era um forte competidor no mercado, porém ficando para trás contra o Wii da Nintendo, apesar disso, a Microsoft continuou a investir e expandir seus serviços, como os serviços da Xbox *Live*, promovendo serviços online para a geração atual, oferecendo partidas de jogos *online*, jogos para download, filmes, seriados de televisão e até mesmo serviços de Netflix, um serviço de televisão(TV) por Internet.

2.4 MERCADO DE JOGOS

A indústria de jogos digitais tem sua importância relacionada não somente à sua capacidade de geração de emprego e renda, mas também pela vocação de promover a inovação tecnológica que transborda para os mais diferentes setores da economia, arquitetura e construção civil, publicidade e propaganda, as áreas de

saúde, educação e defesa, treinamento e capacitação, entre outros (GEDIGAMES, 2014).

Segundo a Gedigames (2014), um motivo muito importante para o crescimento atual no consumo dos jogos digitais é que eles não são mais apenas consumidos por jovens do sexo masculino, agora também crianças, mulheres e idosos fazem parte dos consumidores, considera-se também que o uso dessa tecnologia ultrapassou também o entretenimento, podendo ser incorporada em atividades de educação, pesquisas científicas, treinamentos e vários outros aspectos do cotidiano.

De acordo com Marchand e Hennig-Thurau (2013, tradução nossa), nos últimos 20 anos a indústria de jogos eletrônicos se estabeleceu como um contribuidor significativo para o mercado global de entretenimento. Comparado com indústrias mais estabelecidas e antigas, como a de filmes e música, pesquisas de mercado mostram que há um processo que cria valor para as companhias e consumidores no contexto de jogos eletrônicos, que atualmente estão disponíveis em muitos mecanismos (como consoles, portáteis, dispositivos móveis) e por múltiplos canais (individual e *online*).

Ainda de acordo com Marchand e Hennig-Thurau (2013, tradução nossa), a indústria é caracterizada não somente como crescente, mas com bastante inovação e dinâmica, os consoles atualmente se encontram em *networks* interativas e em dispositivos móveis, incluindo *smartphones* e *tablets*. Além disso, jogadores podem conseguir dinheiro atualmente com *e-sports* (esportes eletrônicos), movidos por multidões e até mesmo em TV ao vivo.

A tabela 1 ilustra a situação financeira do mercado mundial de jogos no ano de 2012 e com uma projeção para 2016, sendo ela subdividida em todos os segmentos atuais onde existe aplicação de jogos eletrônicos e desenvolvimento e sua respectiva parte abrangente no mercado.

Tabela 1 – Mercado mundial de jogos

Ano	Todos os segmentos	MMO's	PC e MAC	Tablet	Smartphone	Portáteis	TV e Console	Social e Casual
2012	\$66.3 Bn	19.8%	9.8%	3.2%	10.6%	9.8%	36.7%	10.2%
2013	\$70.4 Bn	21.2%	8.6%	5.3%	12.1%	7.3%	36.1%	9.4%
2014	\$75.2 Bn	21.9%	7.5%	7.5%	13.6%	6.1%	34.8%	8.6%
2015	\$80.5 Bn	22.3%	6.6%	9.6%	15.0%	5.1%	33.5%	7.9%
2016	\$86.1 Bn	22.7%	5.8%	11.6%	16.2%	3.9%	32.4%	7.3%

Fonte: Adaptado de Newzoo (2013).

Ainda segundo a Newzoo (2013, tradução nossa), podemos observar a representatividade de cada região do mundo no mercado de jogos, onde:

- a) **América latina:** 4% com 3.0 Bn (116 milhões de jogadores);
- b) **América do norte:** 32% com 22.8 Bn (192 milhões de jogadores);
- c) **Ásia e pacífico:** 36% 25.1 Bn (477 milhões de jogadores);
- d) **Europa e África:** 28% 19.5 Bn (446 milhões de jogadores).

É importante considerar que a China é o país líder em número de jogadores, com aproximadamente 180 milhões de jogadores e segmento líder de mercado é o de consoles, seguido por MMO (jogos *online* massivos), dispositivos móveis, e casual/social (NEWZOO, 2013).

2.4.1 MERCADO BRASILEIRO DE JOGOS

Segundo a pesquisa da Gedigames (2014), a participação dos produtores nacionais no mercado brasileiro de jogos varia conforme o segmento. Os *advergames* e os *serious games*, assim como as simulações feitas sob encomenda, são geralmente contratados localmente, embora sejam importantes para o desenvolvimento da indústria e sobrevivência de muitos estúdios, o desafio de conseguir ganhar escala e rentabilidade é muito alto, com uma relação de risco e retorno agressiva, o mercado de entretenimento oferece para os líderes alta rentabilidade, porém existe a percepção que o mercado brasileiro de entretenimento desvaloriza as produções nacionais, pois tende a comparar as pequenas produções brasileiras (com orçamento de dezenas de milhares de reais) com os jogos de alto nível (com orçamento de milhões de dólares), e as julga de baixa qualidade, além disso, como os *designers* brasileiros focam o mercado internacional, muitas produções são feitas em língua inglesa, o que causa frustração e imagem negativa da produção nacional, embora a escolha da língua seja uma imposição de mercado. Apesar de tudo, existem vários estúdios com títulos de nicho com sucesso internacional e nacional.

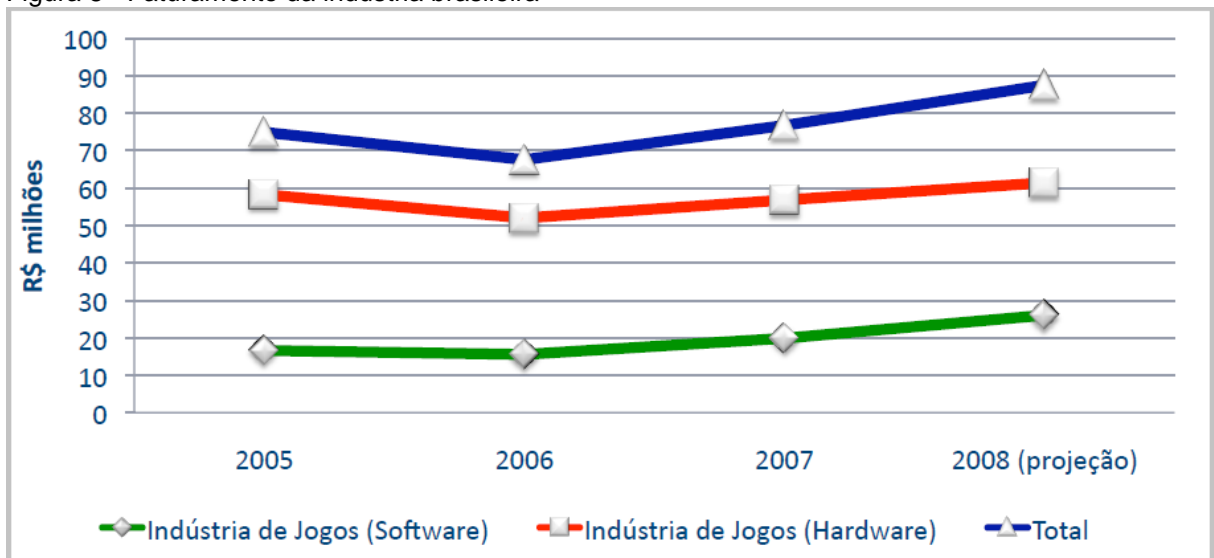
Segundo uma pesquisa feita pela ABragames (2004), há uma desestruturação do mercado interno brasileiro de jogos para computador pessoal (incluindo desenvolvimento, publicação, distribuição) que movimenta cerca de 70 milhões de dólares, o que representa menos de 10% do seu verdadeiro potencial.

A última pesquisa divulgada pela ABragames (2008) revela que 560

profissionais altamente capacitados são empregados por 42 empresas que produzem software para jogos eletrônicos no Brasil, sendo 43% da produção nacional destinada à exportação, onde o salário bruto médio no setor é de R\$ 2.227,71 e os perfis profissionais mais comuns são de artistas gráficos e programadores.

A figura 8 ilustra o faturamento da indústria brasileira de jogos eletrônicos com uma projeção para 2008.

Figura 8 - Faturamento da indústria brasileira



Fonte: Abragames (2008).

No próximo capítulo será apresentado o desenvolvimento de jogos e suas principais práticas, bem como os jogos 3D, os motores gráficos mais utilizados no mercado e as metodologias de desenvolvimento mais utilizadas.

3 DESENVOLVIMENTO DE JOGOS

O desenvolvimento de jogos é um processo de: imaginar um jogo, definir a forma com que ele irá funcionar, descrever elementos que compõe um jogo (conceito, funções, artística e outros), transmitir informação sobre o jogo para o time que irá desenvolvê-lo.

O trabalho de um desenvolvedor de jogos, que muitas vezes é chamado de *game designer* inclui todas as tarefas citadas acima, e uma importante tarefa sua é transformar regras gerais do jogo em um modelo simbólico e matemático que possa implementar um algoritmo, esse modelo é conhecido como *core mechanics* do jogo (ADAMS, 2009, tradução nossa).

O *core mechanics* é o coração de qualquer jogo, pois ele gera o *gameplay*, ele define os desafios que o jogo pode oferecer e ações que o jogador pode ter para vencer esses desafios, elas também determinam o efeito do jogador sobre o mundo no jogo.

O conceito de jogo significa o modelo concreto das ideias, esse processo envolve a criação de missões, linhas de história, *gameplay*, e as *core mechanics*. Iniciar uma ideia é apenas o começo do processo criativo, listar as ideias, selecionar as melhores, definir as regras do jogo, finalização do personagem e muitas outras atividades que trazem o produto final.

O conceito de jogo é a elaboração da ideia do mesmo, que inclui brevemente as seguintes especificações:

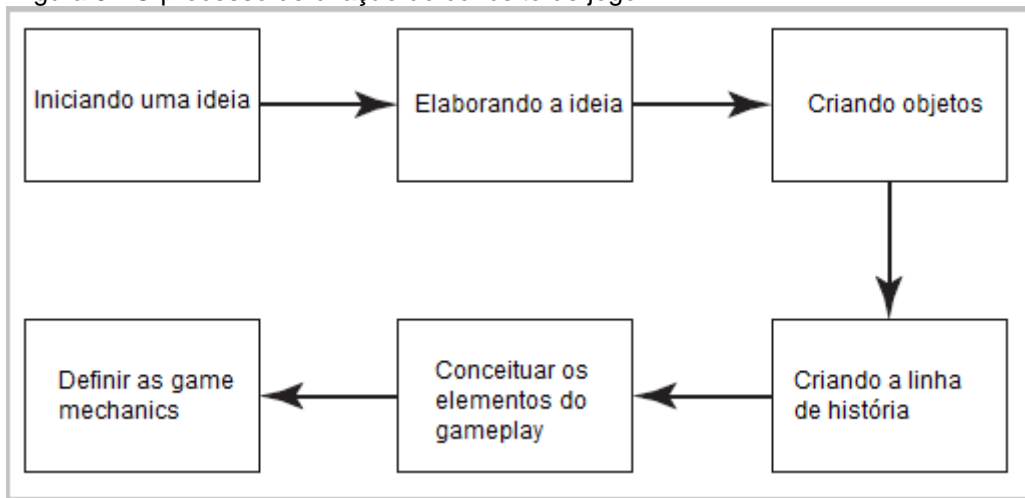
- a) o objetivo final do jogo ou a missão principal;
- b) o enredo ou a linha de história;
- c) vários elementos interativos e não interativos do jogo e do *gameplay*;
- d) o fluxo do jogo ou *game mechanics*.

Para que se possa entender como o conceito funciona, é necessário considerar a necessidade de criar um personagem, nesse caso, por exemplo, o *joker*, que será um dos elementos interativos do jogo. Antes de criar esse personagem, é necessário conceituá-lo, ele é normalmente associado com características como: engraçado, colorido, sociável e brincalhão e outros aspectos de diversão e bondade, entretanto, se for colocar a ideia de um ser malvado, pode-se colocá-lo com conceitos parecidos do bom, mas com um visual diferente e uma forma de agir também, eventualmente pode-se chegar a um *joker* parecido com o do

Batman (WILEY, 2011, tradução nossa).

A figura 9 ilustra o processo de criação do conceito de um jogo:

Figura 9 - O processo de criação do conceito de jogo



Fonte: Adaptado de Wiley (2011).

O propósito de escrever o objetivo é para esclarecer a ideia do jogo para o time de produção, enquanto escrevem-se os objetivos, deve-se também focar na ideia de elementos formais, que estão por baixo do sistema de mecânicas do jogo, um sistema de objetivos deve responder três perguntas básicas:

- a) Qual o objetivo do jogo?
- b) Quais os desafios que o jogo apresenta para o jogador?
- c) Como o jogador vai alcançar o seu objetivo?

Por fim, um objetivo bem definido é a referência para testar todas as ideias que foram consideradas para o jogo. A versão final do jogo não deve ter elementos que vão contra o objetivo principal (WILEY, 2011, tradução nossa).

Outro fator importante é a linha de história do jogo, que é o enredo oculto que define o fluxo do jogo do começo ao fim, uma boa linha de história é o ingrediente primário para criar um jogo fascinante, pois assim como filmes, jogos também contam uma história, estas que circulam em volta de interesses humanos, como: amor, família, ameaças, aventuras, suspense e morte, similar a todas as histórias, a narrativa do jogo ou linha de história é a expressão da imaginação do ser humano.

Alguns exemplos de linhas de história de jogos famosos:

- a) **Counter-Strike:** diferentes esquadrões antiterroristas lutam para resgatar reféns vivos das mãos de diferentes organizações terroristas;

- b) **Super Mario Bros:** o jogador controla Mario ou Luigi, personagens do jogo. O jogador caminha, corre e pula, enquanto deve evitar armadilhas, obstáculos e coletar tesouros para que possa salvar a princesa do vilão Koopa;
- c) **Diablo:** jogadores lutam contra monstros, buscam tesouros, exploram cavernas com o objetivo de se tornar mais poderoso para derrotar o grande mal.

Escrever uma linha de história é um processo complexo. Deve-se escrever a história bem localizada e com objetivos bem definidos, através da história deve-se criar um mundo que seja creditado como um mundo real em que o personagem vive, um mundo bem creditado faz o jogador esquecer que ele ou ela está jogando um jogo e melhora bastante a experiência de jogo (WILEY, 2011, tradução nossa).

A fase de conceituar o *gameplay*, segundo Wiley (2011, tradução nossa) descreve vários elementos onde o jogador interage com o jogo, isso inclui o visual temático e as *cinematics*, objetos e personagens do jogo, a interface de usuário e o tema de áudio.

O *gameplay* consiste nos elementos visuais que ajudem o jogador a manter a sua crença no jogo, os personagens e objetivos, resultando numa experiência mais imersiva, e ele é bastante influenciado pelo *game setting* e pela linha de história do jogo.

O *game setting* é o termo usado para se referir aos processos que o jogador usa para alterar ou personalizar o jogo, exemplo inclui colocar o nome de um personagem, adicionar informações para ele, alguns jogos deixam o jogador alterar até a física do personagem e suas roupas.

Portanto, conceituar um jogo, é importante pontuar os seguintes elementos de *gameplay*:

- a) **visual temático:** este que ajuda a localizar a fase do jogo, a criação do visual temático envolve decidir um fundo comum, cores e efeitos para todos os elementos visuais do jogo, para que se possa se sentir sempre no mesmo jogo;
- b) **cinematic:** a *cinematic* é um elemento que faz parte do visual temático, elas são cenas de corte que se referem a uma sessão do jogo onde o player não tem controle, sendo assim, são sequencias não interativas

dele e elas são alinhadas com o visual temático do jogo e tem como objetivo fazerem a história do mesmo se manter em progresso, introduzir personagens e trazer informações ao jogador.

- c) **objetos:** São os elementos visuais de um jogo que completam a cena dentro dele e faz com que ele pareça mais real, por exemplo, um jogo de corrida de carros, todos os elementos que constituem o local de abastecimento onde o carro para são objetos, outro exemplo é que o player pode interagir com alguns objetos e outros não. É importante considerar que no estágio de conceito, o designer identificará os objetos para cada cena no jogo e passará isso para o artista conceitual, que vai trabalhar esses objetos mantendo o visual temático em mente. A figura 10 ilustra o exemplo de um objeto.

Figura 10 - Objeto de um jogo



Fonte: Adaptado de Wiley (2011).

- d) **personagens:** Na maioria dos jogos hoje, o personagem representa o jogador e é muito importante conceituar o personagem de maneira mais realista possível para que o jogador possa reconhecer ele mesmo dentro do personagem. Algumas perguntas ajudam a modelar a personalidade do personagem: “Como será o psicológico do personagem?”, “O que o personagem come?”, “Onde o personagem vive?”, “Como é a rotina do personagem?”, “Como ele se comporta quando está nervoso ou surpreso?”, “Como ele se sente sobre a

situação do jogo?”, “Quem é o personagem: um vilão, herói, conselheiro?”.

- e) **interface de usuário:** É um termo coletivo que refere aos elementos da tela que o jogador interage com o jogo. A *interface* de usuário ajuda o jogador a acessar a informação sobre o mundo do jogo e o *status* do personagem, os elementos incluídos dela são: menus, componentes, texto, ícones, *layout* e cores. Uma interface de usuário com um bom *design* faz o jogo ser mais simples de ser jogado, onde o jogador pode lidar mais fácil com as situações e responder de acordo, já uma mal construída traz muitas dificuldades para o jogador identificar o que deve ser feito, os recursos disponíveis, trazendo frustração para o jogador e arruinando o jogo.

As principais características de uma *interface* de usuário bem desenhada são (WILEY, 2011, tradução nossa):

- a) **intuitiva:** Uma boa *interface* de usuário não requer que o usuário pense como acessar ou interpretar os aspectos do jogo.
- b) **responsiva:** Jogadores devem receber retornos apropriados quando eles clicam ou acessam de alguma outra forma os elementos da *interface* usuário.
- c) **relevante:** Deve-se tomar cuidado quando se usa determinados tipos de *interfaces* de usuário. Por exemplo, colocar ela com ícones para diferentes tipos de armas pode ser interessante para o jogo onde o jogador deve frequentemente trocar de arma para matar oponentes.
- d) **amigável do usuário:** Ela não será amigável se ela colocar o jogador em muitas barreiras ou muitos botões para apertar para poder jogar. Jogadores querem informações importantes ao olhar, receberem mensagens de ameaças e retornos de ações.
- e) **customizável:** Dar o máximo de controle possível às mãos do jogador. Por exemplo: Deixá-lo ligar ou desligar o áudio, não importante o quão relevante seja para você para ser parte do jogo. Se houver caixas de ferramentas, deixe o jogador movê-la para qualquer local que ele considere confortável, deixar ele escolher o tamanho da janela, a lista de aspectos que se pode deixar um jogador alterar é muito grande, mas a essência é sempre perceber que o jogador deve se sentir bem.

f) **tema de áudio:** É possível imaginar um filme assustador ou um jogo com o som desligado? É perceptível que ele não terá o efeito pretendido, para um jogo, ter os áudios que trazem imersão ao jogador é necessário que seja trabalhado com o designer de som, ele que é o especialista nos elementos de áudio que serão trabalhados juntos com elementos do jogo, como a história, elementos de *gameplay* e *setting*. O áudio do jogo inclui os sons que acompanham as partes não interativas do jogo, por exemplo: filme de introdução, cenas de corte, e também os elementos interativos como os áudios de fundo do contexto do jogo, como *trailers* e afins. Os áudios de jogos evoluíram de batidas simples para trilhas sonoras, e para ajudar a escolher o melhor tema de áudio para um jogo, é necessários responder algumas perguntas: “Cada personagem terá uma voz única?”, “Como funciona o som ou diálogo do personagem no jogo?”, “Quais tipos de músicas mais combinam com o jogo?”, “Em que parte do jogo a música será tocada?”, “Quais efeitos de som melhor combinam com o jogo?”.

Na última fase do processo de criação do conceito do jogo estão a *game mechanics*, que é como o jogo irá operar, incluindo as regras do jogo, os desafios que os jogadores encontram no fluxo do jogo, as atividades que o jogador poderá executar e o principal objetivo que o jogador deve conquistar dentro do jogo, ela também define como o jogador será declarado vencedor.

Para desenvolver *game mechanics* efetivas, é necessário primeiro entender com o jogo funciona:

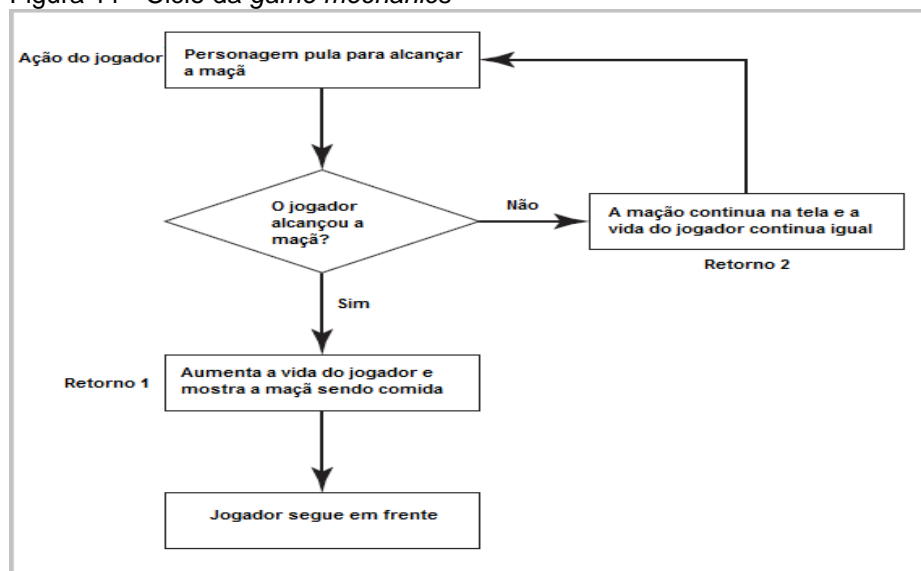
- a) essencialmente, no jogo, o jogador irá executar uma ação;
- b) a ação irá ativar um efeito no jogo, este efeito é baseado no conhecimento das regras do jogador sobre o mesmo. Não é possível para um jogador conhecer todas as regras construídas, o *game designer* de jogo irá conceituar várias regras que serão desconhecidas para o jogador, que eventualmente vai descobrir. Essas regras são chamadas de *black box*.
- c) baseado nas ações do jogador, a simulação irá prover um retorno para o jogador.
- d) dependendo do retorno, o jogador poderá executar uma nova ação.

Um exemplo interessante que explora as *game mechanics* é que: assumindo que em um jogo, o jogador deve alcançar o alvo antes da vida de seu personagem se deteriorar em determinado ponto, o jogador pode melhorar a vida do personagem fazendo com que ele colete maçãs no caminho, para alcançá-las ele deve pular, sendo assim, nesse jogo ele estará executando a ação de pular para poder comer a maçã e prosseguir, isso causará um efeito no jogo, que determinará o sucesso ou a falha resultante da ação do personagem do jogador, baseado no resultado a ação do personagem do jogador de acordo com a regra do jogo, trará um retorno.

- a) **retorno 1:** se ele alcançou a maçã, será mostrado o personagem comendo e depois uma melhora na vida do mesmo.
- b) **retorno 2:** se ele não consegue alcançar a maçã, ela irá continuar no seu local de origem na tela e a vida do personagem continuará a mesma.

Baseado no retorno, o jogador irá movimentar seu personagem para frente ou fazer o seu personagem pular novamente, a figura 11 demonstra esse ciclo da *game mechanics*.

Figura 11 - Ciclo da *game mechanics*



Fonte: Adaptado de Wiley (2011)

No centro do ciclo das *game mechanics* estão vários elementos que podem entreter os jogadores, todos os jogos têm as mesmas mecânicas, o que muda é a complexidade das mesmas, é necessário considerar cada um dos seguintes elementos na sua conceituação:

- a) **aventura:** São aplicadas em alguns jogos, onde o jogador deve completar algumas tarefas para obter sucesso no jogo, são normalmente aplicadas em jogos de aventura, fantasia e RPG.
- b) **tarefa:** Pertencem às aventuras, são listas de execuções a serem feitas para que se possa completar uma aventura.
- c) **atividades:** É um subgrupo das tarefas e sugere como o jogador vai executar uma tarefa em particular.
- d) **como vencer:** A vitória ocorre quando o jogador executa uma ação que resulta no sucesso. Quando conceituado o jogo, é necessário definir a condição que trará o resultado da vitória ao jogador.
- e) **objetivos do jogo:** É a coleção de critérios para as tarefas do jogo, por exemplo: derrotar um inimigo sem sofrer lesões.

Sendo assim, a ideia para um jogo encapsula definindo a motivação para o grupo de jogadores que é alvo, também é importante considerar o gênero, plataforma que é mais apropriada para os mesmos.

3.1 JOGOS 3D

São jogos em três dimensões (3D) que normalmente são jogos orientados pelo personagem, diferente de outros jogos que normalmente possuem orientação pela condução da tela. Apresentam uma particularidade pelo fato de possuir um conjunto de controles independente do ângulo da câmera, apesar de existir algumas exceções. Um bom exemplo para esta exceção é o jogo Crash Bandicoot, onde quando o jogador executa o *joystick* para cima, o personagem se move para o topo da tela, onde no ambiente 3D significa para frente, executando para baixo o *joystick* faz o personagem mover de face para o jogador e assim mover-se para ele e executando para esquerda ou direita faz o personagem mudar sua face e seguir naquela direção (ADAMS, 2009, tradução nossa).

A condução orientada pelo personagem é bastante adequada para jogos em primeira pessoa, onde pressionar o *joystick* para cima faz com que o personagem se mexa para frente em qualquer direção que ele esteja olhando, independente da forma com que a tela esteja orientada. Implementar a condução orientada por personagem varia de um dispositivo para outro, considera-se alguns

mais utilizadas: *joysticks*, d-pad controles (que são mais utilizados em consoles) e controle baseado em *mouse*.

Com a navegação baseada no *mouse*, que é padrão para jogos de computador em primeira pessoa, o *mouse* apenas controla a direção que o personagem ficará e o jogador deve usar o teclado para fazer o personagem se movimentar, movendo o mouse para a esquerda ou direita faz com que o personagem troque sua direção (ADAMS, 2009, tradução nossa).

A figura 12 ilustra o jogo *Doom*, um importante jogo de tiro em primeira pessoa 3D que impactou o início dos motores gráficos para jogos.

Figura 12 - Cena do jogo Doom



Fonte: Pastemagazine.

3.2 MOTORES GRÁFICOS

O termo motor gráfico ou *game engine* surgiu pela metade da década de 90 em referência aos jogos de tiro em primeira pessoa, conhecidos como FPS, jogos como *Doom* tiveram uma grande popularidade. Este jogo teve sua arquitetura bem definida na separação entre o núcleo de componentes do software (como sistema de

renderização de gráficos em três dimensões, sistema de detecção de colisão e sistema de áudio) e componentes de arte, mundo do jogo e regras que compõe a experiência do jogador.

O valor dessa separação se tornou mais evidente quando os desenvolvedores passaram a licenciar jogos e recriá-los em novos produtos com novas artes, aspectos do mundo, armas, personagens, veículos e regras de jogo com poucas mudanças na “*engine*”.

Foi então que nasceu uma comunidade de jogadores individuais e estúdios independentes que desenvolviam novos jogos modificando já existentes, usando ferramentas livres disponibilizadas pelos desenvolvedores originais, e no final dos anos 90 jogos como Quake III Arena e *Unreal* foram desenvolvidos com reutilização e modificação (GREGORY, 2009, tradução nossa).

Motores gráficos são tipicamente específicos para gêneros, um motor gráfico desenvolvido para um jogo de luta e uma arena é muito diferente de um de tiro em primeira pessoa ou estratégia em tempo real, entretanto existe certa sobreposição, todos os jogos 3D, independentes de gênero necessitam um formato em baixo nível de uso do usuário para *joystick*, teclado e *mouse*.

A *Unreal Engine* é um exemplo de motor gráfico que foi desenvolvido para jogos de tiro em primeira pessoa, porém jogos de outros gêneros desenvolvidos nela também obtiveram sucesso, incluindo nomes populares como *Gears of War*, *Grimm* e *Speed Star*.

Hoje em dia existem muitos motores gráficos comerciais e livres para desenvolvedores, como por exemplo, o Unity 3D que é uma tecnologia que traz uma grande facilidade para desenvolvedores de jogos, é um motor gráfico que não necessita de tantos recursos para se iniciar no desenvolvimento de jogos (CREIGHTON, 2010, tradução nossa).

Também o *Unreal Development Kit*, que é uma versão livre da popular *Unreal 3 engine*, é uma fantástica e poderosa ferramenta para usar em projetos de qualquer tipo, pode-se usar para criação de jogos de alto qualidade e também não apresenta complexidade considerável (DORAN, 2013, tradução). Este motor gráfico foi escolhido para o desenvolvimento do protótipo.

3.2.1 UNITY 3D

Unity é uma plataforma de desenvolvimento flexível e eficiente, usado para criar jogos e experiências interativas 3D e 2D em multiplataforma. É um ecossistema completo para todos que queiram montar um negócio e criação de conteúdo avançado e conectar-se com os mais leais e entusiasmados clientes e jogadores (UNITY3D, 2015).

A tabela 2 demonstra jogos desenvolvidos utilizando a *Unity* 3D e colocados em destaque.

Tabela 2 – Jogos destaque *Unity* 3D

Jogo	Ano	Desenvolvedor	Gênero	Plataforma
Vega Conflict	2015	Kixeye	Estratégia	Android, iOS
Stifled	2014	Gattai Games	Terror	Mac, Windows
Home Improvisation	2015	The Stork Burnt Down	Ação, Puzzle	Linux, Mac, Windows
Clockwork	2015	Gamesoft Pty	Plataforma	Multiplataforma
Silence	2010	Daedalic Games	Aventura	Mac, Windows

Fonte: Adaptado de *Unity* 3D (2015).

3.2.2 CRYENGINE

CryEngine é a líder completa em solução de desenvolvimento de jogos, com uma capacidade de computação verdadeiramente escalável e com tecnologias gráficas de referência para consoles, PC e dispositivos móveis. É capaz de prover físicas altamente realistas, áudios de alta capacidade e soluções eficientes para gráficos 3D em diversas plataformas (CRYENGINE, 2015, tradução nossa).

A tabela 3 apresenta jogos desenvolvidos utilizando o motor gráfico *CryEngine*, estes que estão apresentados na página oficial do motor gráfico.

Tabela 3 – Jogos destaque *CryEngine*

Jogo	Ano	Desenvolvedor	Gênero	Plataforma
Ryse: Son of Rome	2013	Crytek	Ação-aventura	Windows, Xbox One
Lichdom: Battlemage	2014	Xaviant	Mago primeira pessoa	Windows
The Collectables	2014	Crytek	Ação	iOS
Crysis 3	2013	Crytek	Ação	Multiplataforma
Forged by Chaos	2013	Panzar Studios	Ação de times	Windows

Fonte: Adaptado de *CryEngine* (2015).

3.2.3 UNREAL DEVELOPMENT KIT

Unreal Development Kit (UDK) é a versão livre de um motor gráfico muito popular, conhecido como *Unreal Engine*, disponibilizado pela empresa *Epic Games*. Desenvolvido inicialmente em 1998 para potencializar os *Unreal Games*, o motor gráfico que é baseado na linguagem C++ ganhou muita força e foi muito importante para a criação de grandes jogos de sucesso (DORAN; GATZIDIS, 2012, tradução nossa).

A tecnologia UDK é usada para desenvolvedores de jogos, pesquisadores, estúdios de televisão, diretores do machinima (network popular), artistas e estudantes, é muito interessante para pessoas que possuem ideias e querem dar vida a elas em um motor gráfico, usando a UDK pode-se implementar jogos e aplicações para computador, iOS e Mac (UDK, 2014, tradução nossa).

No começo do ano de 2010, a empresa *Epic Games*, criadora do motor gráfico UDK se uniu com a equipe do IndieDB, uma poderosa comunidade de desenvolvedores de jogos independentes, com o objetivo de reconhecer os melhores jogos desenvolvidos na UDK no período de 2010.

A tabela 3 mostra a relação dos melhores jogos eleitos.

Tabela 4 – Melhores jogos UDK eleitos

Jogo	Ano	Desenvolvedor	Gênero	Plataforma
Q.U.E.B	2010	Toxic Games	Puzzle	PC
40 Stories	2010	Chico State	Puzzle	PC
Victim	2010	Independentes	Terror	PC
The Ball	2010	Teotl Studios	Aventura	PC
Primal Carnage	2010	Lukewarm	Tiro	PC

Fonte: Adaptado de IndieDB (2010).

3.3 GAME DESIGN DOCUMENT (GDD)

Segundo o Make Indie Games (2015), site especializado em matérias de desenvolvimento de jogos, modelagem, criação e vários aspectos, o *game design document* (GDD) tem como objetivo descrever por meio de palavras, tabelas e diagramas as características do jogo, como controles, *interfaces*, personagens, armas, golpes, inimigos, fases e todos os aspectos gerais do projeto.

3.4 METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS

Neste subcapítulo serão apresentadas metodologias aplicadas no desenvolvimento de jogos, algumas dessas que surgiram da adaptação de outras já existentes no mercado de software, também será citada a metodologia utilizada na criação do protótipo.

3.4.1 GAME WATERFALL PROCESS

O *Game Waterfall Process* (GWP) é adaptado do tradicional processo de desenvolvimento de sistemas denominado Processo Cascata. Este nome foi denominado em alusão a uma cascata, onde o fluxo de água acontece em um único sentido e assim, analogamente, no modelo Cascata todas as atividades envolvidas com a produção de um sistema ocorrem de forma sequencial, no qual concluída uma fase, a equipe de desenvolvimento não volta a trabalhar nesta (RODRIGUES et al, 2010).

3.4.2 EXTREME GAME DEVELOPMENT

O *Extreme Game Development* (XGD) é uma metodologia ágil de desenvolvimento de jogos, baseado no Extreme Programming (XP). Basicamente todos os princípios e a maioria das práticas do XP se aplicam também no XGD (BARROS, 2007).

XGD é baseado no senso comum, ele tem como ênfase quatro principais valores (GAMASUTRA, 2003):

- a) **simplicidade:** um dos mais importantes valores do XGD, este que tem como lema: “Faça o mais simples possível e que funcione”, onde os programadores tentam utilizar o máximo de reaproveitamento, bem como os designers e outros envolvidos no projeto (GAMASUTRA, 2003).
- b) **comunicação:** este que é o elemento crucial em desenvolvimento de jogos. O game designer, artistas, músicos, vozes, todos esses elementos devem se comunicar, trocar ideias, validar conceitos (GAMASUTRA, 2003).

- c) **feedback:** este que é uma das mais fortes conexões de comunicação, todo sistema precisa de um *feedback* para que seus melhores pontos sejam levantados e também seus problemas, estes para serem melhorados ou consertados (GAMASUTRA, 2003).
- d) **coragem:** está envolvido em todos os passos do processo, o publicador deve fazer o desenvolvedor se sentir confiante diante do projeto e também é necessário para enfrentar eventuais críticas e *feedback* constante (GAMASUTRA, 2003).

3.4.3 GAME UNIFIED PROCESS

Criado por Kevin Flood, um gerente de projetos da área de jogos, o *Game Unified Process* ou simplesmente GUP, foi concebido com a proposta de unir características presentes em duas outras metodologias desenvolvimento: o *Extreme Programming* e o *Rational Unified Process*. A motivação para a criação desta metodologia por parte de Kevin e sua equipe foram: o grande número de problemas encontrados na metodologia Cascata para Jogos (GWP) e o fato de que ambas as metodologias consideram o desenvolvimento de software um processo iterativo (BARROS, 2007).

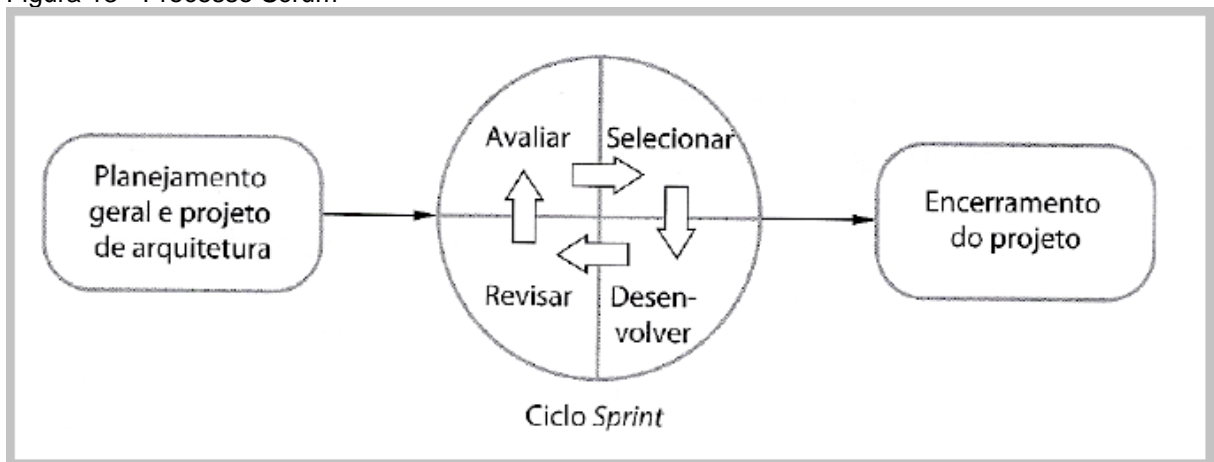
3.4.4 SCRUM

O Scrum trabalha com pequenos times auto-organizáveis e multifuncionais, ou seja, não dependem de outras equipes que sejam dirigidos por alguém de fora da equipe, assim pode escolher a forma de chegarem ao seu objetivo trazendo flexibilidade, criatividade e produtividade.

Seu modo de desenvolvimento é feito na forma de ciclos chamados de *Sprints* que são atividades propostas de acordo com as funcionalidades descritas no *Product Backlog* (lista que contém funcionalidades desejadas para um produto).

As *Sprints* são geralmente executadas mensalmente, e o trabalho é dividido em iterações e de forma incremental, o que garante que uma versão potencialmente funcional do produto do trabalho esteja sempre disponível (POSVOLSKI et al, 2014). A figura 13 demonstra o funcionamento do processo Scrum.

Figura 13 - Processo Scrum



Fonte: POSVOLSKI et al (2014)

3.4.5 GERÊNCIA DE PROJETO

A gerência dos recursos de um projeto, independente de sua natureza, sendo ele individual ou coletivo, é executada por meio de um processo de administração composto por cinco etapas de acordo com a metodologia proposta por Clealand e Ireland (2002).

- a) **planejamento:** desenvolvimento dos objetivos, metas e estratégias que proporcionem o compromisso de recursos para apoiar o projeto.
- b) **organização:** identificação dos recursos humanos e materiais necessários, fornecendo uma distribuição adequada dos mesmos, e o estabelecimento de papéis individuais e coletivos dos membros das equipes dos projetos, que agem como um ponto focal para o emprego desses recursos.
- c) **motivação:** o processo de estabelecimento de um sistema cultural que faça vir à tona o melhor que as pessoas podem fazer em seu projeto de trabalho.
- d) **direção:** proporcionar a competência necessária da liderança para garantir a tomada e a execução de decisões que envolvem o projeto.
- e) **controle:** monitoração, avaliação e controle do emprego de recursos no projeto que sejam coerentes com ele e com os planos do projeto.

Por ser uma metodologia mais simples de ser aplicada e pelo fato de ser de fácil adaptação a pequenos projetos, ela foi escolhida para ser utilizada no protótipo.

O próximo capítulo aborda os trabalhos correlatos que possuem relação com a pesquisa feita e agregam conhecimento à área de jogos.

4 TRABALHOS CORRELATOS

Com o potencial da área de desenvolvimento de jogos no meio científico, muitos trabalhos foram e estão sendo feitos na área de jogos, especificamente estudos feitos com motores gráficos, estes trabalhos que possuem mais semelhança com o proposto e são citados neste capítulo.

4.1 DESENVOLVIMENTO DE JOGOS 3D: CONCEPÇÃO, DESIGN E PROGRAMAÇÃO

Este artigo foi desenvolvido por Esteban Walter Gonzalez Clua do departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e João Ricardo Bittencourt da Universidade do Vale do Rio dos Sinos onde eles apresentam de uma forma geral o processo de criação de um jogo computadorizado 3D.

O artigo é de grande valor por apresentar uma pesquisa consistente sobre o histórico dos jogos, desde o início até as gerações atuais e também por apresentar fortes conceitos de desenvolvimento, desde a parte de produção de áudio e imagens 2D, a modelagem 3D e terrenos.

Também são citados os motores gráficos, que são de grande importância para o trabalho proposto, onde segundo Clua e Bittencourt (2006), um motor de um carro é responsável por fazê-lo andar, todo o processo desde a ignição do veículo, o motorista pode colocar em movimento sem necessariamente saber o processo mecânico complexo, e os motores gráficos de jogos seguem o mesmo princípio, dentro do conceito de engenharia, o jogador não precisa necessariamente saber todo o mecanismo por trás do desenvolvimento, simplesmente ele pode iniciar o jogo e se divertir.

Por fim, entende-se do trabalho o potencial da indústria mundial de jogos eletrônicos, o crescimento dela desde 2004 que foi impactante e também o fato de ser uma tecnologia estratégica em muitos países, em que atualmente o foco não é somente o entretenimento, embora seja o principal, mas podem ser aplicados em áreas de simulação, treinamento militar e ciência.

4.2 CRABGE – UMA ARQUITETURA PARA MOTORES GRÁFICOS FLEXÍVEIS, EXPANSÍVEIS E PORTÁVEIS

Esta Dissertação de Mestrado foi apresentada por José Gilvan Rodrigues Maia na Universidade Federal do Ceará no ano de 2005 e teve como objetivo o estudo e avaliação da utilização de motores gráficos no desenvolvimento de aplicações de Realidade Virtual, onde seria proposta uma arquitetura para suportar a construção de motores gráficos.

O trabalho demonstrou uma revisão completa, onde são apresentados requisitos básicos, como renderização em tempo-real, detecções de colisões, som espacial de linguagem de *script*, também foram citadas soluções de baixo e alto nível de complexidade.

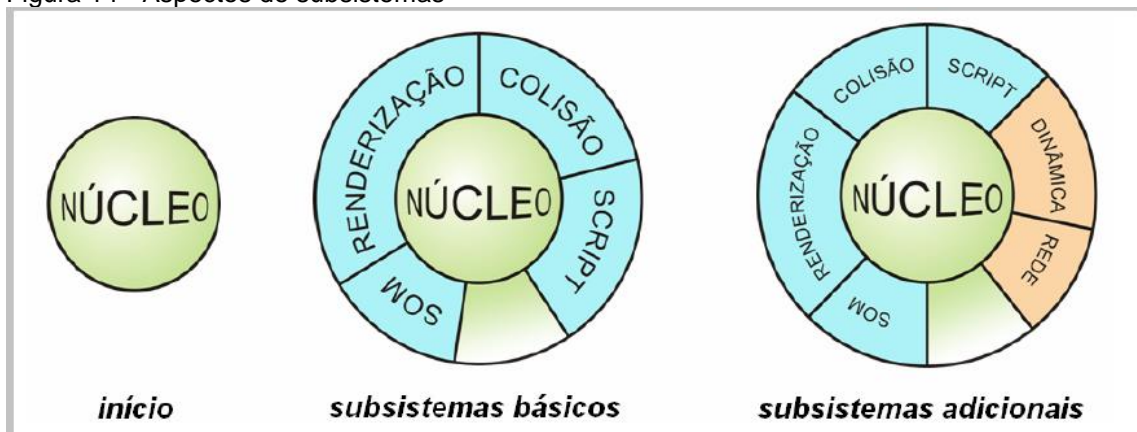
Estudou-se uma estrutura genérica de motores gráficos, onde sob uma perspectiva de Realidade Virtual foram colocadas vantagens como:

- a) desempenho e qualidade. Modernas técnicas e soluções de baixo nível
- b) confiabilidade. Produção sob condições de hardware e software
- c) controle. Aplicação responsável pela descrição e gerência do ambiente virtual

O autor também faz uma divisão de módulos do motor gráfico para auxílio de compreensão, onde ele divide em: núcleo, subsistemas e carregamento de elementos do mundo virtual.

A figura 14 demonstra aspectos de subsistemas carregados sob demanda juntamente do núcleo.

Figura 14 - Aspectos de subsistemas



Fonte: Maia (2005).

São citados mais alguns motores gráficos e análises comparativas entre eles são feitas, é demonstrada a arquitetura do CRAb *Graphics Engine*, juntamente de estrutura, análise e considerações.

Por fim, considerou-se a importância de todos os motores gráficos e o estudo acerca dos mesmos, o desenvolvimento da arquitetura da CRAbGE que obteve diversas vantagens, como: prover subsistemas básicos a uma aplicação de Realidade Virtual, possuir arquitetura e código-fonte abertos, abstrair tecnologias e técnicas de baixo nível, facilidade de uso, entre outras situações.

4.3 DESENVOLVIMENTO DE JOGOS 3D EM JAVA COM A UTILIZAÇÃO DO MOTOR GRÁFICO IRRLICHT

Este trabalho de conclusão de curso de Daniel Souza Amazonas da Faculdade Lourenço Filho apresenta uma bibliografia completa da história e mercado de jogos e um foco em motores gráficos, especificamente o Irrlicht, onde são apresentadas várias especificações e posteriormente detalhes do desenvolvimento.

O motor gráfico Irrlicht utilizado é citado como rápido e fácil de aprender, apesar de ser pouco comercial, ele possibilita o desenvolvimento na linguagem Java, com uma versão específica conhecida como Jirr, além disso, ele disponibiliza para outras linguagens também, como Python, Lua, C# e outras.

No desenvolvimento do projeto foram documentadas as necessidades que um ambiente 3D necessita usando um motor gráfico, onde se deve configurar o terreno, movimentação de câmera e execuções de animações do modelo.

Por fim observou-se a capacidade da tecnologia, onde existe a possibilidade de conclusão de um projeto de jogo com a mesma e até mesmo um desenvolvimento comparativo com versões de outras linguagens de programação para teste de desempenho.

4.4 USO DE FERRAMENTAS NO DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS PARA MÚLTIPLAS PLATAFORMAS EM C++

Trabalho desenvolvido por Bruno Fontana Canella para obtenção de grau de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade do Extremo Sul

Catarinense onde se realizou um desenvolvimento de um jogo digital em C++ para Windows e Linux.

O trabalho apresenta uma extensa documentação sobre jogos digitais, desde conceitos, história e evolução, etapas de planejamento e apresentação dos tipos de jogos, onde se pode ver ação, estratégia, RPG, corrida, simuladores, aventura e diversos outros.

Também é citada a parte de desenvolvimento, especificamente a parte de múltiplas plataformas, onde é abordada a portabilidade de programas em C++ e posteriormente ferramentas.

Dentro do aspecto das ferramentas, são colocados alguns exemplos das mesmas que servem para auxiliar no desenvolvimento de jogos, onde elas podem apresentar recursos multimídia, geração de código e objetos específicos, abstração de *hardware* e desenvolvimento da lógica do jogo.

Como resultado, o trabalho criou três projetos de *software* voltados para a área, sendo uma biblioteca de funções e classes, um jogo de xadrez e outro planejado.

A biblioteca recebeu o nome de CrossEngine e agregou várias ferramentas que possibilitam a escrita de jogos, inicialmente feita para Windows e Linux, o jogo de xadrez, que foi batizado de Chess foi executado com sucesso no Linux, porém falhou no Windows, embora tenha compilado e por fim, o projeto planejado teve o nome de Heróis da Masmorra, este que foi interrompido por ser muito extenso.

Por fim, entende-se que o trabalho teve sua importância por apresentar muitos conceitos importantes para a área de desenvolvimento de jogos e ser um dos pioneiros da Universidade do Extremo Sul Catarinense, trazendo a possibilidade de diversos trabalhos futuros e agregando bibliografia e ferramentas técnicas para a criação de jogos em potencial.

O próximo capítulo detalhará o processo de desenvolvimento do protótipo, trazendo diversos aspectos da UDK.

5 HERO OF WAR

O presente trabalho teve como foco o estudo da área de desenvolvimento de jogos, visando abordar os mesmos em sua vasta área de abrangência, onde foi descrito a história dos jogos, o estado do mercado mundial e brasileiro, o desenvolvimento de jogos e motores gráficos.

Especificamente foi estudado os jogos eletrônicos 3D e suas formas de desenvolvimento através de motores gráficos, expondo as capacidades dos motores gráficos, especificamente do *Unreal Development Kit*, este que foi escolhido para a pesquisa, bem como demonstrados jogos feitos na mesma. Foi desenvolvido o protótipo de jogo 3D que se chama *Hero of War* e este foi documentado com o GDD.

5.1 PROTOTIPAÇÃO DO JOGO

Após realizar o estudo completo sobre os jogos, em específico os jogos 3D, iniciou-se a fase de ideias, onde o jogo começou a ser imaginado para posteriormente ser aplicado. Considerando todos os estudos feitos com a UDK e a facilidade que a ferramenta disponibiliza no desenvolvimento de jogos 3D, foi definido que o jogo seria de ação com alguns aspectos futuristas e armas tecnologicamente avançadas.

Ao obter a primeira ideia, iniciou-se a parte de definições do jogo, onde este ganharia um aspecto mais consistente.

5.1.1 DEFINIÇÕES DO JOGO

As *game mechanics* que foram citadas no capítulo de desenvolvimento da pesquisada são muito importantes, pois definem as regras do jogo, como o jogador pode se comportar e os desafios que o jogo oferece para o jogador, sendo assim, elas são abordadas nas definições do jogo, onde nele o jogador será capaz de:

- a) **Movimentação:** O jogador é capaz de movimentar seu personagem para todas as direções desejadas.
- b) **Atirar:** Caso esteja portando uma arma é possível disparar tiros com a mesma.

c) **Troca de arma:** Se estiver portando mais de uma arma o jogador conseguirá trocá-las.

d) **Morrer:** Ao ter sua vida reduzida a zero, o jogador morrerá.

A figura 15 demonstra uma imagem do jogo em uma de suas fases de desenvolvimento, já contando com os aspectos da *game mechanics* citados.

Figura 15 - Aspectos do jogo



Fonte: do Autor (2015)

É possível observar na imagem alguns elementos destacados:

- 1) Personagem controlado pelo jogador
- 2) Direção que o jogador está seguindo no mapa
- 3) Armadura, vida e munição do jogador, bem como a arma que está sendo utilizada.
- 4) Ambiente a ser explorado pelo jogador.

Com os principais elementos do jogo definidos, pode-se dar início a metodologia de desenvolvimento do jogo.

5.1.2 METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO

Foi utilizada no projeto a metodologia definida por Clealand e Ireland (2002) que é conhecida por Gerência de Projeto, onde foi escolhida por se adequar

com mais facilidade à proporção do trabalho e a disponibilidade de recursos, bem como a quantidade de pessoas envolvidas no projeto.

Inicialmente foi feito o planejamento a respeito do projeto, ao estudar as capacidades e funcionalidades da UDK foi possível definir os elementos essenciais, os prazos e como o protótipo ficaria ao ser concluído.

A organização, elemento essencial da metodologia de Clealand e Ireland, com ela é possível manter o projeto dentro de todas as especificações do planejamento. Dentro do projeto foram organizados todos os documentos necessários para a pesquisa e foi definido um computador que fosse capaz de trabalhar com todo o potencial de desenvolvimento da UDK.

A motivação do trabalho, que tem como objetivo trazer a pessoa que está no projeto para um ambiente de imersão, onde será trabalhado para concluir o projeto dentro do prazo e entregá-lo de maneira mais fiel ao planejamento possível.

Por fim a direção e o controle, que são muito importantes para o andamento do projeto, dirigindo-o de maneira adequada e mantendo o controle dos recursos disponibilizados, fazendo com que o trabalho prossiga e suas especificações sejam sempre cumpridas.

Considerando toda a definição do processo metodológico, a fase do desenvolvimento foi fragmentada para que esta seja mais bem definida, sendo assim, iniciou pela conceituação.

5.1.3 CONCEITUAÇÃO DO JOGO

Para criar o conceito do jogo é importante que exista alguma inspiração, ou seja, que o jogo seja baseado em algum outro existente, ou que tenha uma visão histórica, folclórica ou até mesmo cotidiana, abstrata.

Segundo Sato (2010) como em todo projeto, o *game design* também possui uma documentação de todos os seus conceitos, aspectos e características. Um dos registros que se faz de um projeto é o conceito, onde a partir da ideia inicial do jogo, o *game designer* desenvolve o conceito do jogo, onde a reflexão acerca de um conceito de jogo não é uma tarefa simples.

Sendo assim, uma das grandes visões para o jogo foi o Warhammer 40.000: Space Marine que segue na ilustração 16.

Figura 16 - Warhammer 40.000: Space Marine



Fonte: do Autor (2015)

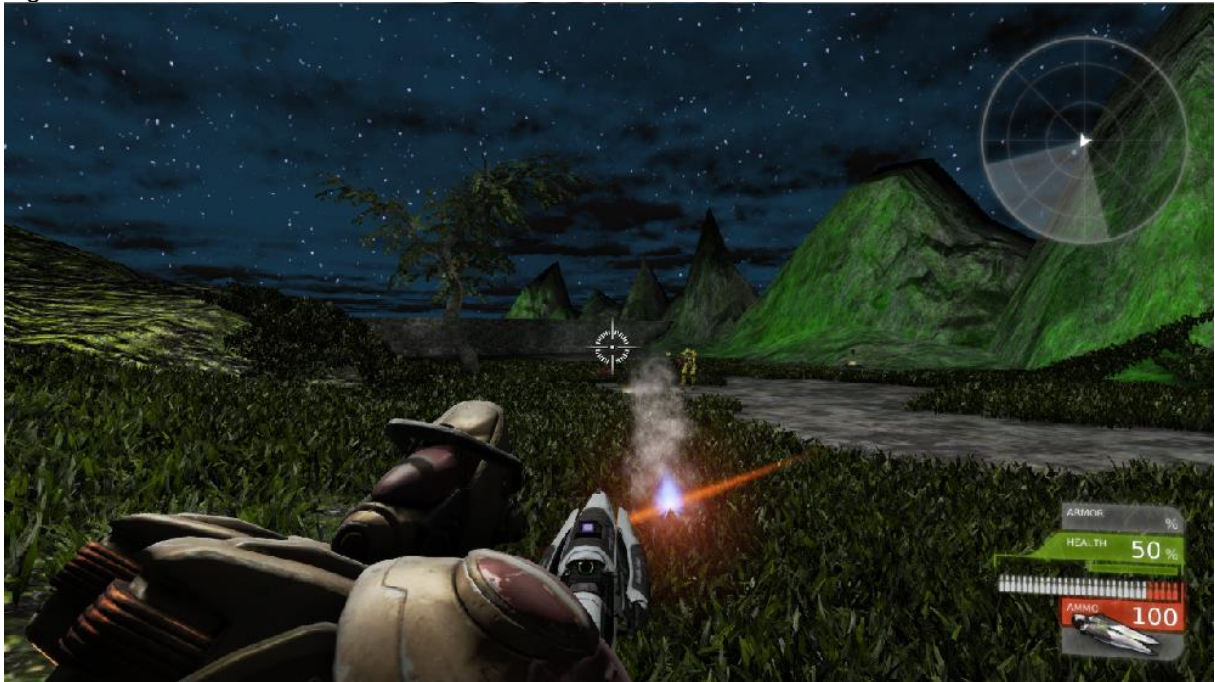
Onde segundo a Steam (2011) em *Warhammer 40.000: Space Marine* o jogador é o Capitão Titus, um soldado espacial da divisão Ultramarines e um veterano de incontáveis batalhas. Uma horda de milhões de Orks invadiu o mundo forja imperial, uma das fábricas planetárias onde são criadas as máquinas de guerra para a incessante batalha pela sobrevivência da humanidade. O jogo conta com armamentos devastadores e com sistema de combate online.

Sendo assim, a conceituação do jogo, que agora tem como nome *Hero of War* foi baseada em alguns aspectos do *Warhammer*:

- a) Visão do jogador, câmera similar;
- b) Ambiente do futuro;
- c) Ambiente em guerra;
- d) Diversas armas;

A figura 17 ilustra uma batalha no *Hero of War*.

Figura 17 - Batalha



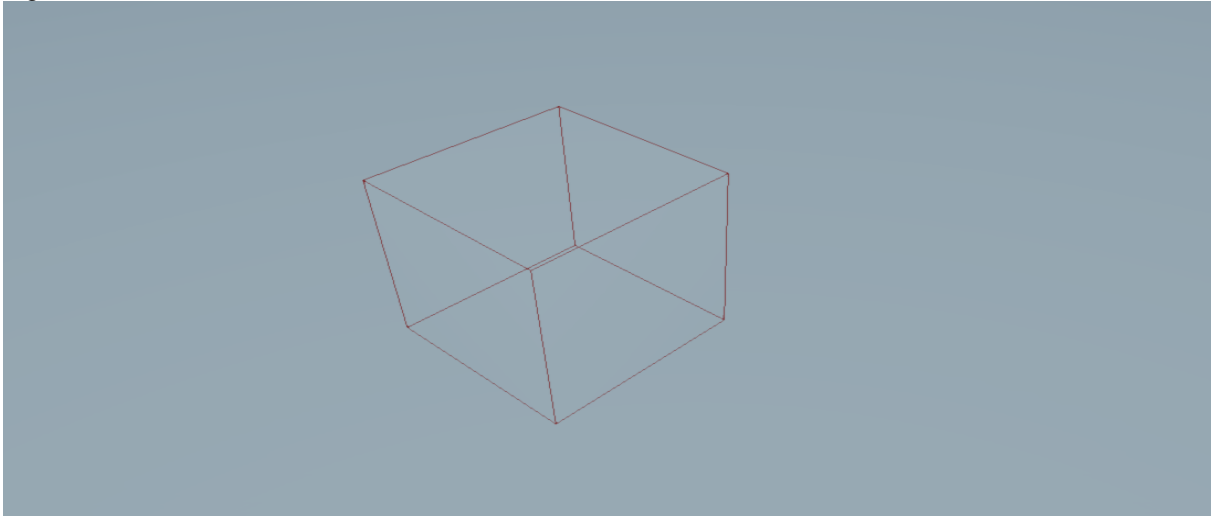
Fonte: do Autor (2015)

Estabelecido o conceito do jogo, iniciou-se o desenvolvimento do mesmo, onde todas as fases serão descritas na pesquisa.

5.1.4 CRIAÇÃO DO CENÁRIO E ILUMINAÇÃO

O cenário é um importante elemento do jogo, é nele onde todos os objetos serão inseridos, onde o jogador vai caminhar e também onde todos os elementos gráficos ficarão acoplados.

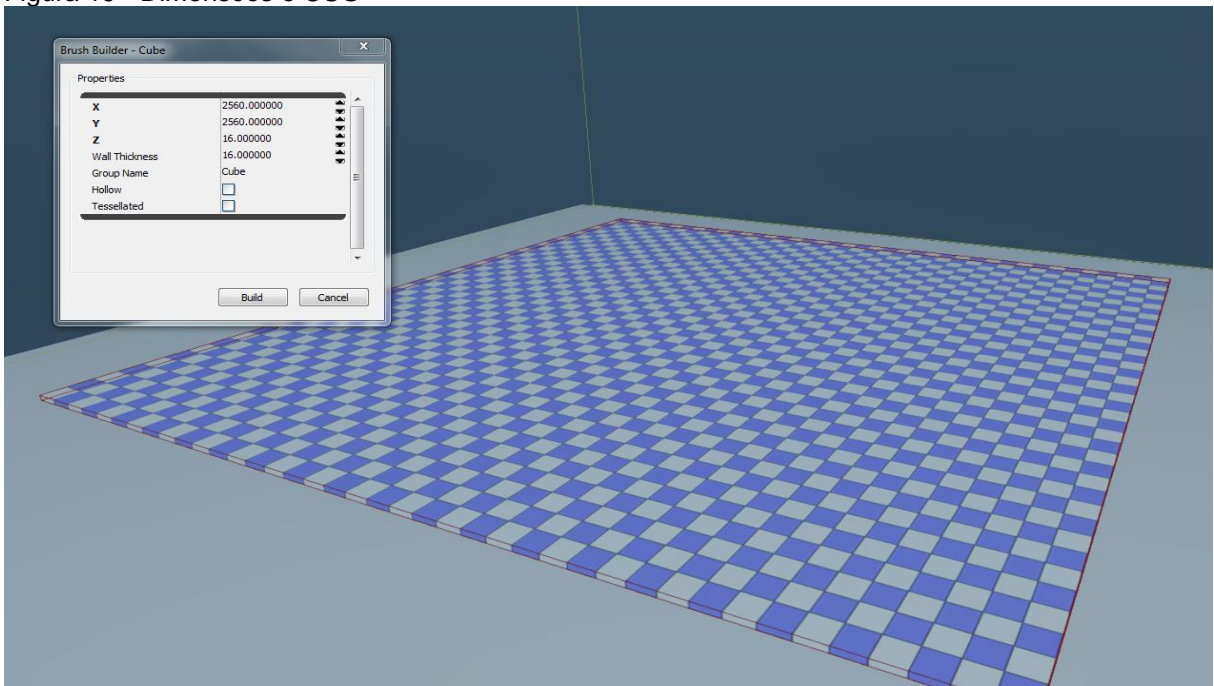
Ao iniciar um cenário na UDK, contaremos apenas com um elemento chamado de *Builder Brush*, ele é o primeiro elemento que foi redefinido para que seja iniciada a criação do cenário do jogo. A figura 18 ilustra o *Builder Brush*.

Figura 18 - *Builder Brush*

Fonte: do Autor (2015)

Ao observar o *Builder Brush* é possível alterá-lo. Considerando seu estado atual de cubo, torna-se impossível a criação de um cenário, sendo assim ele foi redimensionado, alterando assim suas coordenadas X, Y e Z. A figura 19 mostra as novas dimensões do cubo e a adição do CSG (Constructive Solid Geometry), fazendo com que a área do cubo se torne acessível a texturas e tratamento de colisões, bem como os personagens possam caminhar por ela.

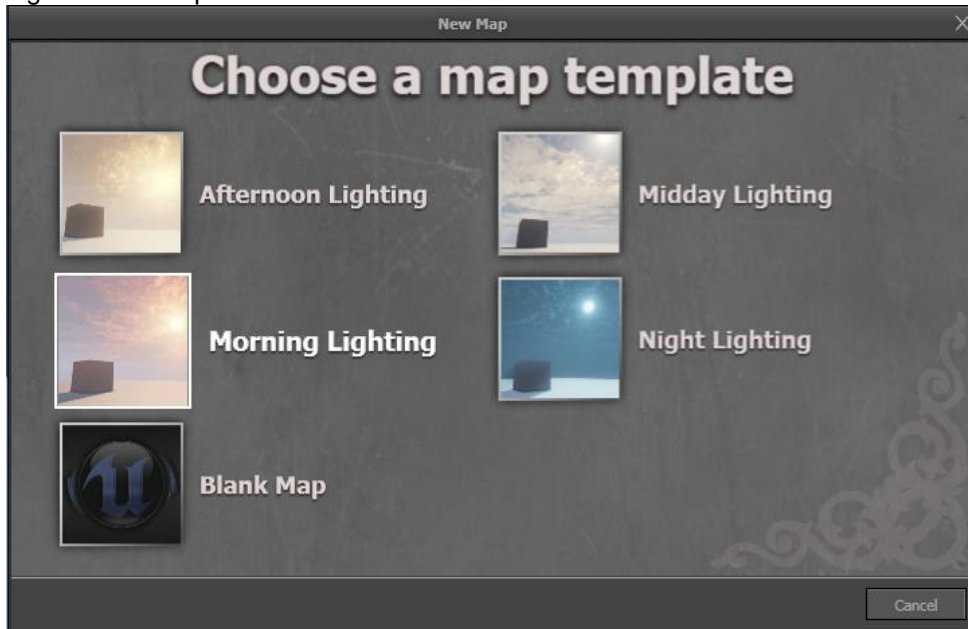
Figura 19 - Dimensões e CSG



Fonte: do Autor (2015)

O ambiente do jogo foi definido como noturno e foi criado a partir de uma pré-definição que a própria UDK já disponibiliza, sendo assim não foi necessário buscar elementos para definir como seria o céu. A figura 20 mostra a escolha da opção *Night Lighting*.

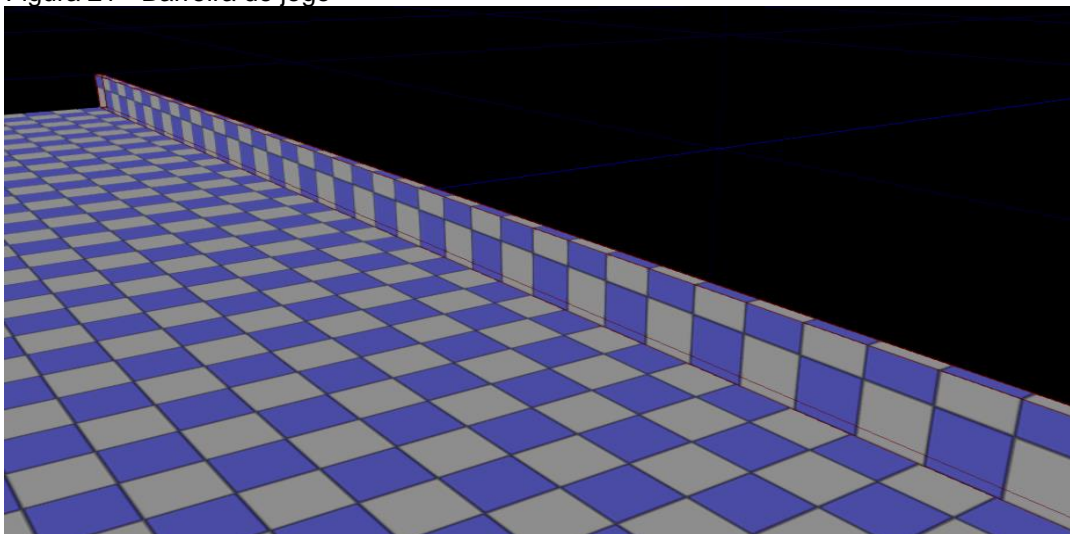
Figura 20 - Template do ambiente



Fonte: do Auto (2015)

Após definir as dimensões do cenário e selecionar o ambiente, é iniciada a fase de aperfeiçoamento do mapa, onde são criadas barreiras para delimitar a área do mapa do jogo e evitar que o jogador se desloque pra locais indesejados pelo desenvolvedor. A figura 21 ilustra a criação de uma barreira.

Figura 21 - Barreira do jogo



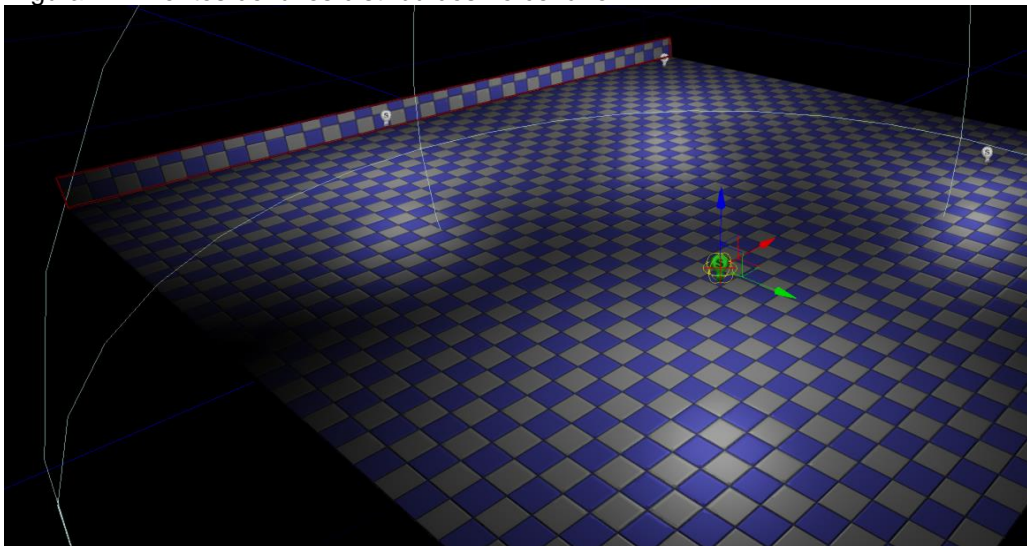
Fonte: do Autor (2015)

Concluindo as limitações do cenário do jogo inicia-se a parte de iluminações, onde segundo Mallmann (2012) criar a iluminação de um cenário na UDK é relativamente simples, graças ao sistema de *Lightmass* que é capaz de proporcionar técnicas de iluminação e sombreamento, inclusive em escala global.

É importante considerar também que, segundo Digitaltutors (2014), luzes nos jogos são tipicamente criadas por diferentes tipos de ferramentas de luz que os motores gráficos possuem e elas possuem um efeito muito importante no jogo, determinando como o jogador interage e visualiza o mundo que ele está jogando. Por exemplo, em jogos de terror, eles sempre usam técnicas específicas de iluminação para atingirem um ambiente amedrontador para manter o jogador atento.

Inicialmente foram disponibilizados diversos pontos de iluminação pelo cenário para que este seja mais bem visualizado pelo jogador, porém é importante considerar que a luz é um elemento gráfico bastante impactante no desempenho, sendo assim deve-se trabalhar de forma cuidadosa e limitar a expansão do raio de iluminação de cada ponto para que o jogo fique otimizado. A figura 22 mostra os principais pontos de luz inseridos no jogo.

Figura 22 - Pontos de luzes distribuídos no cenário



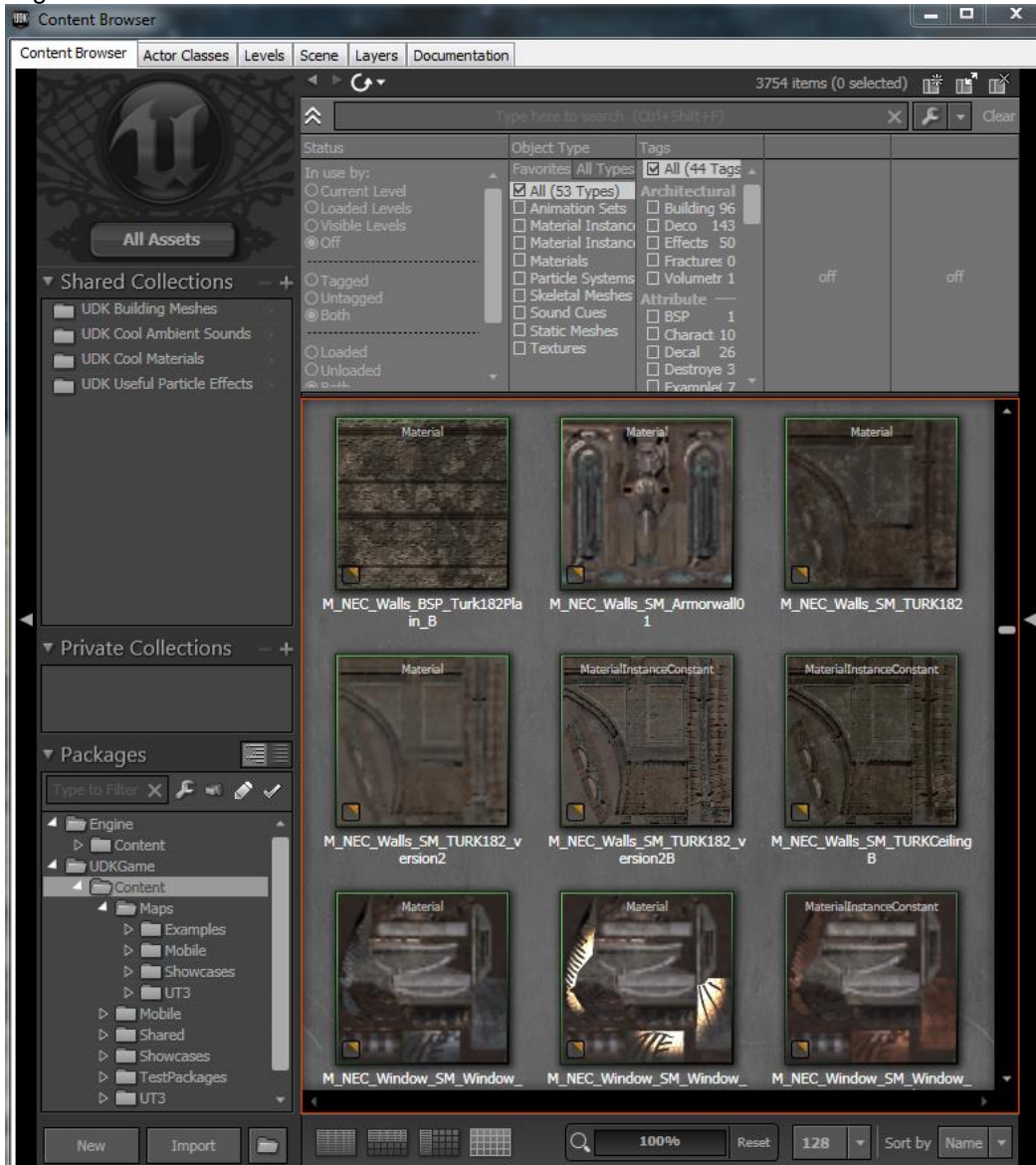
Fonte: do Autor (2015)

Definido o cenário de trabalho, suas barreiras e iluminação inicia-se o tratamento da fase visual do mapa, onde serão inseridos diversos objetos estéticos que vão compor o jogo *Hero of War* e dar a ele um visual identidade.

Com o auxílio da ferramenta interna da UDK de conteúdo é possível adicionar diversos elementos, alterar o chão, criar paisagens e afins.

As figuras 23 e 24 ilustram respectivamente a ferramenta de conteúdo, chamada de *Content Browser* e o visual do mapa ao serem inseridos um chão rochoso, uma estátua e uma rocha.

Figura 23 - *Content Browser*



Fonte: do Autor (2015)

Figura 24 - Visual do mapa com objetos



Fonte: do Autor (2015)

Ao serem alocados todos os elementos estéticos do cenário do *Hero of War* é necessário criar o ponto de início do jogador e os inimigos que o mesmo enfrentará ao longo de sua jornada.

5.1.5 PERSONAGEM E INIMIGOS

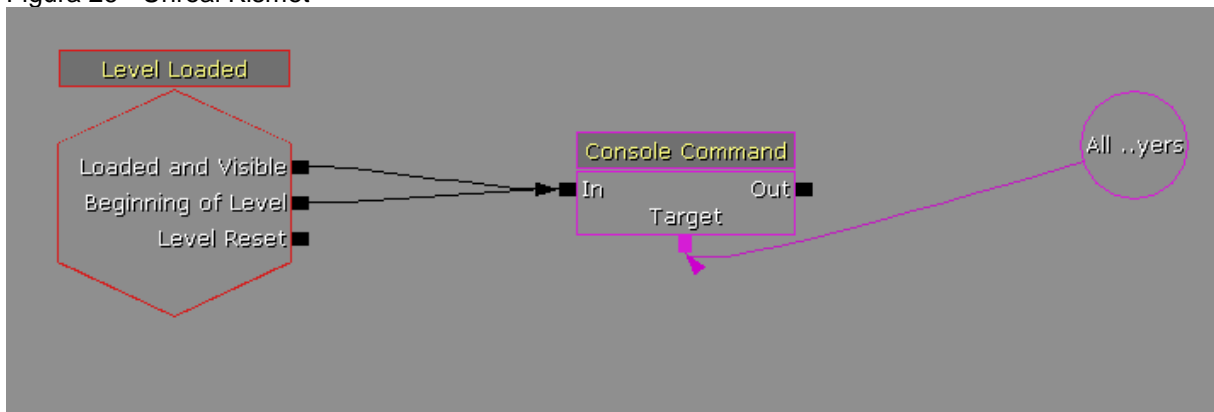
O ponto de início do personagem deve ser definido pelo desenvolvedor, bem como os pontos onde os inimigos estarão alocados pelo mapa, na versão atual existem dois inimigos para o jogador abater, sendo que suas especificações são definidas através do *Unreal Kismet*, uma ferramenta muito flexível e poderosa que serve para que os não-programadores criem scripts complexos de *gameplay*, funciona com a conexão de objetos sequenciais simples que podem formar sequencias complexas. As figuras 25 e 26 ilustram o ponto de início do jogador e a ferramenta *Unreal Kismet* alterando a perspectiva de câmera do personagem para criar uma similaridade com *Warhammer*.

Figura 25 - Ponto de início do jogador



Fonte: do Autor (2015)

Figura 26 - Unreal Kismet



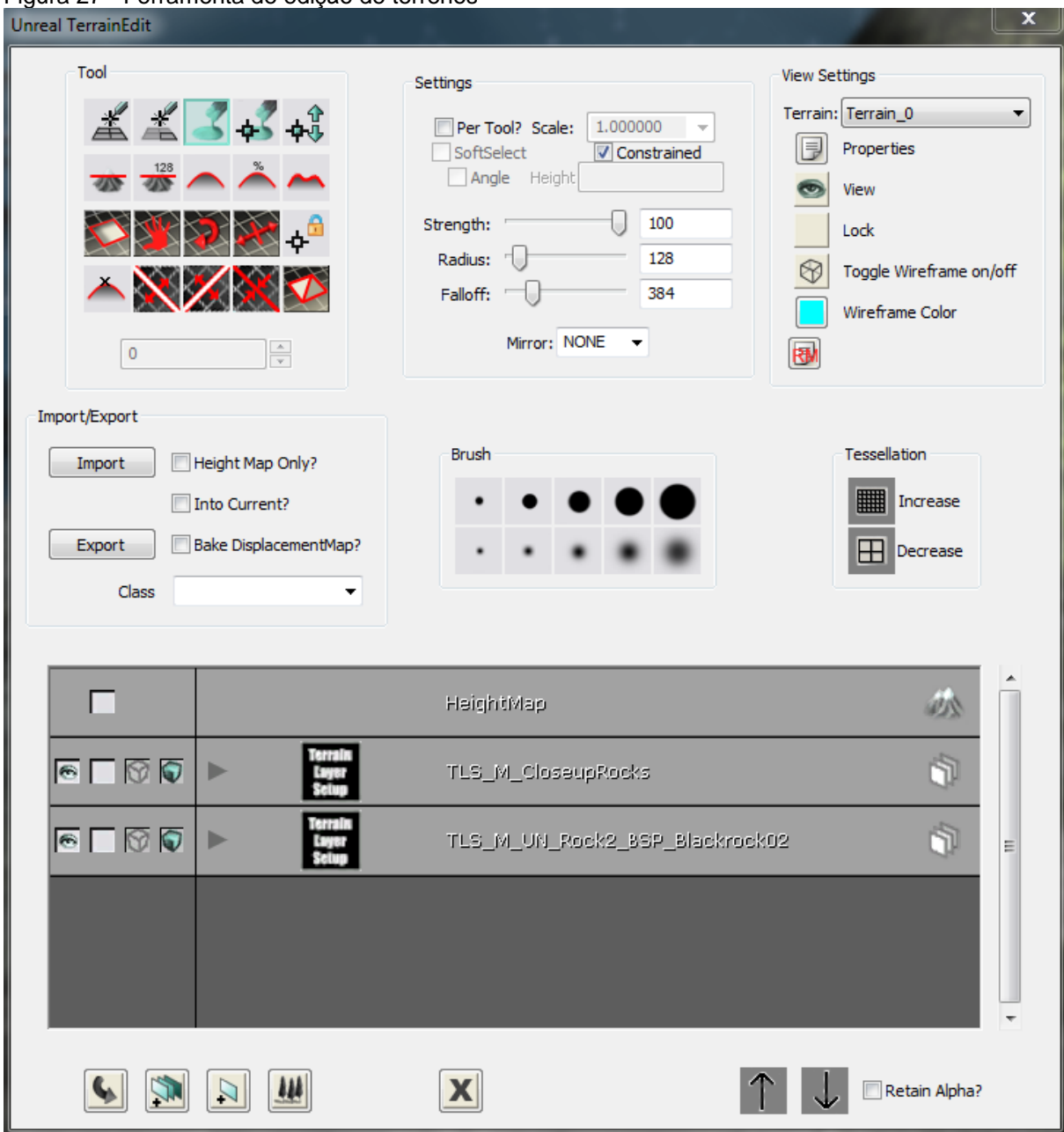
Fonte: do Autor (2015)

Finalizado o posicionamento do personagem e dos inimigos, inicia-se o desenvolvimento de alguns terrenos, áreas geográficas que farão parte do jogo, como montanhas, erosões e afins.

5.1.6 TERRENOS

Para adicionar características rochosas e planetárias é importante que dentro do jogo sejam tratados os terrenos, a UDK disponibiliza uma ferramenta que permite todo o controle da adição e edição dos terrenos, onde é possível adicionar e remover setores, polígonos, aumentar o nivelamento da terra, diminuí-lo e até mesmo criar planaltos, a figura 27 representa a ferramenta de edição de terrenos.

Figura 27 - Ferramenta de edição de terrenos



Fonte: do Autor (2015)

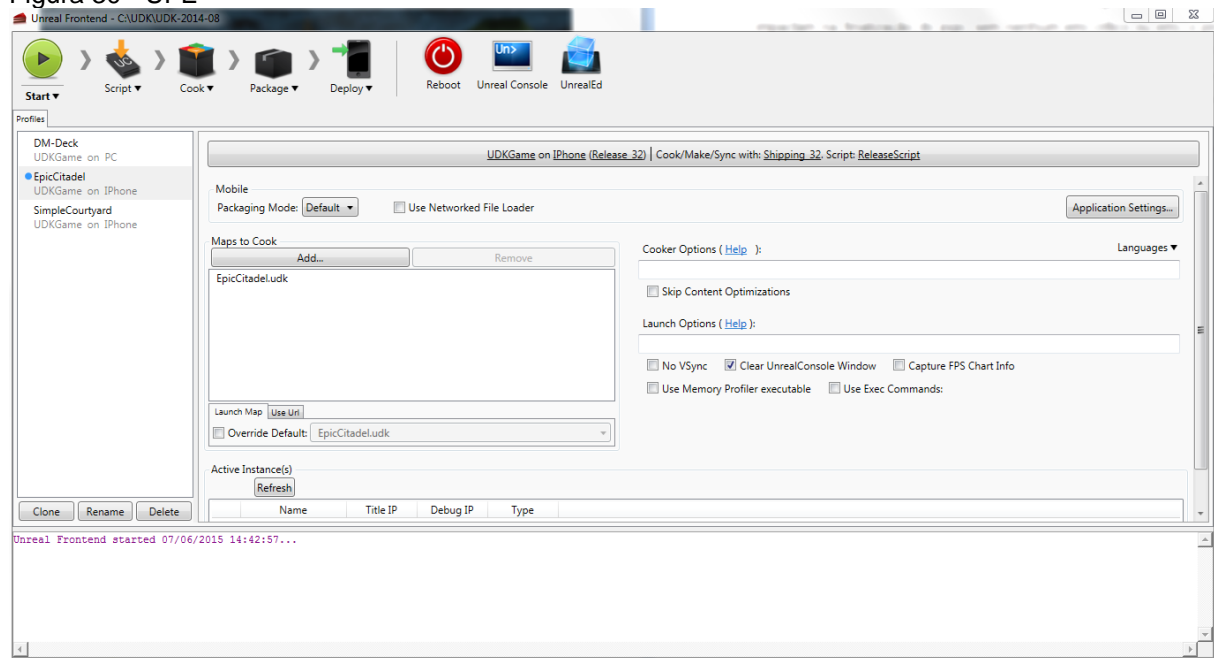
Com o uso da ferramenta no jogo foram criadas cadeias montanhosas para dar um melhor aspecto ao jogo e também para bloquear determinados caminhos, a figura 28 ilustra o resultado dos terrenos no jogo.

Feita a construção é possível observar alguns avisos, estes que não impactam na finalização do jogo, sem nenhum erro crítico ou erro, o projeto já está pronto para ser finalizado com a ferramenta *Unreal Frontend* (UFE) da UDK.

UFE que é uma ferramenta para simplificar e aumentar a velocidade dos desenvolvedores de jogos, como preparar o jogo para dispositivos específicos e depois lançá-los para a devida plataforma.

A figura 30 exemplifica o UFE, este que foi utilizado para a finalização do protótipo.

Figura 30 - UFE

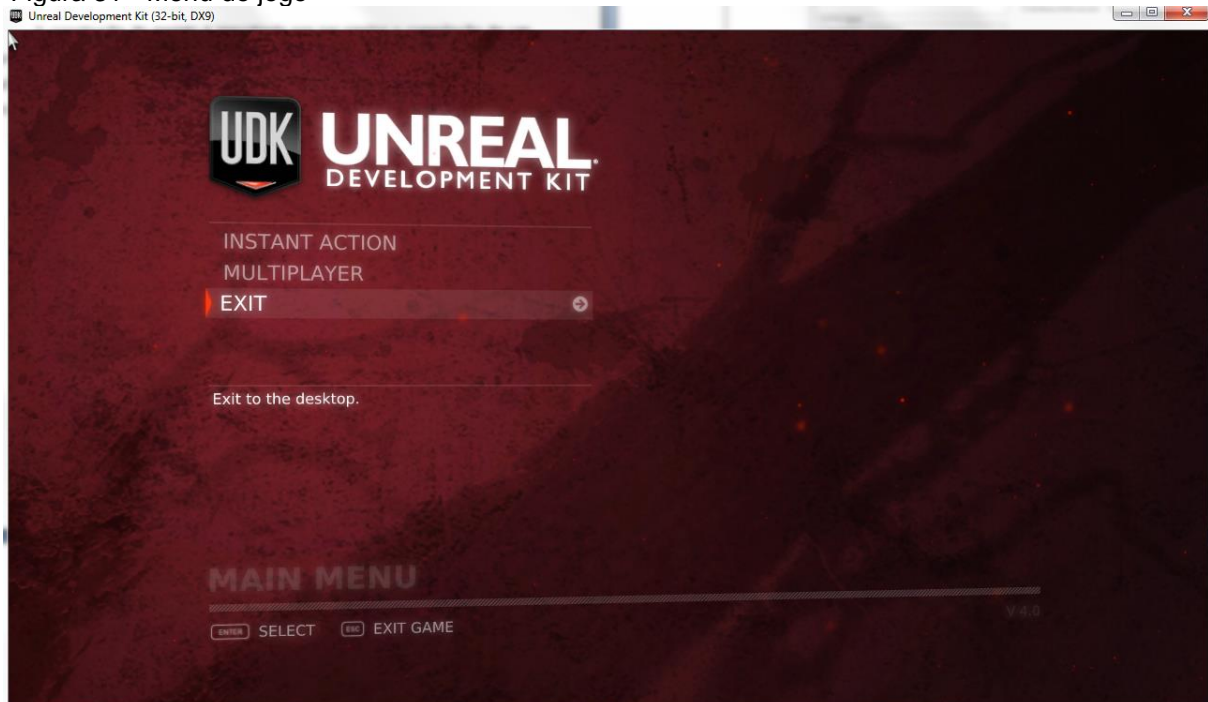


Fonte: do Autor (2015)

Para a construção do jogo foram utilizadas as opções de *Clean and Full Recook*, para limpar todos os erros e construir, posteriormente foi feito o *Full Recompile* para recompilar e por fim *package* para criar o pacote de instalação do jogo.

Com a construção completa finalizada o jogo já pode ser instalado e jogado. As figuras 31 e 32 ilustram o menu inicial do jogo e o mesmo finalizado sendo jogado.

Figura 31 - Menu do jogo



Fonte: do Autor (2015)

Figura 32 - Início do jogo



Fonte: do Autor (2015)

5.1.8 GAME DESIGN DOCUMENT

O GDD, que foi citado no desenvolvimento do trabalho é um importante documento que descreve diversos aspectos pontuais do jogo para pessoas que ainda não tiveram contato com o mesmo e querem informações mais detalhadas. O GDD representado para a pesquisa está dividido em 7 tópicos que serão apresentados, cada um representando elementos individuais do jogo.

- a) **História:** o jogo intitulado “*Hero of War*” se passa em um período futurístico e tecnológico desconhecido, após diversas guerras o mundo entrou em colapso e cabe ao guerreiro jogador tentar estabelecer a paz novamente.
- b) **Personagem:** é possível jogar apenas com um personagem de nome desconhecido, este que é um revolucionário em busca da destruição daqueles que oprimem as pessoas e são contra paz.
- c) **Cenário:** o jogo atualmente só conta com um cenário que se passa numa região florestal e montanhosa, onde há uma espécie de labirinto ao avançar.
- d) **Objetivo:** o único objetivo do jogo é destruir todos os inimigos, ao longo do trajeto é possível adquirir melhores armas para tornar essa tarefa mais fácil para o jogador.
- e) **Interface:** esta que é representada de maneira bastante simplificada, onde o jogador é capaz de visualizar as armas que possui e a direção do cenário que o mesmo está se deslocando.
- f) **Controles:** o jogo conta com as teclas: W, A, S, D para movimentação. Botão esquerdo do mouse serve para atirar e os numéricos para que seja feita a troca de armas.
- g) **Elementos:** diversos deles são apresentados, como montanhas, gramados, árvores, inimigos, o personagem e armas disponíveis ao longo do caminho.

Com a descrição dos elementos que compõe o GDD é possível ter um conhecimento melhor sobre o jogo, trazendo assim mais valor ao projeto.

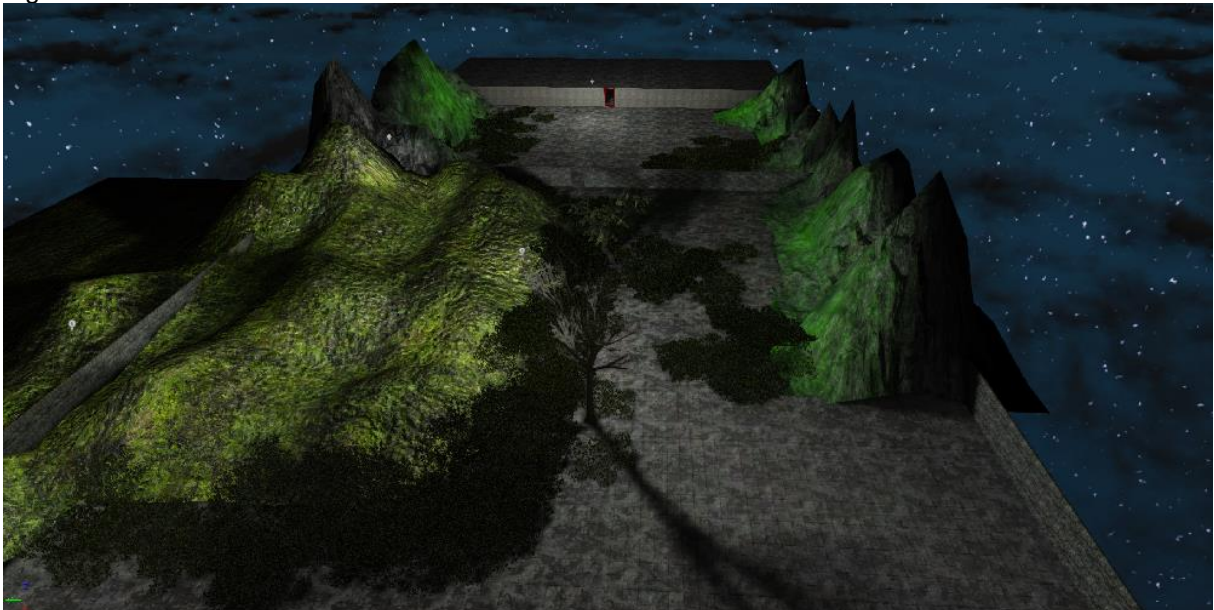
5.2 RESULTADOS OBTIDOS

O desenvolvimento do protótipo está incluído em uma pesquisa bibliográfica que teve como objetivo um estudo completo na área de jogos, bem como especificamente o motor gráfico UDK, além da realização do protótipo e sua documentação.

Hero of War, nome do jogo desenvolvido é um jogo de ação em um ambiente de futuro e uma de suas grandes qualidades é o seu gráfico e por possuir diversos elementos interativos de combate, como novas armas e explosões.

O funcionamento do jogo desenvolvido se dá por controles simplificados e batalhas interativas que não envolvem complexidades, o jogo possui objetivos simples, que envolvem basicamente derrotar os inimigos encontrados ao longo do caminho e conta com apenas um cenário, este que está apresentado na figura 33 em uma visão aérea.

Figura 33 - Visão aérea do cenário



Fonte: do Autor (2015)

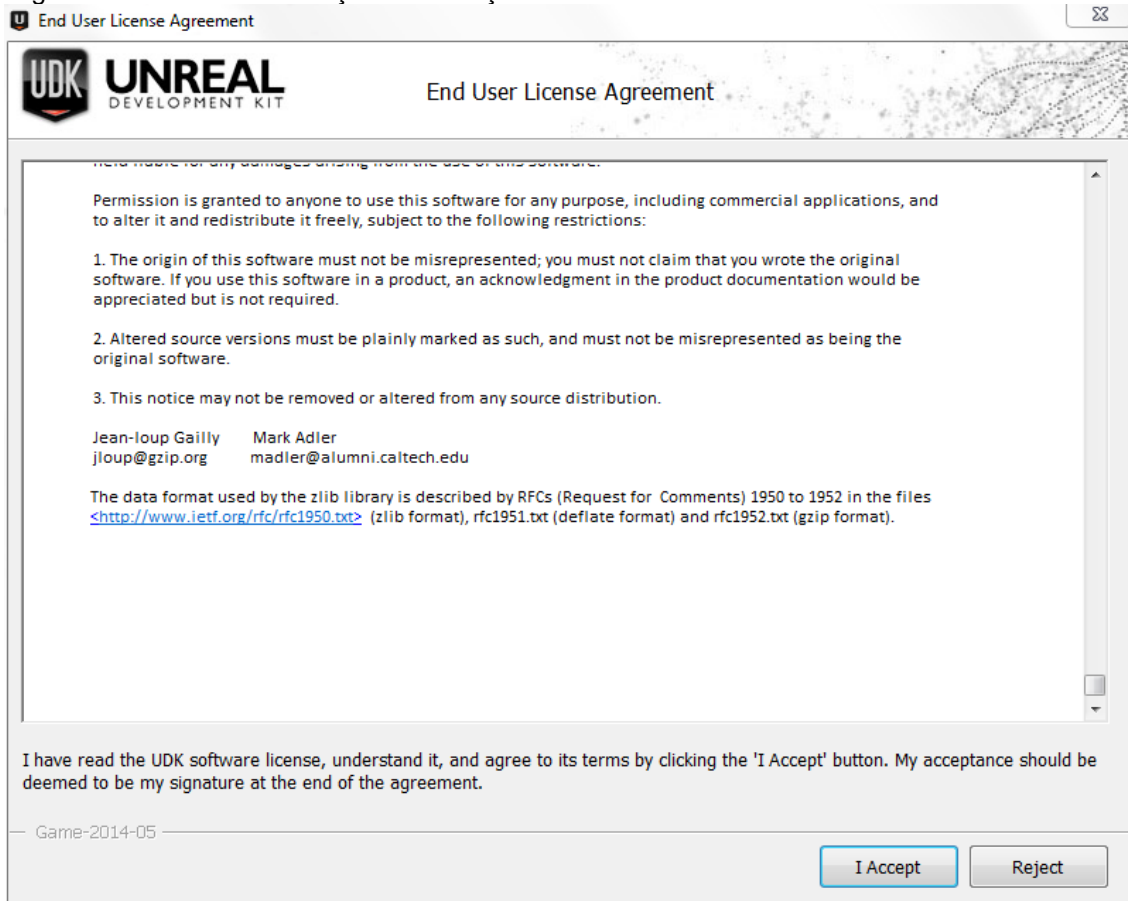
O jogo conta com um pacote de instalação que está disponível para qualquer computador com versões de Windows 7 ou superiores que possuam as configurações mínimas de:

- a) Processador: Multicore 2.0 GHz
- b) Memória: 4 GB
- c) Espaço em disco: 5 GB

d) Placa de vídeo gráfica

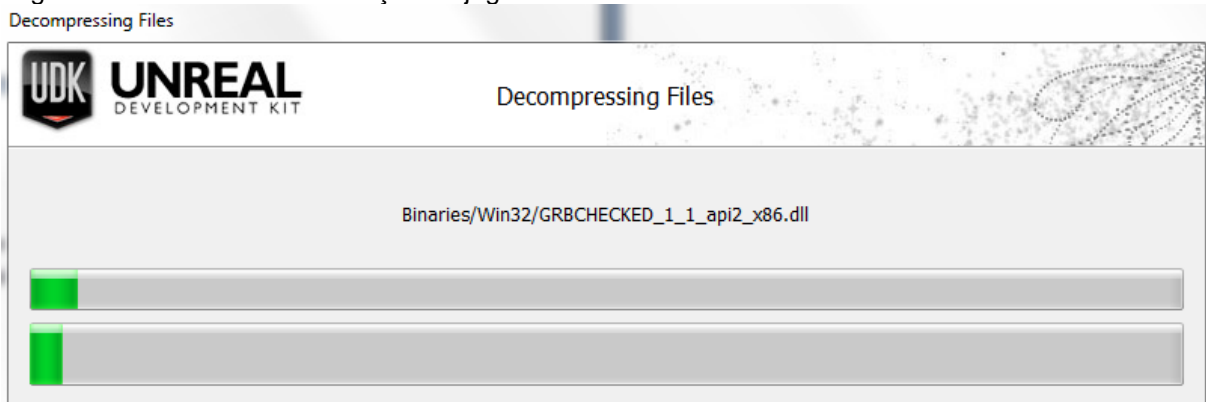
Sendo assim, foi possível obter o protótipo em funcionamento através de todo o estudo e documentação pesquisada, atualmente este se encontrando em sua primeira versão, esta que tem como finalidade apenas os estudos, da ferramenta UDK e dos jogos em geral. As figuras 34 e 35 apresentam a instalação do protótipo.

Figura 34 - Termos de licença da instalação



Fonte: do Autor (2015)

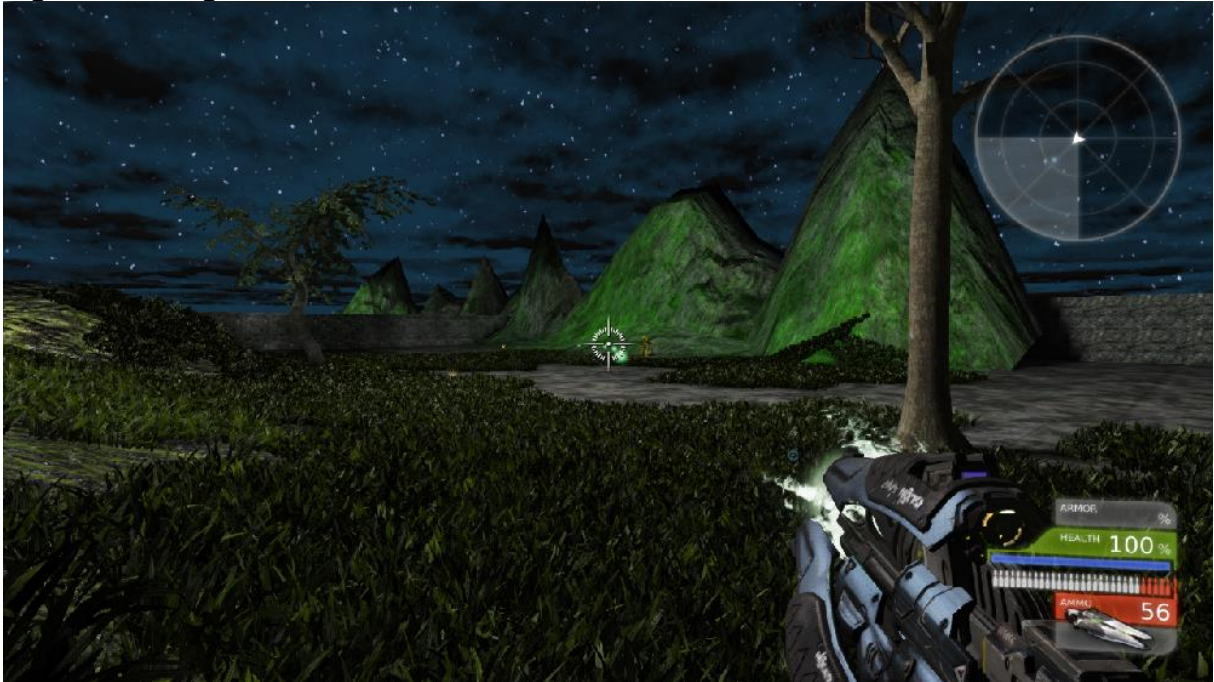
Figura 35 - Processo de instalação do jogo



Fonte: do Autor (2015)

Depois de realizada a instalação do protótipo ele fica disponível na máquina do usuário para ser utilizado, ocupando aproximadamente 330 MB de espaço em disco rígido. A figura 36 apresentado o protótipo em seu resultado final.

Figura 36 - Jogo finalizado



Fonte: do Autor (2015)

Com a finalização dos resultados obtidos, o último capítulo traz a conclusão da pesquisa, finalizando-a e trazendo a possibilidade de trabalhos futuros na área de jogos.

6 CONCLUSÃO

Com o avanço tecnológico constante, a área de jogos se tornou um mercado muito importante para o mundo, criando aspectos econômicos muito fortes e abrigando inúmeras áreas de estudos, como a programação, design e técnicas sonoras, todas essas que podem ser atribuídas a um projeto de jogo.

Através da pesquisa foi possível obter do objetivo específico um conhecimento teórico a respeito dos conceitos de jogos, onde se observou a importância da história dos jogos e dos pesquisadores mais antigos, bem como empresas que tiveram grandes impactos no desenvolvimento da área. Além disso, o mercado mundial e brasileiro de jogos que possui um crescimento notável e cada vez abriga mais profissionais e colaboradores.

Foram descritos o processo de desenvolvimento de jogos 3D e as melhores práticas e metodologias para eles, estabelecendo assim uma forma mais eficiente na criação dos jogos através dos motores gráficos, estes que foram estudados, em que o *Unreal Development Kit* foi selecionado pela pesquisa por ser livre e apresentar um enorme potencial para a criação de jogos.

Com a realização do trabalho foi possível atingir as metas definidas, estudando o desenvolvimento de jogos e descrevendo através da pesquisa em diversas literaturas de importância. O motor gráfico abordado também foi estudado e apresentado, bem como jogos desenvolvidos através dele, é importante considerar que a documentação disponível na Internet foi de grande impacto para o desenvolvimento do trabalho, especialmente as disponibilizadas pela própria UDK.

Como resultado da pesquisa que teve como objetivo principal o desenvolvimento de um protótipo de jogo 3D na UDK obteve-se *Hero of War*, um jogo de ação com aspectos futuristas e tecnológicos, disponível para computadores, descrito através do GDD e feito baseado na metodologia de gerência de recursos de um projeto.

Sendo assim, é possível perceber que a área de desenvolvimento de jogos é de grande complexidade e envolve muitos detalhes, mas se houver um estudo aprofundado de uma determinada ferramenta que facilite o desenvolvimento, este se tornará mais simplificado, concluindo assim que a criação de jogos é uma área de envolvimento global e que hoje existem muitos fatores que facilitam o trabalho na mesma.

Por fim, com base no conhecimento adquirido através da pesquisa, considera-se a possibilidade de trabalhos futuros e aprimoramentos na área de jogos, como:

- a) Ampliação de mapas e ambientações de *Hero of War*.
- b) Estudo de motores gráficos 2D.
- c) Desenvolvimento de jogos educativos utilizando motores gráficos livres.
- d) Ferramentas de modelagem 3D aplicadas em ambientes de jogos.

REFERÊNCIAS

ABRAGAMES. Plano Diretor da Promoção da Indústria de Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos no Brasil. Disponível em: < http://www.abragames.org/wp-content/uploads/2013/04/Diretrizes_B%C3%A1sicas_Prom_Ind_de_Desenv_de_games_2004.pdf>. Acesso em: 28 abril 2014.

_____. Plano Diretor da Promoção da Indústria de Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos no Brasil. Disponível em: <http://www.abragames.org/wp-content/uploads/2013/04/AbraGames-Pesquisa_2008.pdf>. Acesso em: 28 abril 2014.

_____. Plano Diretor da Promoção da Indústria de Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos no Brasil. Disponível em: <http://www.abragames.org/wp-content/uploads/2013/04/AbraGames-Pesquisa_2008.pdf>. Acesso em: 28 abril 2014.

ADAMS. Ernest. *Fundamentals of Game Design*. 2. Estados Unidos: New Riders, 2009. 700 p.

AMAZONAS, Daniel Souza. *Desenvolvimento de Jogos 3D em Java com a Utilização do Motor Gráfico Irrlicht*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade Lourenço Filho, 2007.

ARANHA, G. O processo de consolidação dos jogos eletrônicos como instrumento de comunicação e de construção de conhecimento, 2004. Disponível em: < <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/473/250>>. Acesso em: 06 abril 2014.

BARROS, Raphael Lima Belém. *Análise de Metodologias de Desenvolvimento de Software aplicadas ao Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

BITTENCOURT, J. R. *Um framework para criação de jogos computadorizados multiplataforma*. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

CANELLA, Bruno Fontana. *Uso de Ferramentas no Desenvolvimento de Jogos Digitais para Múltiplas Plataformas em C++*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2011.

CLELAND, David I. e IRELAND, Lewis R. *Gerência de projetos*. Rio de Janeiro, Reichmann & Affonso Editores.

CLUA, E. W. G.; BITTENCOURT, J. R. *Desenvolvimento de jogos 3D: Concepção, design e programação*. Rio de Janeiro, 2006. 49p.

COUNTER STRIKE. *Counter-Strike: Global Offensive*. Disponível em: < <http://blog.counter-strike.net/>>. Acesso em: 28 maio 2015.

CREIGHTON, R. H.; Unity 3D Game Development by Example: Beginner's Guide. 1. Estados Unidos: Packt Publishing, 2010. 384 p.

CRYENGINE. CryEngine. Disponível em: <<http://cryengine.com/features/>>. Acesso em: 21 maio 2015.

DIABLO. Disponível em: < <http://us.battle.net/d3/pt/>>. Acesso em: 28 maio 2015.

DONOVAN, Tristan. Replay: The History of Video Games. 1. Estados Unidos: Yellow Ant, 2010. 516 p.

DORAN, John. P. Mastering UDK Game Development. 1. Estados Unidos: Packt Publishing, 2013. 290 p.

DORAN, J. P.; GATZIDIS, C. UDK iOS Game Development: Beginner's Guide. Estados Unidos, 2012. 280 p.

GAMASUTRA. Extreme Game Development: Right on Time, Every Time. Disponível em:<http://www.gamasutra.com/view/feature/131236/extreme_game_development_right_on_.php/>. Acesso em: 01 jun 2015.

GAMERSHELL. Disponível em: < http://www.gamershell.com/ps3/fifa_14/screenshots.html?id=723749/>. Acesso em: 28 maio 2015.

GEDIGames. Relatório final: Mapeamento da Indústria Brasileira e Global de Jogos Digitais. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/seminario/seminario_mapeamento_industria_games042014_Relatorio_Final.pdf> . Acesso em: 28 abril 2014.

GREGORY, JASON. Game Engine Architecture. 1. Estados Unidos: AK Peter/CRC Press, 2009. 864 p.

IOTY 2010. Best UDK Games. Disponível em: < <http://www.indiedb.com/features/ioty-2010-best-udk-game>>. Acesso em: 13 jun 2014.

LIONHEAD. Disponível em: < <http://www.lionhead.com/blog/2014/january/28/fable-february/>>. Acesso em: 28 maio 2015.

LUNDGREN, S. Bjork, HOLOPAINEN, S. J. *Game design patterns*, in: Lecture Note of the Game Design track of Game Developers Conference 2003, March 4–8, San Jose, CA, USA, 2003.

MAIA, José Gilvan Rodrigues. CRAbGE – Uma Arquitetura para Motores Gráficos Flexíveis, Expansíveis e Portáteis. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Federal do Ceará, 2005.

MAKE INDIE GAMES. Game Design Document – conceitos, dicas e definições. Disponível em: < <http://www.makeindiegames.com.br/game-design-document/>>. Acesso em: 26 maio 2015.

MALLMANN, Eduardo Rafael. Estudo e Desenvolvimento de um Jogo Utilizando Unreal Development Kit. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciência da Computação, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2012.

Marchand, A., Hennig-Thurau T., Value Creation in the Video Game Industry: Industry Economics, Consumer Benefits, and Research Opportunities, *Journal of Interactive Marketing*, Volume 27, Issue 3, August 2013, Pages 141-157, ISSN 1094-9968

NEWZOO. Global Games Market Report Infographics. Disponível em: < <http://www.newzoo.com/infographics/global-games-market-report-infographics/>>. Acesso em: 28 abril 2014.

Pastemagazine. 20 Years of Doom: The Most Influential Shooter Ever. Disponível em: <<http://www.pastemagazine.com/articles/2013/12/20-years-of-doom.html>>. Acesso em: 13 jun 2014.

PLEVA, G. *Game programming and the myth in a child's play*, *Journal of Computing Sciences in Colleges* 20 (2) (2004) 125–136.

POSVOLSKI, A. S., et al. AgiGame: Proposta de uma Metodologia Híbrida para Desenvolvimento de Jogos. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. 2014.

RABIN. Steve . Introduction to Game Development. 2. Cengage Learning: Steve Rabin, 2009. 1008 p.

RODRIGUES, F. H., MACHADO, S. M., VALENÇA, A. M. G. Definição e Aplicação de um Modelo de Processo para o Desenvolvimento de *Serious Games* na Área de Saúde. UFPB, João Pessoa. 2010.

SATO, A. K. O., Game Design e Prototipagem: Conceitos e Aplicações ao Longo do Processo Projetual. In: SBGames, 2010, Florianópolis, Anais.

Seung Seok Noh, Sung Dea Hong, Jin Wan Park, "Using a Game Engine Technique to Produce 3D Entertainment Contents," 2013 23rd International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT), pp. 246-251.

SHAH, N. the vídeo game industry: An industry analysis, from a vc perspective. 2005. Disponível em: <http://digitalstrategies.tuck.dartmouth.edu/digital/assets/images/05_shah.pdf>. Acesso em: 06 abril 2014.

SHULTZ, G. A. The story engine concept in CS education, *Journal of Computing Sciences in Colleges* 20 (1) (2004) pp. 241–247.

SOUZA, M. V. O., ROCHA, V. M. Um estudo sobre o desenvolvimento de jogos eletrônicos. Unipê, João Pessoa. 2005. 123 p.

STARCRRAFT. Disponível em: < <http://us.battle.net/sc2/pt/>>. Acesso em: 28 maio 2015.

STEAM. Disponível em: < <http://store.steampowered.com/app/55150/>>. Acesso em: 05 jun 2015.

TECHTUDO. The Sims 4. Disponível em: < <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/05/the-sims-4-video-explica-o-novo-sistema-de-construcao-de-casas.html/>>. Acesso em: 28 maio 2015.

UDK. Unreal Development Kit. Disponível em: < <https://www.unrealengine.com/products/udk/>>. Acesso em: 13 jun 2014.

UNITY3D. Unity 5. Disponível em: < <https://unity3d.com/pt/>>. Acesso em: 21 maio 2015.

WILEY. Microsoft Official Academic. Gaming Development Fundamentals. 1. Estados Unidos: Wiley, 2013. 216 p.

APÊNDICE A – ARTIGO

Metodologia de Gerência de Projeto Aplicada no Desenvolvimento de um Jogo 3D Utilizando o Motor Gráfico Unreal Development Kit (UDK)

Gabriel Felipe¹, Paulo João Martins¹

¹Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias, Curso de Ciência da Computação – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)
Criciúma – SC – Brazil

gabrielheavy@hotmail.com, pjm@unescc.net

Resumo. Os jogos eletrônicos são formas de entretenimento que ao longo dos anos estão adquirindo um espaço grande na sociedade, onde a ascensão da indústria de jogos no mundo tornou esta área abrangente em muitos países, conquistando recentemente o espaço de indústria mais rentável na área de software. Este projeto teve como objetivo contextualizar os jogos e dar uma visão histórica e de mercado a respeito dos mesmos. Apresenta um processo de desenvolvimento de jogos e metodologias de desenvolvimento. O protótipo de jogo desenvolvido na pesquisa foi intitulado Hero of War e pertence ao gênero ação em uma perspectiva futurista e de tecnologia, desenvolvido através do motor gráfico livre Unreal Development Kit e utilizando a metodologia de gerência de projeto para o controle do desenvolvimento. Como resultado foi obtido um jogo de três dimensões disponível para computadores, este que contribuiu para a difusão de conhecimento na área de jogos e aplicação de motores gráficos no desenvolvimento de jogos independentes, estes que são capazes de proporcionar entretenimento e até mesmo agregar outras áreas de estudo e promover a educação.

1. INTRODUÇÃO

Com a ascensão da indústria de jogos no mundo, onde o mercado é muito abrangente e está em constante expansão, considerando a pesquisa feita pela Newzoo (2013) onde houve um crescimento de 6% em relação ao ano anterior (2012) e essa projeção deve se manter para os anos seguintes, além disso, o número de jogadores no mundo deve superar a marca de 1,2 bilhões nos próximos anos e o Brasil é um país com um número expressivo.

No Brasil o número de jogadores ativos é elevado, segundo a Newzoo (2011), a população nacional de jogadores atinge a marca de 35 milhões e a indústria movimenta bilhões, porém, apesar de o Brasil ser um mercado em potencial na área de jogos, o desenvolvimento nacional, baseado na pesquisa da ABragames (2008) é de apenas 1,8% em relação à produção mundial de jogos e o número de profissionais capacitados é de 560, distribuídos em apenas 42 empresas.

Embora a parte de desenvolvimento de jogos eletrônicos seja complexa, pois sua produção envolve várias atividades, no quesito técnico, engloba ainda a aplicação do conhecimento de várias áreas de estudo, como linguagens de

programação, sistemas operacionais, computação gráfica, engenharia de software e inteligência artificial (BITTENCOURT, 2004).

O desenvolvimento que inclui diversos processos como: iniciar uma ideia, onde é necessário ter algo em mente para que se inicie a parte de elaboração, onde ela será melhorada e sua implementação considerada para que seja possível a criação de objetos, estes que são os elementos visuais dos jogos, posteriormente a linha de história, que é um passo muito importante para que o jogo se torne envolvente para o jogador, os elementos de gameplay que definem o modo de interação entre o jogador e o jogo e por fim as game mechanics que estabelecem as regras do jogo, como ele irá operar e os desafios que o mesmo irá oferecer.

No que diz respeito à utilização de motores gráficos para o desenvolvimento de jogos, que hoje é muito mais frequente, esse componente de software é originalmente projetado para dar suporte à programação de jogos, pois ele é capaz de encapsular as funcionalidades de vários subsistemas que gerenciam o ambiente virtual sob diversos aspectos (MAIA, 2005).

Considerando toda a complexidade de desenvolvimento, a pesquisa se atém em empregar a prática por meio do motor gráfico escolhido Unreal Development Kit (UDK) que é livre para fins não comerciais, especificamente teste, estudo e possui uma extensa documentação para desenvolvedores, esta ferramenta foi aplicada na demonstração do processo de desenvolvimento de jogos e na construção de um protótipo que foi documentado por meio do game design document.

2. JOGOS ELETRÔNICOS

Os jogos eletrônicos são formas de entretenimento que ao longo dos anos estão adquirindo um espaço muito grande na sociedade, com o passar dos anos estes se tornaram uma nova forma de empreendimento, passando a apresentar diversos padrões (CANELLA, 2011).

Os jogos são classificados em vários gêneros baseado no tipo de interação do jogador com o jogo, que é chamado de gameplay. A palavra gênero se refere a uma particular classe ou tipo de parada artística, por exemplo, cinema possui diferentes gêneros, como ação, comédia, romance e outros. Similarmente os jogos são categorizados em diferentes gêneros também (WILEY, 2011, tradução nossa).

3. MERCADO DE JOGOS

A indústria de jogos digitais tem sua importância relacionada não somente à sua capacidade de geração de emprego e renda, mas também pela vocação de promover a inovação tecnológica que transborda para os mais diferentes setores da economia, arquitetura e construção civil, publicidade e propaganda, as áreas de saúde, educação e defesa, treinamento e capacitação, entre outros (GEDIGAMES, 2014).

Segundo a Gedigames (2014), um motivo muito importante para o crescimento atual no consumo dos jogos digitais é que eles não são mais apenas consumidos por jovens do sexo masculino, agora também crianças, mulheres e idosos fazem parte dos consumidores, considera-se também que o uso dessa tecnologia ultrapassou também o entretenimento, podendo ser incorporada em atividades de educação, pesquisas científicas, treinamentos e vários outros aspectos do cotidiano.

De acordo com Marchand e Hennig-Thurau (2013, tradução nossa), nos últimos 20 anos a indústria de jogos eletrônicos se estabeleceu como um

contribuidor significativo para o mercado global de entretenimento. Comparado com indústrias mais estabelecidas e antigas, como a de filmes e música, pesquisas de mercado mostram que há um processo que cria valor para as companhias e consumidores no contexto de jogos eletrônicos, que atualmente estão disponíveis em muitos mecanismos (como consoles, portáteis, dispositivos móveis) e por múltiplos canais (individual e online)

4. DESENVOLVIMENTO DE JOGOS

O desenvolvimento de jogos é um processo de: imaginar um jogo, definir a forma com que ele irá funcionar, descrever elementos que compõem um jogo (conceito, funções, artística e outros), transmitir informação sobre o jogo para o time que irá desenvolvê-lo.

O trabalho de um desenvolvedor de jogos, que muitas vezes é chamado de game designer inclui todas as tarefas citadas acima, e uma importante tarefa sua é transformar regras gerais do jogo em um modelo simbólico e matemático que possa implementar um algoritmo, esse modelo é conhecido como core mechanics do jogo (ADAMS, 2009, tradução nossa).

O core mechanics é o coração de qualquer jogo, pois ele gera o gameplay, ele define os desafios que o jogo pode oferecer e ações que o jogador pode ter para vencer esses desafios, elas também determinam o efeito do jogador sobre o mundo no jogo.

O conceito de jogo significa o modelo concreto das ideias, esse processo envolve a criação de missões, linhas de história, gameplay, e as core mechanics. Iniciar uma ideia é apenas o começo do processo criativo, listar as ideias, selecionar as melhores, definir as regras do jogo, finalização do personagem e muitas outras atividades que trazem o produto final.

O conceito de jogo é a elaboração da ideia do mesmo, que inclui brevemente as seguintes especificações:

- a) o objetivo final do jogo ou a missão principal;
- b) o enredo ou a linha de história;
- c) vários elementos interativos e não interativos do jogo e do gameplay;
- d) o fluxo do jogo ou game mechanics.

O propósito de escrever o objetivo é para esclarecer a ideia do jogo para o time de produção, enquanto escrevem-se os objetivos, deve-se também focar na ideia de elementos formais, que estão por baixo do sistema de mecânicas do jogo, um sistema de objetivos deve responder três perguntas básicas:

- a) Qual o objetivo do jogo?
- b) Quais os desafios que o jogo apresenta para o jogador?
- c) Como o jogador vai alcançar o seu objetivo?

Por fim, um objetivo bem definido é a referência para testar todas as ideias que foram consideradas para o jogo. A versão final do jogo não deve ter elementos que vão contra o objetivo principal (WILEY, 2011, tradução nossa).

Outro fator importante é a linha de história do jogo, que é o enredo oculto que define o fluxo do jogo do começo ao fim, uma boa linha de história é o ingrediente primário para criar um jogo fascinante, pois assim como filmes, jogos também contam uma história, estas que circulam em volta de interesses humanos, como: amor, família, ameaças, aventuras, suspense e morte, similar a todas as histórias, a narrativa do jogo ou linha de história é a expressão da imaginação do ser humano.

Escrever uma linha de história é um processo complexo. Deve-se escrever a história bem localizada e com objetivos bem definidos, através da história deve-se

criar um mundo que seja creditado como um mundo real em que o personagem vive, um mundo bem creditado faz o jogador esquecer que ele ou ela está jogando um jogo e melhora bastante a experiência de jogo (WILEY, 2011, tradução nossa).

A fase de conceituar o gameplay, segundo Wiley (2011, tradução nossa) descreve vários elementos onde o jogador interage com o jogo, isso inclui o visual temático e as cinematics, objetos e personagens do jogo, a interface de usuário e o tema de áudio.

O gameplay consiste nos elementos visuais que ajudem o jogador a manter a sua crença no jogo, os personagens e objetivos, resultando numa experiência mais imersiva, e ele é bastante influenciado pelo game setting e pela linha de história do jogo.

O game setting é o termo usado para se referir aos processos que o jogador usa para alterar ou personalizar o jogo, exemplo inclui colocar o nome de um personagem, adicionar informações para ele, alguns jogos deixam o jogador alterar até a física do personagem e suas roupas.

Na última fase do processo de criação do conceito do jogo estão a game mechanics, que é como o jogo irá operar, incluindo as regras do jogo, os desafios que os jogadores encontram no fluxo do jogo, as atividades que o jogador poderá executar e o principal objetivo que o jogador deve conquistar dentro do jogo, ela também define como o jogador será declarado vencedor.

Para desenvolver game mechanics efetivas, é necessário primeiro entender com o jogo funciona:

- a) essencialmente, no jogo, o jogador irá executar uma ação;
- b) a ação irá ativar um efeito no jogo, este efeito é baseado no conhecimento das regras do jogador sobre o mesmo. Não é possível para um jogador conhecer todas as regras construídas, o game designer de jogo irá conceituar várias regras que serão desconhecidas para o jogador, que eventualmente vai descobrir. Essas regras são chamadas de black box.
- c) baseado nas ações do jogador, a simulação irá prover um retorno para o jogador.
- d) dependendo do retorno, o jogador poderá executar uma nova ação.

Um exemplo interessante que explora as game mechanics é que: assumindo que em um jogo, o jogador deve alcançar o alvo antes da vida de seu personagem se deteriorar em determinado ponto, o jogador pode melhorar a vida do personagem fazendo com que ele colete maçãs no caminho, para alcança-las ele deve pular, sendo assim, nesse jogo ele estará executando a ação de pular para poder comer a maçã e prosseguir, isso causará um efeito no jogo, que determinará o sucesso ou a falha resultante da ação do personagem do jogador, baseado no resultado a ação do personagem do jogador de acordo com a regra do jogo, trará um retorno.

- a) retorno 1: se ele alcançou a maçã, será mostrado o personagem comendo e depois uma melhora na vida do mesmo.
- b) retorno 2: se ele não consegue alcançar a maçã, ela irá continuar no seu local de origem na tela e a vida do personagem continuará a mesma.

5. JOGOS 3D

São jogos em três dimensões (3D) que normalmente são jogos orientados pelo personagem, diferente de outros jogos que normalmente possuem orientação pela condução da tela. Apresentam uma particularidade pelo fato de possuir um conjunto de controles independente do ângulo da câmera, apesar de existir algumas exceções. Um bom exemplo para esta exceção é o jogo Crash Bandicoot, onde quando o jogador executa o joystick para cima, o personagem se move para o topo

da tela, onde no ambiente 3D significa para frente, executando para baixo o joystick faz o personagem mover de face para o jogador e assim mover-se para ele e executando para esquerda ou direita faz o personagem mudar sua face e seguir naquela direção (ADAMS, 2009, tradução nossa).

A condução orientada pelo personagem é bastante adequada para jogos em primeira pessoa, onde pressionar o joystick para cima faz com que o personagem se mexa para frente em qualquer direção que ele esteja olhando, independente da forma com que a tela esteja orientada. Implementar a condução orientada por personagem varia de um dispositivo para outro, considera-se alguns mais utilizadas: joysticks, d-pad controles (que são mais utilizados em consoles) e controle baseado em mouse.

Com a navegação baseada no mouse, que é padrão para jogos de computador em primeira pessoa, o mouse apenas controla a direção que o personagem ficará e o jogador deve usar o teclado para fazer o personagem se movimentar, movendo o mouse para a esquerda ou direita faz com que o personagem troque sua direção (ADAMS, 2009, tradução nossa).

6. MOTORES GRÁFICOS

O termo motor gráfico ou game engine surgiu pela metade da década de 90 em referência aos jogos de tiro em primeira pessoa, conhecidos como FPS, jogos como Doom tiveram uma grande popularidade. Este jogo teve sua arquitetura bem definida na separação entre o núcleo de componentes do software (como sistema de renderização de gráficos em três dimensões, sistema de detecção de colisão e sistema de áudio) e componentes de arte, mundo do jogo e regras que compõe a experiência do jogador.

O valor dessa separação se tornou mais evidente quando os desenvolvedores passaram a licenciar jogos e recriá-los em novos produtos com novas artes, aspectos do mundo, armas, personagens, veículos e regras de jogo com poucas mudanças na “engine”.

Foi então que nasceu uma comunidade de jogadores individuais e estúdios independentes que desenvolviam novos jogos modificando já existentes, usando ferramentas livres disponibilizadas pelos desenvolvedores originais, e no final dos anos 90 jogos como Quake III Arena e Unreal foram desenvolvidos com reutilização e modificação (GREGORY, 2009, tradução nossa).

Motores gráficos são tipicamente específicos para gêneros, um motor gráfico desenvolvido para um jogo de luta e uma arena é muito diferente de um de tiro em primeira pessoa ou estratégia em tempo real, entretanto existe certa sobreposição, todos os jogos 3D, independentes de gênero necessitam um formato em baixo nível de uso do usuário para joystick, teclado e mouse.

A Unreal Engine é um exemplo de motor gráfico que foi desenvolvido para jogos de tiro em primeira pessoa, porém jogos de outros gêneros desenvolvidos nela também obtiveram sucesso, incluindo nomes populares como Gears of War, Grimm e Speed Star.

Hoje em dia existem muitos motores gráficos comerciais e livres para desenvolvedores, como por exemplo, o Unity 3D que é uma tecnologia que traz uma grande facilidade para desenvolvedores de jogos, é um motor gráfico que não necessita de tantos recursos para se iniciar no desenvolvimento de jogos (CREIGHTON, 2010, tradução nossa).

Também o Unreal Development Kit, que é uma versão livre da popular Unreal 3 engine, é uma fantástica e poderosa ferramenta para usar em projetos de qualquer

tipo, pode-se usar para criação de jogos de alto qualidade e também não apresenta complexidade considerável (DORAN, 2013, tradução). Este motor gráfico foi escolhido para o desenvolvimento do protótipo.

6. GERÊNCIA DE PROJETO

A gerência dos recursos de um projeto, independente de sua natureza, sendo ele individual ou coletivo, é executada por meio de um processo de administração composto por cinco etapas de acordo com a metodologia proposta por Cleland e Ireland (2002).

- a) planejamento: desenvolvimento dos objetivos, metas e estratégias que proporcionem o compromisso de recursos para apoiar o projeto.
- b) organização: identificação dos recursos humanos e materiais necessários, fornecendo uma distribuição adequada dos mesmos, e o estabelecimento de papéis individuais e coletivos dos membros das equipes dos projetos, que agem como um ponto focal para o emprego desses recursos.
- c) motivação: o processo de estabelecimento de um sistema cultural que faça vir à tona o melhor que as pessoas podem fazer em seu projeto de trabalho.
- d) direção: proporcionar a competência necessária da liderança para garantir a tomada e a execução de decisões que envolvem o projeto.
- e) controle: monitoração, avaliação e controle do emprego de recursos no projeto que sejam coerentes com ele e com os planos do projeto.

Por ser uma metodologia mais simples de ser aplicada e pelo fato de ser de fácil adaptação a pequenos projetos, ela foi escolhida para ser utilizada no protótipo.

O próximo capítulo aborda os trabalhos correlatos que possuem relação com a pesquisa feita e agregam conhecimento à área de jogos.

7. DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho teve como foco o estudo da área de desenvolvimento de jogos, visando abordar os mesmos em sua vasta área de abrangência, onde foi descrito a história dos jogos, o estado do mercado mundial e brasileiro, o desenvolvimento de jogos e motores gráficos.

Especificamente foi estudado os jogos eletrônicos 3D e suas formas de desenvolvimento através de motores gráficos, expondo as capacidades dos motores gráficos, especificamente do Unreal Development Kit, este que foi escolhido para a pesquisa, bem como demonstrados jogos feitos na mesma. Foi desenvolvido o protótipo de jogo 3D que se chama Hero of War e este foi documentado com o GDD.

Após realizar o estudo completo sobre os jogos, em específico os jogos 3D, iniciou-se a fase de ideias, onde o jogo começou a ser imaginado para posteriormente ser aplicado. Considerando todos os estudos feitos com a UDK e a facilidade que a ferramenta disponibiliza no desenvolvimento de jogos 3D, foi definido que o jogo seria de ação com alguns aspectos futuristas e armas tecnologicamente avançadas.

Ao obter a primeira ideia, iniciou-se a parte de definições do jogo, onde este ganharia um aspecto mais consistente.

As game mechanics que foram citadas no capítulo de desenvolvimento da pesquisada são muito importantes, pois definem as regras do jogo, como o jogador pode se comportar e os desafios que o jogo oferece para o jogador, sendo assim, elas são abordadas nas definições do jogo, onde nele o jogador será capaz de:

a) Movimentação: O jogador é capaz de movimentar seu personagem para todas as direções desejadas.

b) Atirar: Caso esteja portando uma arma é possível disparar tiros com a mesma.

c) Troca de arma: Se estiver portando mais de uma arma o jogador conseguirá trocá-las.

d) Morrer: Ao ter sua vida reduzida a zero, o jogador morrerá.

A figura 15 demonstra uma imagem do jogo em uma de suas fases de desenvolvimento, já contando com os aspectos da game mechanics citados.



É possível observar na imagem alguns elementos destacados:

- 1) Personagem controlado pelo jogador
- 2) Direção que o jogador está seguindo no mapa
- 3) Armadura, vida e munição do jogador, bem como a arma que está sendo utilizada.
- 4) Ambiente a ser explorado pelo jogador.

Com os principais elementos do jogo definidos, pode-se dar início a metodologia de desenvolvimento do jogo.

Foi utilizada no projeto a metodologia definida por Clealand e Ireland (2002) que é conhecida por Gerência de Projeto, onde foi escolhida por se adequar com mais facilidade à proporção do trabalho e a disponibilidade de recursos, bem como a quantidade de pessoas envolvidas no projeto.

Inicialmente foi feito o planejamento a respeito do projeto, ao estudar as capacidades e funcionalidades da UDK foi possível definir os elementos essenciais, os prazos e como o protótipo ficaria ao ser concluído.

A organização, elemento essencial da metodologia de Clealand e Ireland, com ela é possível manter o projeto dentro de todas as especificações do planejamento. Dentro do projeto foram organizados todos os documentos necessários para a pesquisa e foi definido um computador que fosse capaz de trabalhar com todo o potencial de desenvolvimento da UDK.

A motivação do trabalho, que tem como objetivo trazer a pessoa que está no projeto para um ambiente de imersão, onde será trabalhado para concluir o projeto dentro do prazo e entregá-lo de maneira mais fiel ao planejamento possível.

Por fim a direção e o controle, que são muito importantes para o andamento do projeto, dirigindo-o de maneira adequada e mantendo o controle dos recursos disponibilizados, fazendo com que o trabalho prossiga e suas especificações sejam sempre cumpridas.

Considerando toda a definição do processo metodológico, a fase do desenvolvimento foi fragmentada para que esta seja mais bem definida, sendo assim, iniciou pela conceituação.

Para criar o conceito do jogo é importante que exista alguma inspiração, ou seja, que o jogo seja baseado em algum outro existente, ou que tenha uma visão histórica, folclórica ou até mesmo cotidiana, abstrata.

Segundo Sato (2010) como em todo projeto, o game design também possui uma documentação de todos os seus conceitos, aspectos e características. Um dos registros que se faz de um projeto é o conceito, onde a partir da ideia inicial do jogo, o game designer desenvolve o conceito do jogo, onde a reflexão acerca de um conceito de jogo não é uma tarefa simples.

Sendo assim, uma das grandes visões para o jogo foi o Warhammer 40.000: Space Marine

Após determinados os diversos aspectos de desenvolvimento e estabelecida uma conceituação do jogo, iniciou-se o desenvolvimento dele, onde foram criados os terrenos, personagens, iluminações e por fim a criação do instalador para que o jogo possa ser utilizado em diversos computadores.

8. RESULTADOS OBTIDOS

O desenvolvimento do protótipo está incluído em uma pesquisa bibliográfica que teve como objetivo um estudo completo na área de jogos, bem como especificamente o motor gráfico UDK, além da realização do protótipo e sua documentação.

Hero of War, nome do jogo desenvolvido é um jogo de ação em um ambiente de futuro e uma de suas grandes qualidades é o seu gráfico e por possuir diversos elementos interativos de combate, como novas armas e explosões.

O funcionamento do jogo desenvolvido se dá por controles simplificados e batalhas interativas que não envolvem complexidades, o jogo possui objetivos simples, que envolvem basicamente derrotar os inimigos encontrados ao longo do caminho e conta com apenas um cenário.

O jogo conta com um pacote de instalação que está disponível para qualquer computador com versões de Windows 7 ou superiores que possuam as configurações mínimas de:

- a) Processador: Multicore 2.0 GHz
- b) Memória: 4 GB
- c) Espaço em disco: 5 GB
- d) Placa de vídeo gráfica

Sendo assim, foi possível obter o protótipo em funcionamento através de todo o estudo e documentação pesquisada, atualmente este se encontrando em sua primeira versão, esta que tem como finalidade apenas os estudos, da ferramenta UDK e dos jogos em geral. As figuras 34 e 35 apresentam a instalação do protótipo.

9. CONCLUSÃO

Com o avanço tecnológico constante, a área de jogos se tornou um mercado muito importante para o mundo, criando aspectos econômicos muito fortes e abrigando inúmeras áreas de estudos, como a programação, design e técnicas sonoras, todas essas que podem ser atribuídas a um projeto de jogo.

Através da pesquisa foi possível obter do objetivo específico um conhecimento teórico a respeito dos conceitos de jogos, onde se observou a importância da história dos jogos e dos pesquisadores mais antigos, bem como empresas que tiveram grandes impactos no desenvolvimento da área. Além disso, o

mercado mundial e brasileiro de jogos que possui um crescimento notável e cada vez abriga mais profissionais e colaboradores.

Foram descritos o processo de desenvolvimento de jogos 3D e as melhores práticas e metodologias para eles, estabelecendo assim uma forma mais eficiente na criação dos jogos através dos motores gráficos, estes que foram estudados, em que o Unreal Development Kit foi selecionado pela pesquisa por ser livre e apresentar um enorme potencial para a criação de jogos.

Com a realização do trabalho foi possível atingir as metas definidas, estudando o desenvolvimento de jogos e descrevendo através da pesquisa em diversas literaturas de importância. O motor gráfico abordado também foi estudado e apresentado, bem como jogos desenvolvidos através dele, é importante considerar que a documentação disponível na Internet foi de grande impacto para o desenvolvimento do trabalho, especialmente as disponibilizadas pela própria UDK.

Como resultado da pesquisa que teve como objetivo principal o desenvolvimento de um protótipo de jogo 3D na UDK obteve-se Hero of War, um jogo de ação com aspectos futuristas e tecnológicos, disponível para computadores, descrito através do GDD e feito baseado na metodologia de gerência de recursos de um projeto.

Sendo assim, é possível perceber que a área de desenvolvimento de jogos é de grande complexidade e envolve muitos detalhes, mas se houver um estudo aprofundado de uma determinada ferramenta que facilite o desenvolvimento, este se tornará mais simplificado, concluindo assim que a criação de jogos é uma área de envolvimento global e que hoje existem muitos fatores que facilitam o trabalho na mesma.

Por fim, com base no conhecimento adquirido através da pesquisa, considera-se a possibilidade de trabalhos futuros e aprimoramentos na área de jogos, como:

- a) Ampliação de mapas e ambientações de Hero of War.
- b) Estudo de motores gráficos 2D.
- c) Desenvolvimento de jogos educativos utilizando motores gráficos livres.

REFERÊNCIAS

- ABRAGAMES. Plano Diretor da Promoção da Indústria de Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos no Brasil. Disponível em: < http://www.abragames.org/wp-content/uploads/2013/04/Diretrizes_B%C3%A1sicas_Prom_Ind_de_Desenv_de_games_2004.pdf>. Acesso em: 28 abril 2014.
- ADAMS. Ernest. Fundamentals of Game Design. 2. Estados Unidos: New Riders, 2009. 700 p.
- BITTENCOURT, J. R. Um framework para criação de jogos computadorizados multiplataforma. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- CANELLA, Bruno Fontana. Uso de Ferramentas no Desenvolvimento de Jogos Digitais para Múltiplas Plataformas em C++. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2011.
- CREIGHTON, R. H.; Unity 3D Game Development by Example: Beginner's Guide. 1. Estados Unidos: Packt Publishing, 2010. 384 p.
- DORAN, J. P.; GATZIDIS, C. UDK iOS Game Development: Beginner's Guide. Estados Unidos, 2012. 280 p.

- GEDIGames. Relatório final: Mapeamento da Indústria Brasileira e Global de Jogos Digitais. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/seminario/seminario_mapeamento_industria_games042014_Relatorio_Final.pdf>. Acesso em: 28 abril 2014.
- GREGORY. JASON. Game Engine Architecture. 1. Estados Unidos: AK Peter/CRC Press, 2009. 864 p.
- MAIA, José Gilvan Rodrigues. CRAbGE – Uma Arquitetura para Motores Gráficos Flexíveis, Expansíveis e Portáteis. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Federal do Ceará, 2005. NEWZOO. Global Games Market Report Infographics. Disponível em: <<http://www.newzoo.com/infographics/global-games-market-report-infographics/>>. Acesso em: 28 abril 2014.
- Marchand, A., Hennig-Thurau T., Value Creation in the Video Game Industry: Industry Economics, Consumer Benefits, and Research Opportunities, Journal of Interactive Marketing, Volume 27, Issue 3, August 2013, Pages 141-157, ISSN 1094-9968
- WILEY. Microsoft Official Academic. Gaming Development Fundamentals. 1. Estados Unidos: Wiley, 2013. 216 p.