



PUC-SP

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Cesar da Silva Peixoto

**JOGOS DE ESTRATÉGIA DE GUERRA EM TEMPO REAL
MULTIJOGADOR E SEU DESENVOLVIMENTO NO MOTOR UNREAL
ENGINE 4**

**Mestrado em Desenvolvimento de
Jogos Digitais.**

São Paulo

2019



PUC-SP

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Cesar da Silva Peixoto

**JOGOS DE ESTRATÉGIA DE GUERRA EM TEMPO REAL
MULTIJOGADOR E SEU DESENVOLVIMENTO NO MOTOR UNREAL
ENGINE 4**

Relatório apresentado à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento de Jogos Digitais, redigida sob a orientação do professor Dr. Claudio Fernando André.

São Paulo

2019

Peixoto, Cesar da Silva.

Jogos de estratégia de guerra em tempo real multijogador e seu desenvolvimento no Unreal Engine 4

Registro: 2019

Orientador: Claudio Fernando André.

Dissertação de Conclusão de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

PEIXOTO, Cesar da Silva. Jogos de estratégia de guerra em tempo real multijogador e seu desenvolvimento no motor Unreal Engine 4. Dissertação. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Mestrado em Desenvolvimento de Jogos Digitais, redigida sob a orientação do professor Dr. Claudio Fernando André.

Banca Examinadora

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço aos meus familiares e amigos, pela compreensão da distância e apoio durante o desenvolvimento desta investigação.

Aos professores Alexandre Braga, David Lemes, Diogo Cortiz, Hermes Hildebrand, Reinaldo Ramos, que com sua experiência contribuíram para o enriquecimento teórico e prático executado nesse trabalho.

Ao meu orientador, Claudio Fernando André, pela inestimável direção na condução deste trabalho, com sugestões, suporte e revisões. Sua constante presença tornou possível esta realização.

Em especial, aos meus queridos pais, Jose Agostinho Martins Peixoto, que faleceu durante o deslinde deste trabalho, e à minha mãe, Dagmar da Silva Peixoto. A coragem para mudar de carreira e perseguir meus sonhos é fruto de todo o apoio e inspiração tive de vocês, por toda vida.

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo geral desenvolver um estudo sobre jogos de estratégia de guerra em tempo real, contemplando seus principais fundamentos e elementos de game design, e o seu processo de desenvolvimento tendo como base os recursos padrões do Unreal Engine 4. O que justifica essa investigação é escassez de debate sobre o tema proposto, sob a ótica do desenvolvimento de jogos digitais, ainda pouco explorado e carente de pesquisas científicas se comparadas a outras áreas acadêmicas, especialmente no Brasil. O que motiva a realização dessa pesquisa é a possibilidade de investigar alternativas que possam contribuir para a evolução da indústria de desenvolvimento de jogos independentes no Brasil, no sentido de incentivar o desenvolvimento de um gênero de jogo atualmente pouco explorado pelos grandes estúdios, e que pode ser explorado fazendo uso das ferramentas comerciais oferecidas no mercado. A presente investigação busca responder a seguinte questão problematizadora: como desenvolver jogos de estratégia em tempo real multijogador online utilizando o motor Unreal Engine 4? Considera-se a hipótese de que o Unreal Engine 4, por meio de sua tecnologia nativa, é viável para o desenvolvimento de jogos de estratégia em tempo real multijogador online no cenário da indústria independente de jogos digitais. Optamos pela metodologia de pesquisa científica de natureza qualitativa, do tipo descritiva, com origem de dados bibliográficos/documentais, sob o prisma epistemológico do *Design Science Research*, uma vez que enfrenta aspectos teóricos e empíricos, com intuito de cumprir seu objetivo geral. A revisão de estudos anteriores relacionados ao tema proposto teve foco delimitado o período entre 2008 a 2018, contemplando livros, artigos científicos, teses e dissertações, considerando pesquisas disponíveis nas seguintes bases online: a) Banco de Teses e Dissertações da PUC-SP (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo), b) Banco de Teses e Dissertações da Capes, c) SBGames – Sociedade Brasileira de Games, d) The International Journal of Computer Game Research, e) Google Scholar. Também foram considerados para a revisão de estudos anteriores, os artigos disponíveis na *Scientific Electronic Library Online* – SciELO, das revistas científicas classificadas como nível A1 do Qualis-Capes na área de interdisciplinar e ciência da computação. Os instrumentos de coleta de dados serão questionários, entrevistas e observação. Os referenciais teóricos que sustentam esta investigação são os conceitos de jogos (HUIZINGA, 2017; CAILLOIS, 2017), jogos digitais de estratégia (NOVAK, 2010) e game design para jogos digitais (MCGONIGAL, 2012; SCHELL, 2011). Os resultados obtidos alcançaram o objetivo geral e específicos estabelecidos, entretanto, a hipótese revelou-se inverídica no presente estudo, devido ao sistema de navegação padrão, oferecido pelo Unreal Engine 4, que se mostrou inadequado para o desenvolvimento de jogos de estratégia em tempo real.

Palavras-chave: jogos RTS, estratégia em tempo real, desenvolvimento de jogos digitais, unreal engine 4.

Abstract

The main objective of this research is develop a study on real-time war strategy games, contemplating the fundamentals elements in a game design, and its developing process, using as a base the standard resources of Unreal Engine 4. What justifies this investigation is the lack of debate about the proposed theme, specially in Brazil it has a lack of study in this área, even more when compare with the other academic areas. What motivates this research would be a possibility to find out new alternatives tha could contribute with the evolution of the independente game development industry in Brazil, encouraging a development of a game genere nowadays underexplored for the biggest studios, and it can bem explored using the comercial tools offering on the market. The presente investigation is seeking answer the question: How the multiplayer online real-time strategy games can be developed using Unreal Engine 4? Considering a hypothesis that Unreal Engine 4, through the native technology itself has, it viable to develop multiplayer online real-time strategy games on the independente games industry scenario. We opted using the methodology of scientific research of a qualitative nature, kind of desciptive, with bibliographical / documental data origin, with na execution in a filed under epistemological prism of *Design Science Research*, as it has a theoretical and empirics aspect, to accomplish the general objective. The review of previous studies on the theme was between 2008 and 2018, including books, scientific articles, thesis and dissertations, considering possible online searches available: a) Banco de Teses e Dissertações da PUC-SP (Pontificia Universidade Católica de São Paulo), b) Banco de Teses e Dissertações da Capes, c) SBGames – Sociedade Brasileira de Games, d) The International Journal of Computer Game Research, e) Google Scholar. Also were considered for previous study reviews, available articles at *Scientific Electronic Library Online – SciELO*, from the scientific magazines classified as A1 level by Qualis-Capes in the interdisciplinar and computer Science. The collection data will be done by surveys, interview and observation. The theoretical references that suport this investigation are games concepts (HUIZINGA, 2017; CAILLOIS, 2017), strategy digital games (NOVAK, 2010) and game design for digital games (MCGONIGAL, 2012; SCHELL, 2011). The results achieved have got the general and established specific objectives, however, the hypothesis showed untrue in this study, due to standard navigation system, offered by Unreal Engine 4, that was unsuitable for the develop of real-time strategy games.

Keywords: RTS games, real-time strategy, game development, unreal engine 4

Índice de Figuras

FIGURA 1 - IMAGEM DO JOGO COSSACKS 3	5
FIGURA 2 - CARACTERIZAÇÃO DO ARTEFATO	17
FIGURA 3 - CLASSES DE PROBLEMAS	19
FIGURA 4 - ETAPAS DA DSRM	24
FIGURA 5 - NUVEM DE PALAVRAS DO CAPÍTULO 2	35
FIGURA 6 - NUVEM DE PALAVRAS DO CAPÍTULO 3	48
FIGURA 7 - IMAGEM DO JOGO CIVILIZATION VI	62
FIGURA 8 - IMAGENS DO JOGO COMPUTER BISMARCK	68
FIGURA 9 - IMAGEM DO JOGO UTOPIA.	69
FIGURA 10 - IMAGEM DOS JOGOS POPULOUS E HERZOG ZWEI	71
FIGURA 11 - IMAGEM DO JOGO DUNE II: BUILDING OF DYNASTY	72
FIGURA 12 - IMAGEM DO JOGO WARCRAFT: ORCS & HUMANS.....	75
FIGURA 13 - IMAGEM DO JOGO COMMAND & CONQUER.	76
FIGURA 14 - IMAGEM DO JOGO AGE OF EMPIRES.....	78
FIGURA 15 - IMAGEM DO JOGO TOTAL ANNIHILATION	79
FIGURA 16 - IMAGEM DO JOGO STARCRAFT.....	80
FIGURA 17 - OUTROS JOGOS POPULARES NA DÉCADA DE 90.....	83
FIGURA 18 - IMAGEM DO JOGO OUTLIVE.....	84
FIGURA 19 - FOG OF WAR NO JOGO AGE OF EMPIRES 2	92
FIGURA 20 - INTERFACE DO JOGO STARCRAFT 2	93
FIGURA 21 - PAINEL DE RECURSOS DO JOGO SETTLERS ONLINE	95
FIGURA 22 - MAPA PRINCIPAL DO JOGO COSSACKS 3	96
FIGURA 23 - MINI MAPA DO JOGO STARCRAFT 2	97
FIGURA 24 - MENU DE AÇÕES DO JOGO WARCRAFT III: REIGN OF CHAOS.....	98
FIGURA 25 - MENU DE AÇÕES DO JOGO AGE OF EMPIRES III	99
FIGURA 26 - UNIDADES DIVERSAS NO JOGO AGE OF EMPIRES - DEFINITIVE EDITION	100
FIGURA 27 - EDIFICAÇÕES DIVERSAS NO JOGO COSSACKS 3	110
FIGURA 28 - EXTRAÇÃO DE RECURSOS NO JOGO COMMAND & CONQUER 3: TIBERIUM WARS.....	114
FIGURA 29 - ÁRVORE TECNOLÓGICA DO JOGO STARCRAFT 2	120
FIGURA 30 - FLUXOGRAMA DO FRAMEWORK GAMEPLAY	127
FIGURA 31 - DISTRIBUIÇÃO DOS OBJETOS PELA REDE EXTRAÍDO	128
FIGURA 32 - NUVEM DE PALAVRAS DO CAPÍTULO 4	133
FIGURA 33 - PERSPECTIVA DA CÂMERA.....	138
FIGURA 34 - DIAGRAMA DE MAPEAMENTO DOS CONTROLES	140
FIGURA 35 - PROPRIEDADES DA CÂMERA	141
FIGURA 36 - MENU DE OPÇÕES DE COLISÃO.....	143
FIGURA 37 - MENU DE OPÇÕES DE NAVEGAÇÃO	144
FIGURA 38 - DIAGRAMA SOBRE O CONTROLE DE SELEÇÃO DE ENTIDADES	146

FIGURA 39 - VALIDAÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO DE ORDENS	148
FIGURA 40 - DATA ASSET DE HABILIDADE	152
FIGURA 41 - EDITOR DE ANIMATION BLUEPRINT	154
FIGURA 42 - EDITOR DE BLEND SPACE	155
FIGURA 43 – EDITOR DE ANIMATION MONTAGE	156
FIGURA 44 - EDITOR DE BEHAVIOR TREE	158
FIGURA 45 - EQS	159
FIGURA 46 - EDITOR DE QUESTIONAMENTOS	160
FIGURA 47 - NAVMESH.....	161
FIGURA 48 - DADOS COMPARTILHADOS DAS EDIFICAÇÕES	163
FIGURA 49 - BLUEPRINT DO PROXY DE CONSTRUÇÃO	163
FIGURA 50 - BLUEPRINT DE EDIFICAÇÕES	164
FIGURA 51 - REPRESENTAÇÃO VISUAL DAS FONTES DE RECURSOS.....	165
FIGURA 52 - DEBUG DO COMPONENTE WORKSPACE	166
FIGURA 53 - EDITOR UMG	167

Índice de Quadros

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS E DIMENSÕES DA PESQUISA QUANTO A RELEVÂNCIA SOCIAL E RIGOR	
TEÓRICO/METODOLÓGICO.....	15
QUADRO 2 - TIPOS DE ARTEFATOS.....	18
QUADRO 3 - EXEMPLO DE CLASSES DE PROBLEMAS	20
QUADRO 4 - ETAPAS DA DESIGN SCIENCE RESEARCH.....	22
QUADRO 5 - MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO.	25
QUADRO 6 - TIPOS DE GRUPOS FOCAIS EM DSR.	26
QUADRO 7 – RESUMO DOS ESTUDOS RELACIONADOS SEM CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	37
QUADRO 8 - RESUMO DOS ESTUDOS RELACIONADOS COM CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	38
QUADRO 9 - TESTES, ARTIGO E DISSERTAÇÕES RELACIONADOS AO TEMA DA PESQUISA.....	39
QUADRO 10 - WEBSITES ESPECIALIZADOS EM JOGOS DIGITAIS	40
QUADRO 11 - RESUMO DOS ESTUDOS RESUMO DOS ESTUDOS NACIONAIS RELACIONADOS	41
QUADRO 12 - RESUMO DOS ESTUDOS RESUMO DOS ESTUDOS INTERNACIONAIS RELACIONADOS	43
QUADRO 13 - DEFINIÇÕES DE JOGO.....	49
QUADRO 14 - CLASSIFICAÇÃO DE DINÂMICAS.....	53
QUADRO 15 - CLASSIFICAÇÃO DE MECÂNICAS	53
QUADRO 16 - COMPONENTES DE JOGOS.....	54
QUADRO 17 - DEFINIÇÕES DE JOGOS DE ESTRATÉGIA EM TEMPO REAL.....	63
QUADRO 18 - OUTROS JOGOS POPULARES NA DÉCADA DE 90.....	82
QUADRO 19 - AÇÕES OPERACIONAIS EM JOGOS RTS.....	87
QUADRO 20 - TIPOS DE REGRAS.....	88
QUADRO 21 - CLASSIFICAÇÃO DAS HABILIDADES DO JOGADOR.....	90
QUADRO 22 - ATRIBUTOS COMUNS EM UNIDADES DE JOGOS RTS	102
QUADRO 23 - TIPOS DE UNIDADES DE COMBATE	103
QUADRO 24 - FUNÇÕES DAS UNIDADES DE SUPORTE.....	104
QUADRO 25 - ATRIBUTOS COMUNS EM EDIFICAÇÕES DE JOGOS RTS	112
QUADRO 26 - FUNÇÕES ESPECIAIS COMUNS EM EDIFICAÇÕES.....	113
QUADRO 27 - ATRIBUTOS COMUNS EM RECURSOS DE JOGOS RTS.....	117
QUADRO 28 - TIPOS DE RECURSOS	118
QUADRO 29 - RELAÇÃO DE OBJETOS E ORDENS	149

Lista de Abreviaturas

2D – Duas dimensões

3D – Três dimensões

DSR – Design Science Research

CAPES – Lorem Ipsum

GDD – Game Design Document

HUD - Heads-Up Display

IA – Inteligência Artificial

PUCSP – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

RTS – Real-Time Strategy

TBS – Turn-Base Strategy

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
1.2 PRINCIPAL QUESTÃO DA PESQUISA	7
1.3 HIPÓTESE	7
1.4 LOCALIZAÇÃO DA REVISÃO DE ESTUDOS ANTERIORES NO TEMPO E NO ESPAÇO	7
1.5 OBJETIVOS.....	8
1.5.1 <i>Objetivo geral</i>	8
1.5.2 <i>Objetivos específicos</i>	8
1.6 JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA DA PESQUISA.....	8
1.6.1 <i>Justificativa e relevância científica e comercial</i>	8
1.6.2 <i>Justificativa e relevância pessoal, profissional e acadêmica</i>	11
2. METODOLOGIA DA PESQUISA	14
2.1 A METODOLOGIA DESIGN SCIENCE.....	15
2.1.1 <i>Artefatos</i>	16
2.1.2 <i>Classes de Problemas</i>	19
2.1.3 <i>Design Science Research</i>	21
2.1.4 <i>Avaliação e validação na Design Science Research</i>	25
2.2 AS ETAPAS DA PESQUISA USANDO A METODOLOGIA <i>DESIGN SCIENCE RESEARCH</i>	27
2.2.1 <i>Primeira etapa - Identificação do problema e sua motivação</i>	27
2.2.2 <i>Segunda etapa – Definição de objetivos para a solução de desenvolvimento de jogos de estratégia</i>	30
2.2.3 <i>Terceira etapa - Projeto e Desenvolvimento</i>	31
2.2.4 <i>Quarta etapa - Demonstração</i>	32
2.2.5 <i>Quinta etapa – Monitoramento e Avaliação</i>	33
2.2.6 <i>Sexta etapa - Comunicação</i>	33
2.3 RESUMO DO CAPÍTULO	33
3. A REVISÃO DE ESTUDOS ANTERIORES	36
3.1 PRODUÇÃO NACIONAL.....	41
3.2 PRODUÇÃO INTERNACIONAL.....	43
3.3 RESUMO DO CAPÍTULO	47
4. ABORDAGENS TEÓRICAS QUE FUNDAMENTAM O DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DE ESTRATÉGIA EM TEMPO REAL MULTIJOGADOR ONLINE UTILIZANDO O MOTOR UNREAL ENGINE 4.....	49
4.1 FUNDAMENTOS DOS JOGOS DE ESTRATÉGIA EM TEMPO REAL	49
4.1.1 <i>Jogo</i>	49
4.1.1.1 <i>Dinâmicas de jogos</i>	52

4.1.1.2. Mecânicas de jogos	53
4.1.1.3. Componentes de jogos	54
4.1.2 <i>Estratégia</i>	56
4.1.3 <i>O gênero jogos de estratégia</i>	57
4.1.4 <i>Jogos digitais de estratégia</i>	59
4.1.5 <i>Subgênero estratégia por turnos</i>	61
4.1.6 <i>Subgênero estratégia em tempo real</i>	63
4.2 HISTÓRIA DOS JOGOS DE ESTRATÉGIA EM TEMPO REAL	67
4.2.1 <i>Utopia</i>	69
4.2.2 <i>Outros jogos relevantes dos anos 80</i>	70
4.2.3 <i>Dune II: Building of Dynasty</i>	71
4.2.4 <i>Warcraft: Orcs & Humans</i>	75
4.2.5 <i>Command & Conquer</i>	76
4.2.6 <i>Age of Empires</i>	77
4.2.7 <i>Total Annihilation</i>	79
4.2.8 <i>Starcraft</i>	80
4.2.9 <i>Outros jogos populares dos anos 90</i>	82
4.2.10 <i>Outlive</i>	83
4.3 ASPECTOS DE GAME DESIGN	84
4.3.1 <i>Mecânica central</i>	84
4.3.1.1 Espaço	84
4.3.1.2 Objetos, atributos e estados	86
4.3.1.3 Ações	86
4.3.1.4 Regras	88
4.3.1.5 Habilidade	90
4.3.1.6 Sorte	91
4.3.1.7 Névoa de guerra	91
4.3.2 <i>Modelo de interação e interface do usuário</i>	93
4.3.2.1 Painel de recursos	95
4.3.2.2 Mapa principal	96
4.3.2.3 Mini mapa	97
4.3.2.4 Menu de ações	98
4.3.3 <i>O Design das unidades</i>	99
4.3.3.1 Atributos	101
4.3.3.2 Habilidades especiais	103
4.3.3.2.1 Combate	103
4.3.3.2.2 Suporte	104
4.3.3.2.3 Transporte	105
4.3.3.2.4 Exploração	105
4.3.3.2.5 Furtividade	106
4.3.3.3 Balanceamento	106
4.3.4 <i>Design de Edificações</i>	109
4.3.4.1 Atributos	112

4.3.4.2 Funções especiais	112
4.3.4.3 Balanceamento	114
4.3.5 <i>Design de recursos</i>	114
4.3.5.1 Atributos	117
4.3.5.2 Tipos de recursos	117
4.3.5.3 Balanceamento	118
4.3.6 <i>Árvores tecnológicas</i>	119
4.3.6.1 Balanceamento	121
4.4 UNREAL ENGINE 4	122
4.4.1 <i>Actors</i>	122
4.4.2 <i>Desenvolvimento multijogador online</i>	122
4.4.2.1 Conexão Owning	124
4.4.2.2 Replicação	124
4.4.2.3 Property Replication	125
4.4.2.4 Remote Procedure Calls (RPC)	125
4.4.3 <i>Gameplay Framework</i>	126
4.4.3.1 Pawns e Characters	128
4.4.3.2 Game Mode	129
4.4.3.3 Game State	129
4.4.3.4 Player State	130
4.4.3.5 Player Controller	130
4.4.3.6 HUD	131
4.4.3.7 Online Subsystem	131
4.5 RESUMO DO CAPÍTULO	131
5. DESENVOLVIMENTO DO JOGO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	134
5.1 MEIOS DE DESENVOLVIMENTO	135
5.1.1 <i>Uso da linguagem C++</i>	135
5.1.2 <i>Principais componentes</i>	136
5.2 CONTROLE DO JOGADOR E CÂMERA EM TEMPO REAL	137
5.2.1 <i>Movimento</i>	139
5.2.2 <i>Propriedades</i>	141
5.2.3 <i>Controle de entidades do jogo</i>	142
5.2.3.1 Seleção de entidades	145
5.2.3.2 Especificando ordens para unidades	148
5.3 UNIDADES	151
5.3.1 <i>Gameplay Ability System</i>	151
5.3.2 <i>Padrão de projeto Object Pool</i>	152
5.3.3 <i>Animações</i>	154
5.3.3.1 Animation Blueprint	154
5.3.3.2 Blend Space	155
5.3.3.3 Animation Montage	156
5.3.4 <i>Inteligência Artificial</i>	157

5.3.4.1 Behavior Trees	157
5.3.4.2 EQS	158
5.3.4.3 Sistema de navegação	160
5.4 EDIFICAÇÕES	162
5.4.1 Proxy de construção	163
5.5 FONTE DE RECURSOS	164
5.6 COMPONENTE WORKSPACE	165
5.7 INTERFACE GRÁFICA DO USUÁRIO	166
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	168
6.1 TRABALHOS FUTUROS.....	170
6.1.1 <i>Monitoramento e Avaliação da pesquisa</i>	171
6.1.1.1. As entrevistas com os participantes da pesquisa	173
6.1.1.2. Os sujeitos da pesquisa.....	174
6.1.1.3. Características da população participante da pesquisa.....	175
6.1.1.4. Planos de recrutamento.....	175
6.1.1.5. Critérios de inclusão	175
6.1.1.6. Critérios de exclusão	175
6.1.1.7. As medidas de proteção ou minimização de qualquer risco eventual	175
6.1.1.8. O tratamento dos dados coletados	176
6.1.2 – <i>Comunicação da pesquisa</i>	176
6.1.3 <i>Aspectos Éticos</i>	179
6.2 OUTROS ARTEFATOS A SEREM DESENVOLVIDOS	179
REFERÊNCIAS.....	182
APÊNDICES.....	186
APÊNDICE – 01 GAME DESIGN DOCUMENT	187
APÊNDICE – 02 RELAÇÃO DE ASSETS	204
ANEXOS	210
ANEXO – 01 MAPA DE ORIENTAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA DISSERTAÇÃO	211

1. INTRODUÇÃO

Jogos de estratégia são um popular gênero de jogos que fascinam o ser humano. Desde os primeiros jogos de tabuleiro, até os vídeos games modernos, eles instigam uma paixão pela competição e pelo desafio intelectual.

Os jogos clássicos como Xadrez e Go possuem uma longa história. As origens de Go estão escondidas em um passado obscuro da China Antiga, e apesar das fontes conflitantes, existe um consenso de que Go teria entre 3.000 a 4.000 anos de história, o que faz dele o jogo de estratégia em tabuleiro mais antigo do mundo (CH'I-HUN, 2008). E não obstante os milhares de anos de história, estes clássicos continuam sendo praticados por milhões de pessoas ao redor do mundo (SCHREIBER, 2010). O mesmo fenômeno é observado nos vídeos games.

Segundo o website *e-Sports Earnings*¹, *Starcraft*² e sua expansão *Brood War*, publicada em novembro de 1998, ainda possuem expressiva popularidade na Coreia do Sul, que promove competições profissionais, transmitidas em três canais televisivos especializados em e-Sports, e os jogadores profissionais no país são considerados celebridades da mídia.

Starcraft é um jogo de estratégia em tempo real, um subgênero de jogos de estratégia. O desenvolvimento desse tipo de jogo pode levar vários anos para ser produzido, além de possuir uma abundância de desafios na implementação, design e testes. Batista (2009, p. 6-7), em um estudo relacional entre gerenciamento de escopo e custo de desenvolvimento, constatou o gênero dos jogos de estratégia como um dos mais complexos em matéria de implementação, programação e design.

Jogos como *Cossacks 3*³ por exemplo (Figura 1), desencadeia batalhas colossais em massa com até 32.000 soldados simultaneamente no campo de batalha.

¹ e-Sports Earnings é um website que contém uma base de dados sobre competições de jogos digitais alimentados pela comunidade.

² Famoso jogo digital de estratégia em tempo real publicado pela Blizzard em março de 1998.

³ Jogo de estratégia em tempo real multijogador online, segundo o website Steam - https://store.steampowered.com/app/333420/Cossacks_3/

Figura 1 - Imagem do jogo Cossacks 3



Fonte: <<https://steamcommunity.com/app/333420>> Acesso em: 8 ago. 2018.

A implementação para o controle desse número colossal de unidades produz uma elevada complexidade computacional em termos do consumo de recursos de processamento, memória, vídeo e volume de dados na rede.

Ademais, em jogos multijogador online, os computadores em rede enviam atualizações de estados do jogo entre si, o que gera um atraso inevitável independente da qualidade da rede. É necessária a implementação de técnicas complexas de predição para evitar comportamentos conhecidos como *lag*, que acarretam, por exemplo, em saltos abruptos no movimento das unidades à medida que suas posições são atualizadas através da rede.

Outro ponto a ser ponderado é quanto a inteligência artificial (IA). Mesmo em jogos multijogador online que não contemplem oponentes controlados pela IA, é impossível para os jogadores fazerem um controle direto de tantas unidades simultâneas. Para a simplificação desse *input*, é necessário que o controle das unidades seja indireto, e para tanto, essas unidades precisam ser agentes inteligentes. Na implementação de agentes inteligentes, tecnologias como árvores de

comportamento, sensores, *pathfinding*, dentre muitas outras, se tornam indispensáveis.

Em meio a tantos desafios, pode-se imaginar que este gênero de jogo é uma meta inalcançável para desenvolvedores independentes, entretanto, essa premissa não é verdadeira, pois o desenvolvimento pode ser simplificado com o auxílio bibliotecas, *frameworks* e motores (LEMES 2009, p. 87-88).

Motores são ferramentas de autoria, que servem de infraestrutura no desenvolvimento de um jogo, atuando como coração e cérebro de um game, e são responsáveis pela interação com periféricos de entrada, renderização, simulação de física, comunicação em rede, gerenciamento de áudio, entre tantas outras funções extremamente sofisticadas, além de contar com ferramentas para edição de níveis, modelagem de terrenos, inteligência artificial e outras (LEMES 2009, p. 117-125).

A escolha de um motor para desenvolvimento de jogos digitais é uma decisão que deve ser tomada com cautela. Existem motores com características e ferramentas que são mais propícios para determinados gêneros de jogos (GREGORY, 2014, p. 13-26). Outro importante fator a ser levado em consideração é o licenciamento, que variam entre totalmente gratuitos, contratos de *royalties*, assinaturas mensais e valores fixos que só poderiam ser suportados por empresas com robusta capacidade financeira.

Dentre as alternativas existentes no mercado, chama atenção o motor Unreal Engine, desenvolvido pela Epic Games⁴, cujo licenciamento é viável para empresas de desenvolvimento independente, e suas tecnologias já foram utilizadas em diversos jogos comerciais (MARQUES, 2015, p. 42-46).

⁴ Empresa norte americana produtora e editora de jogos eletrônicos, segundo a Wikipédia - https://pt.wikipedia.org/wiki/Epic_Games (acessado em 27/07/2018).

1.2 Principal questão da pesquisa

O objeto do presente trabalho busca responder a seguinte questão problematizadora: *“como desenvolver jogos de estratégia em tempo real multijogador online, utilizando o motor Unreal Engine 4”?*

1.3 Hipótese

Nesta pesquisa considera-se a hipótese de que o Unreal Engine 4, através de sua tecnologia nativa, é um motor viável para o desenvolvimento de jogos de estratégia em tempo real multijogador em rede no cenário da indústria independente de jogos digitais.

1.4 Localização da revisão de estudos anteriores no tempo e no espaço

A revisão de estudos anteriores e trabalhos relacionados teve foco delimitado no período entre 2008 a 2018, contemplando livros, artigos científicos, teses e dissertações.

A referida literatura restringiu-se às publicações nas línguas inglesa e portuguesa, considerando pesquisas disponíveis nas seguintes bases online:

- a) Banco de Teses e Dissertações da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)
- b) Banco de Teses e Dissertações da Capes
- c) SBGames – Sociedade Brasileira de Games
- d) *The International Journal of Computer Game Research*
- e) *Google Scholar*

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo geral

Essa pesquisa tem por objetivo geral um estudo sobre jogos de estratégia em tempo real, contemplando seus principais fundamentos, elementos de *game design* e o seu processo de desenvolvimento, tendo como base os recursos padrões do motor Unreal Engine 4.

1.5.2 Objetivos específicos

Esta pesquisa tem os seguintes objetivos específicos:

- a) Mapear os estudos acadêmicos relacionados aos jogos de estratégia em tempo real, tendo por referência o *período de 2008 a 2018, valendo-se de palavras-chaves como: jogos de estratégia em tempo real, RTS, real time strategy;*
- b) Contextualizar historicamente e compreender os fundamentos do gênero de jogos de estratégia em tempo real;
- c) Explicitar os conceitos de *game design* aplicados aos jogos de estratégia em tempo real;
- d) Desenvolver artefatos relacionados a jogos de estratégias;
- e) Desenvolver um protótipo de jogo de estratégia em tempo real, utilizando o Unreal Engine 4.

1.6 Justificativas e relevância da pesquisa

1.6.1 Justificativa e relevância científica e comercial

A revisão inicial de estudos anteriores, nos termos de tempo e espaço definidos para este estudo, permitiu a constatação de que jogos não é um tema acadêmico recente, e sua relevância é destacada em estudos das mais variadas disciplinas,

desde ciência da computação, inteligência artificial (IA) e sociologia à educação, entre outros, que explodem o campo em inúmeras direções (AARSETH, 2003, p. 1).

Nas ciências sociais, é possível observar uma busca pelo entendimento da influência que os jogos exercem sob os jogadores. Nesse sentido é muito comum encontrar trabalhos sobre como os jogos estimulam a atividade cognitiva, servindo como uma importante ferramenta educacional, ou com relação a influência dos jogos no comportamento violento.

Na matemática, os jogos clássicos de estratégia possuem grande importância devido a uma conexão relacionada a solução de problemas matemáticos, principalmente em investigações sobre a teoria dos jogos, que trata-se em apertada síntese, do estudo sobre as escolhas e decisões de jogadores em um ambiente competitivo. A utilização de jogos de estratégia também é percebida em diversos ramos da ciência da computação, especialmente na inteligência artificial, onde as pesquisas ocorrem desde meados da década de 50.

Cunha (2010, p. 1) ressalta que nos últimos anos, os jogos digitais de estratégia em tempo real receberam foco acadêmico muito similar aos jogos clássicos de estratégia, por contemplarem aspectos relevantes nos estudos de inteligência artificial, servindo como ambiente para o desenvolvimento de técnicas e algoritmos para tal. Em harmonia, Novak *et al.* (2018, p. 1) constata que em 2003 foi publicado um artigo motivador, sugerindo que jogos *Real-Time Strategy (RTS)* poderiam ser usados não apenas para jogar, mas também como ambiente de testes para pesquisas de inteligência artificial, e que desde então muitos pesquisadores têm concentrado esforços na pesquisa sobre inteligência artificial de jogos, ou tem usado esse gênero de jogo como bancos de testes para pesquisa.

Todavia, é importante consignar que em se tratando de jogos digitais, o interesse acadêmico é muito recente, e veio à tona devido ao crescimento da indústria e a conseqüente demanda por profissionais especializados (AARSETH, 2003; CUNHA, 2010; DE CASTRO, 2012). Essa demanda, não apenas colocou os jogos digitais em evidência para diversas ciências, mas também propiciou o surgimento de

cursos especializados em mídias digitais e desenvolvimento de jogos eletrônicos, que ao longo dos anos vem ganhando visibilidade.

Muito embora as pesquisas envolvendo jogos digitais de estratégia já possuam um vasto acervo literário, composto por diversas disciplinas e pelos mais variados temas, em grande parte dessas obras, é possível identificar a instrumentalidade dos jogos. Eles não são a finalidade das pesquisas, são utilizados como um meio para contemplar outros objetos de estudo, em razão de possuírem aplicação prática para muitos outros campos de pesquisa, mesmo aqueles que não estão conectados com jogos (NOVAK *ET AL.* 2018, p. 1-6).

A presente pesquisa pretende tecer uma análise do tema, sob a ótica desse novo ramo da ciência, que tem por objeto o estudo sobre jogos digitais e o processo de seu desenvolvimento, ainda pouco explorados e carentes de produções científicas se comparadas às outras disciplinas acadêmicas, especialmente no Brasil.

Ao abordar o tema sob tal ótica, necessário se faz respeitar o caráter multidisciplinar dos jogos digitais, cuja produção envolve diversas áreas, que apesar de extremamente especializadas (BATISTA, 2009, p. 2-3), possuem um estreito vínculo com o game design, que é a disciplina norteadora na produção de qualquer jogo digital.

Desta feita, vale enfatizar que muito embora o tema da presente pesquisa pertença especificamente ao campo da programação especializada no desenvolvimento de jogos, o deslinde deste estudo interpela os elementos do game design. Esses elementos são requisitos, e seu conhecimento é fundamento basilar das disciplinas desse programa de mestrado.

Além de instaurar uma pesquisa científica sob a égide da disciplina do desenvolvimento de jogos digitais, a presente investigação traz uma oportunidade de promover ainda mais a proximidade de academia e mercado, podendo encorajar outras disciplinas acadêmicas a realizarem estudos que envolvam jogos eletrônicos em ambiente destinado ao desenvolvimento comercial.

Outrossim, essa pesquisa pode servir de ponto de partida para outros estudos sobre desenvolvimento de jogos de estratégia em tempo real, ou outros estudos relacionados, e que utilizam jogos desse gênero.

Do ponto de vista comercial, é cediço o sucesso dos jogos de estratégia, em especial, do subgênero de estratégia em tempo real. Esse produto possui um considerável potencial de exploração econômica, principalmente para a indústria de jogos independentes, pois segundo Moss (2017), os grandes estúdios não estão envolvidos em projetos desse gênero.

O grande apelo desse gênero de jogo é a competitividade que ele proporciona, e é por essa razão que jogos bem balanceados como *Starcraft: Brood War* continua sendo preferido em competições profissionais (ADAMS, 2010, p. 336), e o fortalecimento do mercado de jogos digitais para a plataforma de computadores pessoais propicia condições favoráveis para o ressurgimento do gênero de estratégia em tempo real (MOSS, 2017).

Esses requintes de jogabilidade e o cenário atual do mercado, são extremamente favoráveis para exploração da criativa indústria de jogos independentes, que muitas vezes são atravancadas por limitações técnicas, de tal forma que se tornam relevantes estudos que viabilizem a exploração desse produto, tornando esse potencial econômico, alcançável para indústria de jogos digitais no cenário independente.

Considerando este quadro, é desejável um estudo de caráter e de finalidade prática para o desenvolvimento, valendo-se de ferramentas utilizadas para o desenvolvimento de jogos comerciais, e que são viáveis na cena independente.

1.6.2 Justificativa e relevância pessoal, profissional e acadêmica

Como portador de transtorno de déficit de atenção com hiperatividade (TDAH), minha infância foi marcada por severas dificuldades de aprendizado durante o ensino

fundamental. A dificuldade em manter a atenção focada e a conseqüente falta de motivação custaram duas reprovações durante este período.

No Brasil dos anos 80, os tratamentos que experimentei com fonoaudiólogos e psicólogos nunca foram efetivos, entretanto, foi um dispositivo eletrônico que permitiu que eu superasse as dificuldades impostas pela patologia.

Meu primeiro vídeo game, um Atari 2600, causou-me um encanto de tal forma, que instintivamente desenvolvi uma técnica hiperfocal, e a partir de então, fui capaz de superar a dificuldade em manter a atenção focada, passando a desfrutar da vida estudantil dentro da normalidade.

Desde então, os jogos digitais passaram a exercer influência em minha vida, constituindo um *hobby*, e despertando outros sentimentos, como a curiosidade. Desde que obtive meu primeiro computador pessoal, no início da década de 90, minhas atividades nessa plataforma se dividiam entre jogar e estudar programação, de forma autodidata, com o intuito de entender como aquele objeto, que tanto me encantava, funcionava.

Para um adolescente aprender a programar jogos por conta própria no início dos anos 90 não era algo trivial. As fontes de conhecimento eram constituídas em grande parte por onerosos livros, voltados para assuntos que nem de longe lembravam o desenvolvimento de jogos. Nem mesmo a internet, que tive oportunidade do primeiro contato em 1995, foi capaz de facilitar minha empreitada, pois ao contrário da abundância de conteúdo característica dos tempos atuais, naquela época seu teor ainda era predominantemente voltado para complexos assuntos acadêmicos.

Dentro das minhas condições, as buscas pelo conhecimento sobre desenvolvimento de jogos digitais era um terreno tão árido que beirava as raias do impossível, todavia, não obstante todas as dificuldades, através de muito esforço e persistência prática, obtive êxito no desenvolvimento de alguns protótipos simples, de aspecto similar os jogos digitais típicos dos consoles de vídeo games de 16 bits.

Embora muito orgulhoso dessas realizações, com a popularização dos jogos em três dimensões, e em especial o jogo *Final Fantasy VII*, trouxeram à tona uma dura realidade sobre o sonho de se tornar um desenvolvedor de jogos, não apenas com relação ao conhecimento, mas também sobre a tecnologia e a dimensão das equipes que seriam necessárias para o desenvolvimento de jogos eletrônicos.

Sem perspectivas para a carreira nessa área, e frente as pressões oriundas do adolescente prestes a prestar um vestibular, optei pelas ciências jurídicas, onde me graduei no ano de 2003 e militei como advogado, profissão da qual tenho muito orgulho e alcancei muitas realizações. Entretanto, no ano de 2015, por um capricho do acaso, ao confundir-me quanto a data de uma palestra sobre o então novo código de processo civil, tive a oportunidade de assistir uma palestra sobre o mercado de jogos no Brasil, ocasião em que tive ciência sobre a graduação em desenvolvimento de jogos digitais.

Ao ser tomado por um sentimento de inquietude e curiosidade, vinte dias após tal palestra, prestei o vestibular para o curso de desenvolvimento de jogos digitais na Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-CAMP), ocasião em que fui aprovado, e obtive minha segunda graduação no final do ano de 2017. Durante a graduação, a convite do professor Luiz Menezes Junior, tive a oportunidade de trabalhar na *Thetis Games*, um estúdio de produção de jogos digitais de tecnologia em três dimensões para dispositivos *mobile*, ocasião em que desliguei-me do cargo de direção do departamento jurídico na empresa em que laborava, para dedicar-me na realização dessa nova carreira.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa, de natureza qualitativa, está sendo realizada sob o prisma epistemológico do *Design Science*, uma vez que enfrenta objetivos de pesquisa teóricos e empíricos, com o intuito de cumprir seu objetivo geral. Para tanto, os procedimentos metodológicos adotados foram a pesquisa bibliográfica e a *Design Science Research (DSR)*.

A metodologia *Design Science* permite uma abordagem com maior inclinação pragmática que permite lidar diretamente com soluções para problemas existentes (LACERDA ET AL., 2013, p. 742-744), e segundo Junior *et al.* (2017, p. 7), vem sendo aplicada de forma bem-sucedida para criar e avaliar artefatos baseados na Tecnologia da Informação.

Vale consignar que no Brasil, segundo Bax (2014, p. 3890), a *Design Science Research* foi recepcionada como um método viável em pesquisas de cunho sócio-tecnológico no projeto “Gestão de Operações em Organizações Inovadoras”, que reuniu programas de pós-graduação de diversas universidades, sendo inclusive financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Esse fato contribuiu para um olhar sobre as características das pesquisas em termos de rigor teórico/reflexivo/metodológico e relevância social, como apresentamos no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Características e dimensões da pesquisa quanto a relevância social e rigor teórico/metodológico

		Relevância Social (Dimensão Prática)	
		Baixo	Alto
Rigor Reflexivo/Metodológico (Dimensão Teórica)	Baixo	Pesquisa Indesejada	Pesquisa Leviana
	Alto	Pesquisa fortemente centrada na :1º) academia, instituições de pesquisa, órgãos de fomento/avaliação; 2º) sem muita preocupação com largo alcance social e aplicações práticas.	Pesquisa fortemente centrada e preocupada com: 1º) alcance social; 2º) aplicação no cotidiano das pessoas; 3º) academia, instituições de pesquisa e agências/órgãos de fomento.

Fonte: Adaptado de Lacerda et al (2013)

Esta investigação busca tanto o alto rigor teórico/reflexivo/metodológico, quanto a alta relevância social no processo de construção de diversos conhecimentos, ou seja, a dimensão teórica será fonte onde se privilegiará a reflexão, assim como pretendemos que a dimensão teórica e reflexiva se converta em ação, em intervenção sócio-tecnológica, possibilitando aos envolvidos atuações efetivas sobre a realidade estudada.

2.1 A Metodologia Design Science

A *Design Science* foi proposta em 1969 por Herbert Simon, em sua obra “As Ciências do Artificial”, onde explana a diferenciação entre a ciência natural, que se ocupa em descrever e ensinar como as coisas são e como elas funcionam, e a ciência artificial, que se ocupa da concepção de artefatos que permitam que os objetivos sejam atingidos. O autor sustenta a indispensabilidade de uma metodologia científica dedicada a produzir conhecimento através da concepção e desenvolvimento de artefatos (LACERDA ET AL., 2013; JUNIOR ET AL., 2017).

Importante destacar que os artefatos pertencem ao mundo artificial, são objetos criados exclusivamente pelo ser humano, seja pela manipulação de objetos naturais, ou pela criação de objetos totalmente sintéticos, como um software por exemplo. Para

Bax (2014, p. 3892), artefatos auxiliam na definição de ideias, práticas, capacidades técnicas e produtos, sendo que através da avaliação e validação desses artefatos é que se alcança a compreensão dos problemas e o conhecimento.

Denota-se o caráter empírico dessa metodologia que visa a solução de problemas através do desenvolvimento de artefatos de tal sorte que permita averiguar e produzir conhecimento através das soluções experimentadas. E este é um dos objetivos delineados na presente investigação, que consiste no desenvolvimento de um protótipo de jogo de estratégia em tempo real multijogador online, com o propósito de, utilizando os recursos nativos do Unreal Engine 4, esclarecer a viabilidade dessa tecnologia para a produção de jogos desse gênero voltados para a indústria de jogos independentes.

2.1.1 Artefatos

Nos termos do dicionário brasileiro da língua portuguesa Michaelis, a etimologia da palavra artefato é latina, *arte factus*, que significa “feito com arte”, e é definida como: Produto ou obra do trabalho mecânico; objeto ou artigo manufaturado; Aparelho, mecanismo ou engenho construído para finalidade específica; Objeto que sofreu alteração provocada pelo homem, em oposição àquele que é resultado de fenômeno natural.

Para Abbagnano (2000, p. 82-83), artefato é um

objeto produzido, no todo ou em parte, pela arte ou por qualquer atividade humana, na medida em que se distingue do objeto natural, produzido pelo acaso. Por isso, a presença de um artefato geológico normalmente é considerada pelos antropólogos como sinal de presença do homem na idade correspondente: a natureza e a complexidade dos artefatos são formados para distinguir os tipos de cultura a que pertencem. Para ser reconhecido com tal, o artefato deve manifestar a intenção, preexistente à sua construção, de utilizá-lo como finalidade determinada, ou seja, deve constituir a realização de um projeto.

Trata-se, portanto, de um objeto artificial, ou seja, daquilo que é produzido pelo ser humano, através de seu conhecimento técnico e científico. Lacerda *et al.* (2013, p. 748) definem artefatos como:

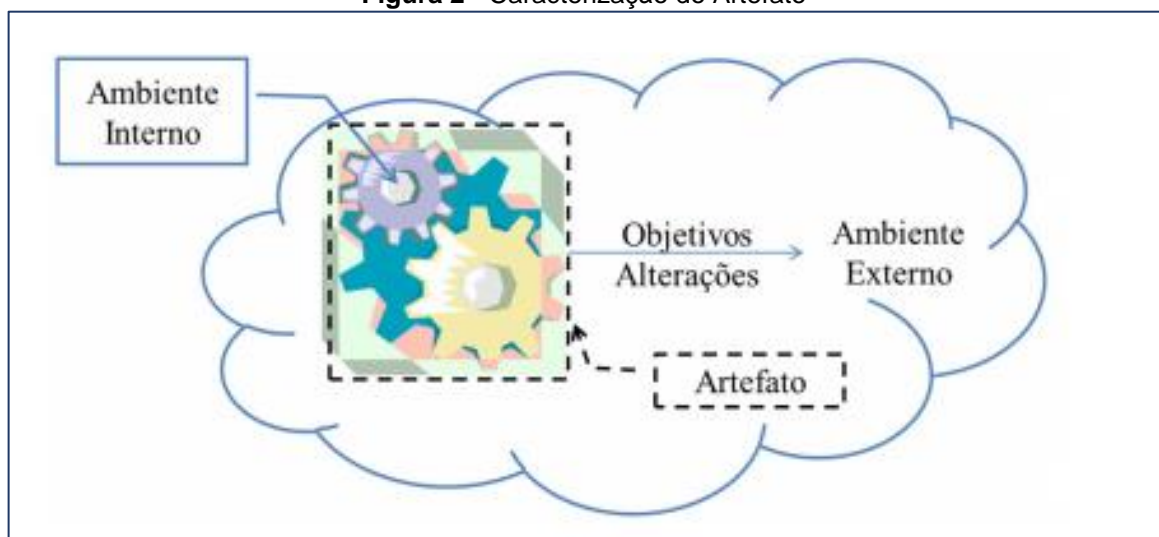
[...] objetos artificiais que podem ser caracterizados em termos de objetivos, funções e adaptações. São normalmente discutidos, particularmente durante a concepção, tanto em termos imperativos como descritivos [...] (SIMON, 1996, p. 28).

Assim, [...] o cumprimento de um propósito, ou adaptação a um objetivo, envolve uma relação de três elementos: o propósito ou objetivo; o caráter do artefato; e o ambiente em que ele funciona. (SIMON, 1996, p. 28).

Dessa forma, [...] um artefato pode ser considerado como um ponto de encontro – interface – entre um ambiente interno, a substância e organização do próprio artefato, e um ambiente externo, [isto é], as condições em que o artefato funciona [...] (SIMON, 1996, p. 29).

Bax (2014, p. 3884-3885) enfatiza que artefatos são a base operacional da pesquisa nas áreas de investigação das disciplinas consideradas “tecnológicas”, que são caracterizados e se centram no desenvolvimento, compreensão e uso dos artefatos para atender às necessidades práticas de indivíduos e organizações, conforme observado na Figura 2.

Figura 2 - Caracterização do Artefato



Fonte: Adaptado de Simon (1996 apud Lacerda et al. 2013, p. 748)

Bunge (1985, p. 231 apud Junior *et al.*, 2017, p. 3) complementa o conceito de artefato afirmando que:

não é necessariamente uma “coisa”, mas pode ser considerado uma modificação do estado de um sistema natural (como o desvio do curso de um rio), a modificação de um sistema através de uma mudança artificial, pode ser algo social (como a organização de uma equipe esportiva), ou ainda o resultado de um serviço (como os cuidados a pacientes).

De acordo com Bax (2014, p. 3892), utiliza-se a criação de artefatos, com base nas leis naturais e nas teorias comportamentais, que são aplicados, testados, modificados e estendidos por meio da experiência, criatividade, intuição e habilidades dos pesquisadores. O autor cita a existência de quatro tipos de artefatos: constructos, modelos, métodos e instanciações, cujas descrições podem ser observadas no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 - Tipos de Artefatos

Descrição	
Tipos de Artefato	<p>Constructos</p> <p>Constructos ou conceitos formam o vocabulário de um domínio. Eles constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções. Conceituações são extremamente importantes em ambas as ciências, natural e de <i>design</i>. Eles definem os termos usados para descrever e pensar sobre as tarefas. Eles podem ser extremamente valiosos para <i>designers</i> e pesquisadores.</p>
	<p>Modelos</p> <p>Um modelo é um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Em atividades de <i>design</i>, modelos representam situações como problema e solução. Ele pode ser visto como uma descrição, ou seja, como uma representação de como as coisas são. Cientistas naturais muitas vezes usam o termo ‘modelo’ como sinônimo de ‘teoria’, ou ‘modelos’ como as teorias ainda incipientes. Na <i>Design Science</i>, no entanto, a preocupação é a utilidade de modelos, não a aderência de sua representação à Verdade. Não obstante, embora tenda a ser impreciso sobre detalhes, um modelo precisa sempre capturar a estrutura da realidade para ser uma representação útil.</p>
	<p>Métodos</p> <p>Um método é um conjunto de passos (um algoritmo ou orientação) usado para executar uma tarefa. Métodos baseiam-se em um conjunto de constructos subjacentes (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço de solução. Os métodos podem ser ligados aos modelos, nos quais as etapas do método podem utilizar partes do modelo como uma entrada que o compõe. Além disso, os métodos são, muitas vezes, utilizados para traduzir um modelo ou representação em um curso para resolução de um problema. Os métodos são criações típicas das pesquisas em <i>Design Science</i>.</p>
	<p>Instanciações</p> <p>Uma instanciação é a concretização de um artefato em seu ambiente. Instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos. No entanto, uma instanciação pode, na prática, preceder a articulação completa de seus constructos, modelos e métodos. Instanciações</p>

		demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam.
--	--	--

Fonte: Extraído de Lacerda et al. (2013, p. 749)

2.1.2 Classes de Problemas

Embora, em um primeiro momento, possa parecer que a metodologia tenha eficácia apenas para um problema pontual e dentro de um delimitado contexto, a *Design Science* procura generalizar esse conhecimento em classes de problemas, que podem consistir em uma organização para a trajetória e desenvolvimento de conhecimento em uma *Design Science* (LACERDA ET AL., 2013, p. 744).

Lacerda *et al.* (2013, p. 747) definem classes de problemas como: “a organização de um conjunto de problemas, práticos ou teóricos, que contenha artefatos avaliados, ou não, úteis para a ação nas organizações”. A partir da definição, os autores defendem que a definição das classes de problemas favorece a pesquisa em todo o seu ciclo, e que é necessário compreender as repercussões na organização, bem como estabelecer objetivos ou metas necessárias para enfrentar o problema, tomando como referência a conscientização, revisão sistemática da literatura, identificação dos artefatos e configuração da classe de problemas, como mostra a Figura 2 a seguir:

Figura 3 - Classes de Problemas



Fonte: Lacerda (2013) apud Dresch, Lacerda e Junior (2015, p. 106)

Lacerda *et al.* (2013, p. 747) salientam que as classes de problemas comportam o tratamento, inclusive, de problemas teóricos, servindo como um ambiente de testes de uma teoria na prática organizacional. Os autores prosseguem sustentando que as classes de problemas também permitem a possibilidade de identificar artefatos já existentes na prática de determinada organização e que necessitem de avaliações em outros ambientes.

No caso da presente pesquisa, essa possibilidade permitirá, por exemplo, testar a implementação de componentes de jogos de estratégia em tempo real, que foram objeto de produções científicas no ambiente acadêmico, em um ambiente tecnológico voltado para produção de jogos comerciais, como é o caso do Unreal Engine 4.

Nessa ótica, observando os objetivos teóricos e empíricos dessa investigação, e considerando as produções científicas pesquisas como artefatos, pode-se listar como exemplo de classes de problemas de jogos de estratégia em tempo real (*Real Time Strategy – RTS*), o conteúdo de presente pesquisa, na forma do Quadro 3.

Quadro 3 - Exemplo de classes de problemas

Item	Classes de Problemas	Artefatos
1	Fundamentos dos jogos de estratégia em tempo real	ABBADI <i>ET AL.</i> , 2013
		ADAMS, 2006
		ADAMS, 2010
		CUNHA, 2010
		DE CASTRO, 2012
		DETERDING, 2009
		DILLON, 2011
		DOR, 2018
		DOR, 2012
		GHYS, 2012
		MOSS, 2017
		LARA-CABRERA <i>ET AL.</i> , 2013
NAVES, 2012		

		NOVAK, 2018
		NOVAK, 2010
		PHANTOM <i>ET AL</i> , 2008
		WEBER, 2016
		XIONG e IIDA, 2014
2	Elementos de Game Design em RTS	ADAMS, 2010
		PINELLE, 2008
		SCHREIBER, 2010
		SHELL, 2015
		WIEMER, 2012
3	Fundamentos do Unreal Engine 4	AFONSO, 2015
		EPIC GAMES, 2015
		GLAZER e SANJAY, 2015
		GREGORY, 2014
4	Desenvolvimento de jogos RTS	ABBADI <i>ET AL.</i> , 2013
		AYANGBEKUN e AKINDE, 2014
		BARRON, 2003

Fonte: Produzido pelo autor.

2.1.3 Design Science Research

A *Design Science Research* é uma “meta-teoria que auxilia o pesquisador a criar conhecimento teórico durante os processos de concepção de artefatos, justificando como tais processos podem constituir pesquisa de caráter científico” (BAX *ET AL.*, 2015, p. 3885). O método que operacionaliza a construção do conhecimento no contexto em que a *Design Science* é a base epistemológica (LACERDA *ET AL.*, 2013, p. 744).

Essa operacionalização consiste na formalização de técnicas pragmáticas de análise e processos de coleta de dados, que buscam garantir o caráter de produção científica da pesquisa, uma vez que o objetivo da *Design Science Research* extrapola o restrito contexto em que o artefato é produzido, conforme ressalta Lacerda *et al.* (2013, P. 750):

Necessário frisar que quando se trata de Desenvolvimento, não se está referindo única e exclusivamente ao desenvolvimento de produtos. A Design Science Research pode servir para este fim, mas tem um objetivo mais amplo: gerar conhecimento que seja aplicável e útil para a solução de problemas, melhoria de sistemas já existentes e, ainda, criação de novas soluções e/ou artefatos (VENABLE, 2006).

Para garantir que a produção do artefato seja capaz de gerar conhecimento, é necessário a aplicação de métodos rigorosos durante a condução da pesquisa, para assegurar o rigor científico, e garantir, segundo Bax *et al.* (2015, p. 3892), que “os artefatos produzidos são contribuições de pesquisa efetivadas e não projetos de rotina, baseados na aplicação de processos já conhecidos”.

Portanto, incumbe ao *Design Science Research* a instrumentalização da metodologia, para garantir que resultados obtidos na produção de artefatos, sejam generalizáveis para essa classe de problemas, pois apenas dessa forma estará contribuindo para os avanços para o conhecimento teórico em uma determinada área, alcançando relevância científica.

De acordo com Peffers *et al.* (2007, p. 5), a *Design Science Research* compreende seis etapas procedurais, que são descritas por Junior *et al.* (2017, p. 4) da seguinte forma, conforme exposto no Quadro 4:

Quadro 4 - Etapas da Design Science Research

Etapa	Tópico	Descrição
1	Identificação do problema e sua motivação	Essa etapa destina-se à definição do problema a ser enfrentado na pesquisa, cuja relevância deve ser justificada. É importante que a definição do problema seja empregada na construção de um artefato que pode vir a fornecer uma solução. São recursos necessários o estado da arte e a relevância do problema;
2	Definição de objetivos para solução	Uma vez estabelecido o problema que será enfrentado, a segunda etapa consiste em estabelecer os objetivos para solução a ser desenvolvida. É importante que estes objetivos estejam dentro de uma noção de viabilidade e tangibilidade, de forma que eles sejam possíveis de serem alcançados. São recursos necessários o estado da arte e o prévio conhecimento das possíveis soluções;
3	Projeto e desenvolvimento:	Etapa destinada ao planejamento e desenvolvimento do artefato. O planejamento compreende as fases projeto que preliminares ao desenvolvimento, e podem variar de acordo com a disciplina. No caso específico de jogos digitais, estão as etapas de ideação, elaboração do <i>Game Design Document (GDD)</i> , a arquitetura do jogo, protótipos, entre outros que variam de acordo com a equipe de desenvolvimento. São recursos necessários o conhecimento teórico necessário para executar a solução.

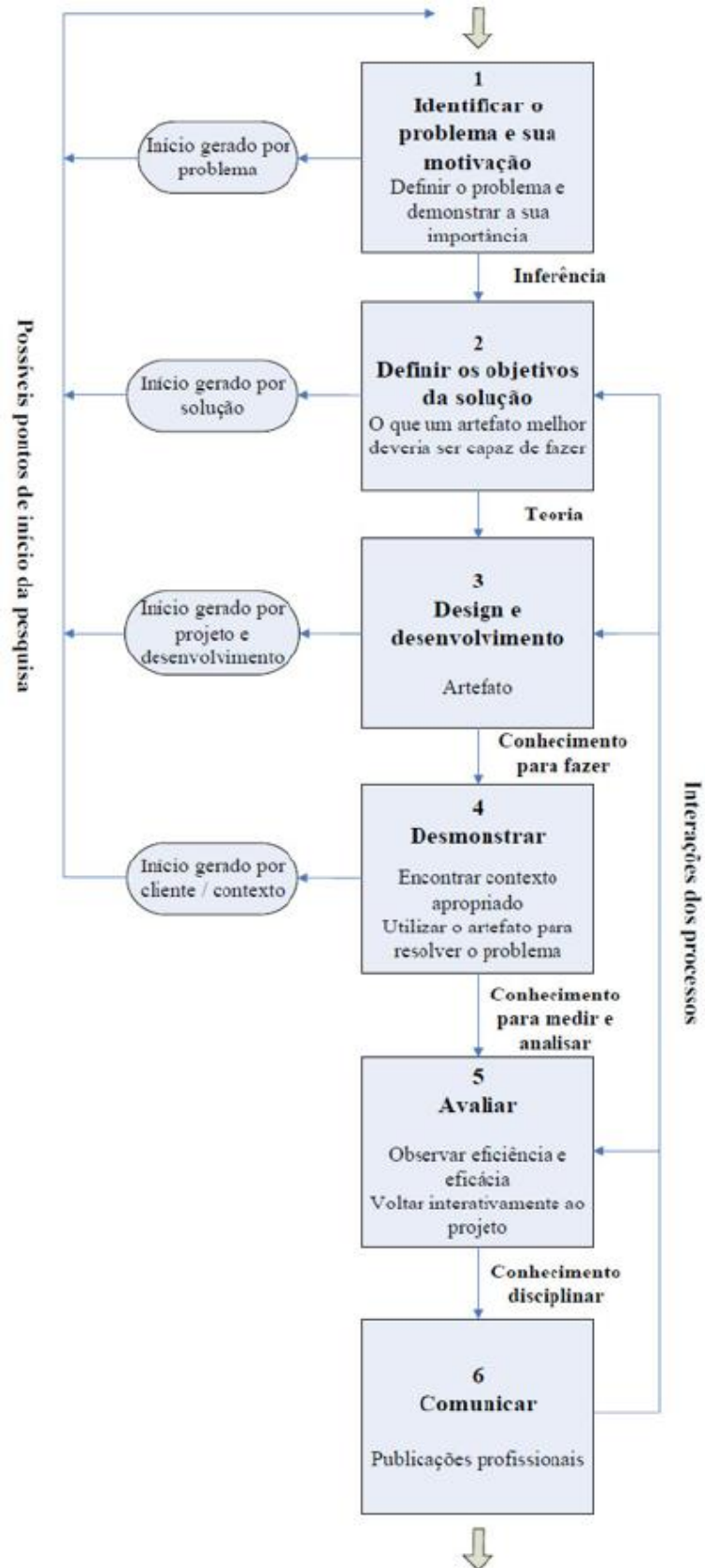
4	Demonstração	Nesta fase ocorre a demonstração do artefato sendo utilizado, revelando a solução de uma ou mais instâncias do problema. Essa demonstração pode ser operada por meio de um experimento, simulação, estudo de caso, prova formal ou outra atividade desde que apropriada. São recursos necessários o conhecimento sobre como operar o artefato.
5	Avaliação	Nesta etapa, deve-se observar e mensurar como o artefato atende a solução do problema. Deve-se estabelecer um comparativo entre os objetivos propostos para a solução do problema, com os resultados obtidos durante a utilização do artefato. Dependendo dos resultados, pode-se optar pela recursão metodológica, retornando às etapas 3 ou 4, para desenvolver melhorias e aprimoramentos no artefato.
6	Comunicação	Essa é a etapa onde ocorre a divulgação do problema identificado, bem como a solução proposta, além da apresentação dos artefatos que foram desenvolvidos.

Fonte: Produzido pelo autor.

Segundo Junior *et al.* (2017, p. 4, apud PEFFERS, 2007), a ordem de execução das etapas de acordo com a forma como foram numeradas, trata-se de uma recomendação. Entretanto, elas podem ser alteradas e executadas de acordo com as necessidades específicas de cada projeto.

A figura 4 demonstra a ordem conforme sugerida, e demonstra o fluxo da pesquisa.

Figura 4 - Etapas da DSRM



Fonte: Junior *et al.*, (2017, p. 5)

2.1.4 Avaliação e validação na *Design Science Research*

Apenas o rigor metodológico não é suficiente para confirmar que o artefato seja de fato relevante e efetivo para o problema da pesquisa. Para tanto é necessária uma severa avaliação. Lacerda et al. (2013, p. 755), ao enfrentarem a questão sobre a avaliação e validação dos artefatos gerados a partir da *Design Science Research*, assentam que:

Cabe ressaltar que, para aumentar a confiabilidade nos resultados da pesquisa, é necessário um conjunto de cuidados e procedimentos rigorosos que minimizem o viés nos resultados obtidos e/ou nas soluções geradas. Dessa forma, a partir de uma filosofia pragmática, o artefato gerado deve sofrer uma série de avaliações, rigorosas, que possam demonstrar sua robustez.

Os autores também apresentam um quadro contendo os métodos para avaliação dos artefatos propostos por Hevner, March e Park (2004, p.86, *apud* LACERDA ET AL., 2013, p. 756).

Quadro 5 - Métodos para avaliação.

Item	Forma de Avaliação	Métodos propostos
1	Observacional	<p>Estudo de Caso: Estudar o artefato existente, ou não, em profundidade no ambiente de negócios.</p> <p>Estudo de Campo: Monitorar o uso do artefato em projetos múltiplos.</p> <p>Esses estudos podem, inclusive, fornecer uma avaliação mais ampla do funcionamento dos artefatos configurando, dessa forma, um método misto de condução da pesquisa.</p>
2	Analítico	<p>Análise Estatística: Examinar a estrutura do artefato para qualidades estáticas.</p> <p>Análise da Arquitetura: Estudar o encaixe do artefato na arquitetura técnica do sistema técnico geral. Otimização: Demonstrar as propriedades ótimas inerentes ao artefato ou então demonstrar os limites de otimização no comportamento do artefato.</p> <p>Análise Dinâmica: Estudar o artefato durante o uso para avaliar suas qualidades dinâmicas (por exemplo, desempenho).</p>
3	Experimental	<p>Experimento Controlado: Estudar o artefato em um ambiente controlado para verificar suas qualidades (por exemplo, usabilidade).</p> <p>Simulação: Executar o artefato com dados artificiais.</p>

4	Teste	<p>Teste Funcional (Black Box): Executar as interfaces do artefato para descobrir possíveis falhas e identificar defeitos.</p> <p>Teste Estrutural (White Box): Realizar testes de cobertura de algumas métricas para implementação do artefato (por exemplo, caminhos para a execução).</p>
5	Descritivo	<p>Argumento informado: Utilizar a informação das bases de conhecimento (por exemplo, das pesquisas relevantes) para construir um argumento convincente a respeito da utilidade do artefato.</p> <p>Cenários: Construir cenários detalhados em torno do artefato, para demonstrar sua utilidade.</p>

Fonte: Extraído de Lacerda *et al.* (2013, p. 756)

Bruseberg e McDonagh-Philp (2002, *apud* LACERDA ET AL., 2013, p. 755), propõem outra forma de avaliação dos artefatos através de Grupo Focal, sustentando que garantem uma discussão mais aprofundada e colaborativa em relação aos artefatos desenvolvidos pela pesquisa. Lacerda *et al.* apresentam um quadro, classificando os tipos de Grupos Focais em *Design Science Research*.

Quadro 6 - Tipos de Grupos Focais em DSR.

Item	Características	Grupo Focal Exploratório	Grupo Focal Confirmatório
1	Objetivo	Alcançar melhorias incrementais rápidas na criação de artefatos.	Demonstrar a utilidade dos artefatos desenvolvidos no campo de aplicação.
2	Papel do Grupo Focal	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecimento de informações que possam ser utilizadas para eventuais mudanças tanto no artefato, como no roteiro do Grupo Focal. • Refinamento do roteiro do Grupo Focal e identificação de constructos a serem utilizados em outros grupos. 	<ul style="list-style-type: none"> • O roteiro de entrevistas previamente definido para ser aplicado ao grupo de trabalho, não deve ser modificado ao longo do tempo a fim de garantir a possibilidade de se fazer comparativos entre cada Grupo Focal participante.

Fonte: Extraído de Lacerda *et al.* (2013, p. 756)

2.2 As etapas da pesquisa usando a metodologia *Design Science Research*

Nesta pesquisa foram consideradas as formalidades da metodologia *Design Science Research*, sendo dividida em seis (06) etapas.

2.2.1 Primeira etapa - Identificação do problema e sua motivação

Para cumprir seus os objetivos teóricos, a primeira etapa desse estudo concentrou seus esforços em uma pesquisa nos acervos bibliográficos, nos termos estabelecidos na seção 1.4.2, com o propósito de encontrar produções científicas sobre jogos de estratégia em tempo real e seu processo de desenvolvimento. Ressalta-se que a revisão de estudos anteriores será detalha em tópico próprio, mais adiante.

A revisão de estudos anteriores relacionados ao tema desta pesquisa teve foco delimitado no período entre 2008 a 2018, contemplando artigos científicos, teses e dissertações. A referida literatura restringiu-se às publicações nas línguas inglesa e portuguesa, considerando pesquisas disponíveis nas seguintes bases online:

- a) Banco de Teses e Dissertações da PUC-SP (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo);
- b) Banco de Teses e Dissertações da Capes;
- c) SBGames – Sociedade Brasileira de Games;
- d) The International Journal of Computer Game Research;
- e) Google Scholar.

Após catalogar as principais informações das obras selecionadas, fizemos diversas anotações, com destaque para o título, autor, tipo de obra (artigo, tese, dissertação), palavras-chave, instituição, endereço (URL), data de acesso à obra, resumos, citações e conceitos que fazem a síntese de uma ideia.

O tratamento e a categorização de cada obra catalogada permitiram realizar novas leituras e novas aproximações a partir do agrupamento contextualizado de dados diversificados. Na redação da revisão dos estudos anteriores, fizemos a

organização geral dos dados coletados selecionando-os para leitura detalhada que buscaram atender aos objetivos da pesquisa.

Alguns dos critérios que aplicados ao material a selecionado foram:

- a) ser um artigo científico, tese, dissertação ou monografia;
- b) ter conteúdo completo da obra disponível para *download* em formato .doc ou .pdf;
- c) ser um estudo com o segmento/área facilmente identificado;
- d) ser um estudo com elementos do tema relacionado à esta pesquisa estabelecido de maneira clara.

Procuramos dar sentido mais amplo às respostas encontradas, vinculando-as a outros conhecimentos prévios para fazer uma exposição significativa do conteúdo encontrado em relação aos objetivos propostos e ao tema dessa investigação.

Após o mapeamento bibliográfico, foi realizada uma análise buscando esclarecer os fundamentos necessários ao entendimento do tema. Para tanto, foi indispensável a contextualização do termo “*estratégia aplicada aos jogos*” e os pressupostos que estabelecem o gênero estratégia em jogos digitais. Em seguida, foi discutida a genealogia dos jogos de estratégia em tempo real, seus elementos formais e a contextualização histórica, analisando sucintamente os principais títulos que influenciaram o gênero.

Posteriormente, a análise voltou-se ao estudo do *game design*, refletindo sobre as principais características e seus elementos primordiais. Nesses termos foram averiguadas as principais mecânicas, os desafios comuns, o design dos elementos e os desafios de balanceamento.

Uma vez esclarecida a concepção do gênero de jogo em estudo, a apuração do levantamento bibliográfico passou a observar o processo de desenvolvimento e a implementação dos componentes do jogo adequados com a tecnologia do motor Unreal Engine 4, necessários para elaboração do protótipo.

Esta etapa da presente investigação permitiu o entendimento do problema de maneira mais profunda, por intermédio da pesquisa bibliográfica detalhada no capítulo terceiro, que identificou uma carência acadêmica de estudos sobre desenvolvimento de jogos de estratégia em tempo real.

O estudo revelou que grande parte das pesquisas acadêmicas envolvendo jogos de estratégia em tempo real estão concentradas exclusivamente na área da inteligência artificial, onde não se discute o desenvolvimento desse tipo de jogo, limitando-se ao uso dele como ambiente propício para o desenvolvimento e maturação de técnicas de inteligência artificial, conforme abordado na seção 1.5.1 (Justificativa e relevância científica e comercial).

A principal motivação dessa pesquisa é instaurar um estudo sob a égide da disciplina do desenvolvimento de jogos digitais, com a oportunidade de promover uma maior aproximação de mercado corporativo e a academia científica, mediante um estudo que pode estimular, a indústria de jogos independentes nacional, na exploração de um gênero de jogo que possui espaço no mercado.

Esse espaço é justificado em razão de que atualmente os jogos de estratégia em tempo real são pouco explorados pelos gigantes estúdios de produção de jogos digitais (MOSS, 2017). Outro fator é que o interesse do público desse gênero não é voltado para os gráficos de última geração, mas sim, na experiência de um desafio equilibrado (ADAMS, 2006, ADAMS, 2010, MOSS, 2017).

As classes de problemas advêm da dificuldade técnica naturalmente inerente desse gênero de jogo (BATISTA, 2009, p. 6-7), que se potencializam ainda mais quando se trata de jogos multijogador em rede, onde é necessário a implementação de uma arquitetura diferenciada para lidar com problemas de conexão, latência, sincronia entre outros (GLAZER e SANJAY, 2015, p. 206-264).

Face ao exposto, esta pesquisa propõe a construção de artefatos consistentes em um jogo de estratégia em tempo real multijogador online, como forma de contribuir para o conhecimento teórico e prático acerca do desenvolvimento específico desse gênero, usando o Unreal Engine 4.

2.2.2 Segunda etapa – Definição de objetivos para a solução de desenvolvimento de jogos de estratégia

Para o jogo que estamos nos propondo a desenvolver, foram definidos objetivos para o desenvolvimento exclusivo na plataforma *Personal Computer (PC)*, utilizando o modelo *peer-to-peer* para disponibilizar o serviço multijogador em redes locais ou online, dispensando a necessidade de um servidor dedicado.

No modo online, as conexões serão estabelecidas através dos serviços de *host* promovidos pela *Plataforma Steam*, onde os jogadores poderão criar salas com suporte para até quatro jogadores simultâneos, sendo necessário ao menos dois jogadores para iniciar uma partida.

O jogo fornecerá uma interface de usuário que permita aos jogadores criarem salas públicas e privadas, oferecendo o serviço para convidar jogadores que façam parte do rol de amigos na *Plataforma Steam*, permitindo ainda a seleção de facções e mapas para customização da partida.

O jogo oferecerá ainda as mecânicas comuns de um jogo do gênero de estratégia em tempo real, como controle indireto, névoa de guerra, mini-mapa, recursos naturais, unidades e edificações civis e militares, e desenvolvimento tecnológico para upgrades.

Ainda nesta etapa, buscaremos identificar artefatos já existentes visando atender um conjunto inicial de possíveis soluções para o problema da pesquisa. Os dados obtidos a partir da delimitação do problema foram submetidos a uma avaliação executada por este pesquisador e o orientador desta investigação. Nessa etapa, a contribuição e participação do orientador desta pesquisa ampliou a visão dos artefatos que foram desenvolvidos. Ainda, poderão ser envolvidos nesta etapa futuros usuários dos artefatos, elencando as necessidades da população alvo. Após interação das partes envolvidas quanto ao problema da pesquisa, faremos novas sessões de

brainstorming para identificação de novos artefatos que possam melhorar a solução proposta.

2.2.3 Terceira etapa - Projeto e Desenvolvimento

O planejamento formulado teve como marco inicial o design do jogo, e com base na análise da pesquisa bibliográfica realizada, sendo que a produção do design considerou os elementos fundamentais em um jogo de estratégia em tempo real que foram discutidos, e para tanto, foi elaborado um *Game Design Document (GDD)*⁵, presente no **Apêndice I**, que descreve as principais características e detalhes do projeto.

O GDD é de fundamental importância no processo de desenvolvimento de um jogo digital. Para Lemes (2009), esse documento é a espinha dorsal de todo projeto de jogos digitais, servindo de guia por descrever todas as características e aspectos gerais do jogo, e deve ser encarado como um documento de projeto.

A etapa do processo de desenvolvimento de jogos digitais posterior a produção do *game design* consiste na criação dos artefatos que irão compor o jogo eletrônico (LEMES, 2009; MARQUES, 2015). O desenvolvimento de jogos é uma atividade multidisciplinar que envolve áreas de programação, design, artes e outras, como, por exemplo a criação de efeitos sonoros, composição de músicas, roteiro, testes etc. (BATISTA e LIMA, 2009).

Para que o desenvolvimento do protótipo ficasse restrito às áreas de game design e programação, foi necessário compor o projeto com artefatos digitais de livre utilização. Essas produções de terceiros, e os devidos créditos estão consignados no **Apêndice II**. Vale ressaltar que o principal acervo que compõe o projeto foi extraído

⁵ Game Design Document – Documento que descreve os diversos elementos de um jogo, como mecânica, interface, controles, jogabilidade, etc., servindo de guia no processo de desenvolvimento do jogo.

do jogo *Strategy Game*⁶. Esse jogo é um projeto de exemplo, do gênero *Tower Defence*⁷, fornecido pela *Epic Games* para utilização no Unreal Engine 4.

Uma vez superada a barreira técnica característica da multidisciplinariedade no processo de desenvolvimento de jogos digitais, foi criado um cronograma, identificando as etapas de implementação, estabelecendo a ordem das tarefas e o tempo necessário para a realização de cada uma delas.

Segundo Lemes (2009, p. 56), existem ferramentas de gerenciamento de projetos que ajudam no desmembramento das atividades relacionadas à produção como lista de itens a serem criados e auxílio na montagem de um cronograma com todas as etapas de produção.

Para esse protótipo, foi utilizada o *Hack n' Plan*⁸, uma ferramenta online para gerenciamento de projetos de produção de jogos que fornece uma maneira semântica de organizar e planejar o progresso do desenvolvimento.

O desenvolvimento do artefato jogo que desenvolvemos para esta pesquisa é detalhado no capítulo 5.

2.2.4 Quarta etapa - Demonstração

O artefato identificado na etapa anterior será apresentado considerando tanto aspectos relacionados à viabilidade ergonômica, estética, interativa, física e econômica de jogos de estratégia desenvolvidos com o Unreal Engine 4, quanto a capacidade de solucionar com êxito as demandas desta pesquisa.

⁶ Strategy Game – Projeto de exemplo contido no motor Unreal Engine 4 - <https://docs.unrealengine.com/en-us/Resources/SampleGames/StrategyGame> (acesso em 01/08/2018).

⁷ Subgênero de jogos de estratégia onde o objetivo do jogador é tentar impedir que inimigos percorram por um mapa, fazendo uso de armadilhas e torres que disparam projéteis, segundo a Wikipédia - https://pt.wikipedia.org/wiki/Tower_defense (acesso em 01/08/2018).

⁸ Disponível em <https://hacknplan.com/> (acessado em 01/08/2018)

2.2.5 Quinta etapa – Monitoramento e Avaliação

O objetivo principal da sistemática de monitoramento e avaliação da pesquisa é fornecer aos pesquisadores, gestores e executores: dados, informações e apreciações que auxiliem no planejamento das atividades, a tomada de decisão, a alocação de recursos e a prestação de contas.

Desta feita, a referida etapa será realizada em trabalhos futuros, conforme descrito na seção 6.1.2.

2.2.6 Sexta etapa - Comunicação

A macrofase de comunicação se dará mediante a defesa da presente pesquisa.

2.3 Resumo do Capítulo

Esse capítulo abordou as orientações metodológicas utilizadas para dar o embasamento científico dessa pesquisa, diante dos objetivos teóricos e empíricos enfrentados. Para tanto, apresentou-se a metodologia de pesquisa Design Science, que segundo Lacerda *et al.* (2013), permite uma abordagem prática na propositura de soluções para problemas existentes, através da criação de artefatos.

Nesse sentido, esse capítulo traz os conceitos relativos a Design Science, como artefatos, classes de problemas, os procedimentos do Design Science Research e sua forma de avaliação e validação.

Artefatos foram abordados como um importante conceito da Design Science, que podem ser compreendidos como um objeto criado pelo ser humano. Nesse contexto, March e Smith (1995, apud Lacerda *et al.*, 2013, p. 749) classifica artefatos como: constructos; modelos; métodos; instanciações. Para Bax *et al.* (2014, p. 3892), “artefatos auxiliam na definição de ideias, práticas, e capacidades técnicas de produtos”, pois é através da avaliação e validação desses artefatos, que se assegura a compreensão dos problemas e do conhecimento.

Também é descrita a proposta da construção de artefatos, consistentes principalmente em um jogo de estratégia em tempo real multijogador em rede, utilizando-se o Unreal Engine 4, além de outros produtos derivados dessa construção, como: (i) cursos e oficinas de curta duração (presencial e online); (ii) videoaulas; (iii) e-books; (iv) imagens / ilustrações; (v) infográficos; (vi) mapas mentais; (vii) guias de orientações didáticas; (viii) planos de aula.

Ao abordar as classes de problemas, a mesma foi definida como “a organização de um conjunto de problemas, práticos ou teóricos, que contenha artefatos avaliados, ou não, úteis para a ação nas organizações” (LACERDA *ET AL.*, 2013, p. 747), e foi ressaltada a importância em estipulá-las para realização dessa pesquisa.

O Design Science Research (DRS), por sua vez, é definido por Lacerda *et al.* (2013, p. 744), como o método que operacionaliza a geração de conhecimento durante o processo de concepção de artefatos, no contexto em que a Design Science é a base epistemológica. Peffers *et al.* (2007, p. 5), ressalta que o procedimento compreende seis etapas procedurais: (1) identificação do problema e sua motivação; (2) definição de objetivos para solução; (3) projetar e desenvolver; (4) demonstração; (5) avaliação; (6) comunicação.

O capítulo também descreve como o tema da pesquisa será enfrentado em cada uma das etapas do Design Science Research, explicitando todos os procedimentos propostos para operacionalização da Design Science, com o fito de satisfazer os requisitos formais da instrumentalidade metodológica, buscando assegurar sua validade.

Durante a abordagem quanto a forma de avaliação e validação, foram apresentadas as diretrizes e os métodos propostos para tanto, além das estratégias de comunicação dos resultados do artefato. Também foi feita uma reflexão quanto ao rigor necessário às investigações para garantir a relevância das pesquisas que utilizam os procedimentos metodológicos do Design Science Research.

Por derradeiro, segue a nuvem de palavras do capítulo.

Figura 5 - Nuvem de palavras do capítulo 2



Fonte: Produzido pelo autor na ferramenta wordclouds

Uma vez esclarecida a abordagem metodológica utilizada, o próximo capítulo fará uma análise da revisão de estudos anteriores.

3. A REVISÃO DE ESTUDOS ANTERIORES

Com o fito de cumprir os objetivos teóricos estabelecidos nessa pesquisa, a análise da literatura atentou para livros, artigos científicos, teses e dissertações, buscando servir a dois propósitos. O primeiro propósito era fornecer uma elucidação abrangente nas duas áreas de foco dessa investigação: 1) jogos de estratégia em tempo real e; 2) desenvolvimento desse gênero no Unreal Engine 4. O segundo propósito, foi a revisão de trabalhos realizados por outros pesquisadores empenhados em temas que se aproximam desta pesquisa.

Nos termos das seções 1.4 (Localização da revisão de estudos anteriores no tempo e no espaço) e 2.2.1 (Primeira etapa - Identificação do problema e sua motivação), a revisão de estudos anteriores relacionados ao tema desta pesquisa teve foco delimitado no período entre 2008 a 2018, contemplando artigos científicos, teses e dissertações. A referida literatura restringiu-se às publicações nas línguas inglesa e portuguesa, considerando pesquisas disponíveis nas seguintes bases online: a) Banco de Teses e Dissertações da PUC-SP (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo), b) Banco de Teses e Dissertações da Capes, c) SBGames – Sociedade Brasileira de Games, d) The International Journal of Computer Game Research, e) Google Scholar. Também foram considerados para a revisão de estudos anteriores, os artigos disponíveis na *Scientific Electronic Library Online* – SciELO, das revistas científicas classificadas como nível A1 do Qualis-Capes na área de interdisciplinar e ciência da computação.

É importante ressaltar que durante a elaboração do mapeamento bibliográfico realizado para o conhecimento das produções científicas considerando o tema, critérios e recortes estabelecidos, pôde-se constatar certas insuficiências para a pesquisa. Foi constatado que jogos não é um tema acadêmico recente, e sua relevância é destacada em estudos das mais variadas disciplinas, desde ciência da computação, inteligência artificial (IA) e sociologia à educação, entre outros, que exploram o campo em inúmeras direções (AARSETH, 2003, p. 1).

Desta feita, muito embora as pesquisas envolvendo jogos digitais de estratégia já possuam um vasto acervo literário, composto por diversas disciplinas e pelos mais

variados temas, em grande parte dessas obras, é possível identificar a instrumentalidade dos jogos. Eles não são a finalidade das pesquisas, são utilizados como um meio para contemplar outros objetos de estudo, em razão de possuírem aplicação prática para muitos outros campos de pesquisa, mesmo aqueles que não estão conectados com jogos (NOVAK *ET AL.* 2018, p. 1).

Observa-se por exemplo que, a produção científica nacional voltada para o desenvolvimento de jogos digitais é escassa e a maioria das obras versam sobre a utilização de jogos digitais na educação, na publicidade, ou como ferramenta para estudos de inteligência artificial. A produção internacional, por sua vez, embora mais abundante, utiliza o tema principalmente em pesquisas voltadas para a área de inteligência artificial.

Provavelmente essa escassez ocorre porque o desenvolvimento de jogos digitais como tema de pesquisas acadêmicas é relativamente recente, ao contrário dos estudos sobre jogos nas áreas da matemática, ciências sociais ou inteligência artificial. Apenas após a popularização de videogames e computadores pessoais que esse tema ganhou maior relevância na academia (AARSETH, 2003, p. 1).

A busca nas bases utilizando as palavras-chave pré-definidas, resultaram no encontro de um total de 213 ocorrências, entre teses, artigos e dissertações. O Quadro 7 ilustra todo o acervo encontrado utilizando as palavras chaves previamente definidas.

Quadro 7 – Resumo dos estudos relacionados sem critérios de exclusão

INSTITUIÇÃO	ANO											TOTAL
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
PUC-SP	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
CAPEL	1	2	2	1	1	1	0	2	1	2	0	13
SBGames	2	0	1	0	1	4	1	0	4	1	0	14
Game Studies	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3
Google Scholar	12	15	13	18	19	18	21	38	20	32	12	181
SciELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL												213

Fonte: Produzido pelo autor.

Após essa etapa, buscou-se filtrar a utilidade desse acervo, por meio de alinhamento de títulos e resumos, com o tema da presente pesquisa, restando um único artigo, de autoria de Ayangbekun e Akinde (2014), com o tema de desenvolvimento de jogos de estratégia em tempo real utilizando Unreal Engine 3.

Diante deste quadro, foi realizada um reanálise do acervo bibliográfico encontrado, no sentido de buscar informações que de alguma forma se relacionasse com as duas áreas do tema dessa pesquisa: Jogos de estratégia em tempo real e desenvolvimento no Unreal Engine.

Dessa feita, o critério de exclusão se deu em razão do conteúdo. Foram excluídos todos os trabalhos que não trouxessem informações relacionadas com as áreas do tema da pesquisa.

Essa reanálise logrou êxito em tirar melhor aproveitamento do material encontrado, restando 17 bibliografias, que foram selecionadas em razão da aderência às áreas relacionadas ao tema da pesquisa, conforme exposto no Quadro 8.

Quadro 8 - Resumo dos estudos relacionados com critérios de exclusão

INSTITUIÇÃO	ANO											TOTAL
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
PUC-SP	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
CAPES	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
SBGames	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Game Studies	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
Google Scholar	1	1	1	0	2	1	1	1	0	0	1	9
SciELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL												17

Fonte: Produzido pelo autor.

Os trabalhos selecionados, foram arrolados no Quadro 9, a seguir, que foi organizado prioritariamente em ordem cronológica de publicação, mas também, considerando o aspecto alfabético em razão da autoria.

Quadro 9 - Testes, artigo e dissertações relacionados ao tema da pesquisa

Item	Autor	Título	Ano	Instituição	Tipo
1	PINELLE, David; WONG, Nelson; STACH, Tadeusz	Using genres to customize usability evaluations of video games	2008	Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share	Artigo
2	DETERDING, Sebastian	Living room wars: remediation, boardgames, and the early history of video wargaming	2009	Joystick Soldiers	Artigo
3	LEMES, David de Oliveira	GAMES INDEPENDENTES: Fundamentos metodológicos para criação, planejamento e desenvolvimento de jogos digitais	2009	PUCSP	Dissertação
4	ABBADI, Mohamed; DI GIACOMO, Francesco; ORSINI, Renzo; <i>et al</i>	A generalized design pattern for RTS games	2010	Lecture Notes in Computer Science	Artigo
5	CUNHA, Renato Luiz De Freitas	Um Sistema De Apoio Ao Jogador Para Jogos De Estratégia Em Tempo Real	2010	UFMG	Dissertação
6	CASTRO, Israel Heringer Lisboa de	Um framework para pesquisa de inteligência artificial em jogos de estratégia por turnos	2012	UFMG	Dissertação
7	DOR, Simon	A History of Real-Time Strategy Gameplay From Decryption to Prediction : Introducing the Actional Statement	2012	History of Games International Conference 2013 Proceedings	Artigo
8	GHYS, Tuur	Technology trees: Freedom and determinism in historical strategy games	2012	Game Studies	Artigo
9	NAVES, Thiago França	Uma abordagem para maximização da produção de recursos em jogos RTS	2012	UFU	Dissertação
10	WIEMER, Serjoscha	Interface Analysis: Notes on the "Scopic Regime" of Strategic Action in Real-Time Strategy Games	2012	Computer Games and New Media Cultures: A Handbook of Digital Games Studies	Artigo
11	BATISTA, Mônica de Lourdes Souza	Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos: Um estudo relacional entre gerenciamento de escopo e custos de desenvolvimento	2013	SBGames	Artigo
12	LARA-CABRERA, Raul; COTTA, Carlos; FERNANDEZ-LEIVA, Antonio J.	A review of computational intelligence in RTS games	2013	IEEE Symposium Series on Computational Intelligence	Artigo
13	AYANGBEKUN, Oluwafemi J; AKINDE, Ibrahim O	Development of a Real-Time Strategy Game	2014	Asian Journal of Computer and Information Systems	Artigo
14	MARQUES, Gabriel Cavalcanti	Introdução ao desenvolvimento de jogos digitais utilizando o motor de jogo UDK	2015	PUCSP	Dissertação
15	XIONG, Shuo; IIDA, Hiroyuki	Attractiveness of real time strategy games	2015	Computer Science and Information Systems	Artigo
16	DOR, Simon	Strategy Games: Dictionary and Encyclopaedic Definitions for Game Studies	2018	Game Studies	Artigo

17	NOVAK, Damijan; ČEP, Aleš; VERBER, Domen	Classification of modern real-time strategy game worlds.	2018	GSTF Journal on Computing	Artigo
----	--	--	------	---------------------------	--------

Fonte: Produzido pelo autor.

Esse tratamento e a categorização de cada obra catalogada, permitiram realizar novas leituras e novas aproximações a partir do agrupamento contextualizado de dados diversificados. Por exemplo, foi constatado que a principal fonte, utilizada pelos pesquisadores, quanto a história dos jogos digitais de estratégia em tempo real, repousa em artigos de sites especializados em vídeo games. Os mais recorrentes, foram utilizados na presente investigação, listados no Quadro 10, a seguir:

Quadro 10 - Websites especializados em jogos digitais

Item	Autor	Título	Ano	Site
1	ADAMS, Dan	The State of the RTS	2010	IGN PC.com
2	MOSS, Richard	Build, gather, brawl, repeat: The history of real-time strategy games	2017	Ars Technica.com
3	PHANTOM, et al	The History of Real Time Strategy. A Gamereplays.Org Special Feature	2008	Game Replays.org
4	WEBER, Ben	A Brief History of RTS AI Research	2016	Gamasutra.com

Fonte: Produzido pelo autor.

Portanto, convém ressaltar que, a maioria das obras norteadoras utilizadas para instruir essa pesquisa, abordam os jogos digitais, ou jogos de estratégia em tempo real, como um instrumento utilizado em outros campos de pesquisa, que não estão necessariamente relacionados com jogos.

Ante o exposto, considerando as bases pesquisadas e o recorte temporal, percebe-se a existência de uma lacuna na literatura, no tocante ao tema proposto para a presente investigação, o que ressalta a relevância desse estudo.

Por uma questão de organização, as produções relacionadas ao tema foram divididas em nacionais e internacionais, para então serem analisadas.

3.1 Produção nacional

Nos termos das bases e recorte temporal apresentados na Introdução desta pesquisa, foi realizado um levantamento da literatura utilizando as palavras chaves:

- a) desenvolvimento de jogos digitais
- b) estratégia em tempo real
- c) jogos rts
- d) unreal engine
- e) udk

O intuito foi mapear e discutir as pesquisas acadêmicas brasileiras, com o tema central ligado ao desenvolvimento de jogos digitais, o uso do *Unreal Engine 4* e jogos digitais de estratégia em tempo real.

Como resultado, foram selecionadas 6 pesquisas conforme exposto no Quadro 11:

Quadro 11 - Resumo dos estudos nacionais relacionados

INSTITUIÇÃO	ANO											TOTAL
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
PUC-SP	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
CAPES	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
SBGames	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
TOTAL												6

Fonte: Produzido pelo autor.

A pesquisa de Lemes (2009) analisou os fundamentos metodológicos para a criação, planejamento e o desenvolvimento de jogos digitais no âmbito do produtor independente. Para isso foram investigados conceitos gerais de game design, abordando o processo de ideação e documentação. Também foram examinadas metodologias de gerenciamento de projetos, ferramentas de desenvolvimento, bem como as etapas de desenvolvimento, englobando as diversas disciplinas envolvidas.

Em artigo, Batista (2013) buscou analisar a relação entre gerenciamento de escopo e custo, em projetos de jogos digitais no mercado nacional, fazendo uso da metodologia de pesquisa exploratória. O trabalho aborda a relação das atividades necessárias para o desenvolvimento de jogos digitais, tecendo brevemente as diferentes carreiras envolvidas no processo, os gêneros de jogos digitais e a complexidade de desenvolvimento, metodologias de gerenciamento de projetos e escopo, e o custo baseado em atividades de empresas desenvolvedoras. Como resultado, foi gerado um infográfico de dados quantitativos que indica que as atividades envolvidas no processo possuem grande variedade de custos diferentes para o desenvolvimento de projetos.

Marques (2015) teve por objetivo a produção de um tutorial para desenvolvimento de jogos digitais utilizando o motor UDK, fazendo uma análise da tecnologia, sua história e os principais títulos comerciais desenvolvidos na plataforma. O estudo também aborda sucintamente metodologias para o desenvolvimento de jogos digitais, analisando, em especial, o *workflow* para a produção artística de artefatos para jogos digitais, como, por exemplo modelos tridimensionais, texturas e materiais. A investigação contempla as principais ferramentas do motor, além da criação de um protótipo navegável com alto padrão estético.

Na dissertação de Cunha (2010) foi abordada a implementação de um agente inteligente para auxiliar o jogador a melhorar seu desempenho, denominado sistema de dicas, que fornece dicas táticas e estratégias através da avaliação de métricas. O sistema foi arquitetado para ser utilizado nos motores ORTS e Stratagus2, e obteve êxito em seus objetivos, executando de forma eficiente sem comprometer o desempenho de um jogo existente.

O trabalho de Naves (2012) está relacionado ao uso da inteligência artificial para o planejamento para produção de recursos baseada em critérios, em jogos de estratégia em tempo real. A proposta utiliza *Simulated Annealing (SA)* para conseguir estipular metas com critérios que beneficiam o planejamento para a produção de recursos que serão utilizados durante o jogo. A investigação logrou êxito ao alcançar um comportamento similar ao de jogadores humanos com relação ao planejamento para a produção de recursos, preenchendo uma lacuna na literatura.

De Castro (2012) projetou e desenvolveu um framework adequado para pesquisas de algoritmos de inteligência artificial, através da criação de um jogo de estratégia por turnos com arquitetura planejada para esta finalidade. A pesquisa aponta resultados positivos na utilização dessa ferramenta para experimentos de novas técnicas e algoritmos de inteligência artificial em jogos de estratégia por turnos.

3.2 Produção internacional

Durantes os meses de maio a julho do ano de 2018, foi desempenhada uma busca exploratória com auxílio da ferramenta Google Acadêmico, utilizando-se as palavras-chave:

- a) *game development*
- b) *real time strategy*
- c) *unreal engine*
- d) *ue4*
- e) *udk*

O desenvolvimento de jogos digitais como tema de pesquisas acadêmicas no nível de mestrado e doutorado é relativamente recente, especialmente se comparada a outras áreas da produção científica, como computação e design. O propósito foi mapear e discutir as pesquisas acadêmicas internacionais, com o tema central ligado ao desenvolvimento de jogos digitais, o uso do Unreal Engine 4 e jogos digitais de estratégia em tempo real. Ao final, foram selecionadas 11 pesquisas conforme exposto no Quadro 12:

Quadro 12 - Resumo dos estudos internacionais relacionados

INSTITUIÇÃO	ANO											TOTAL
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Game Studies	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
Google Scholar	1	1	1	0	2	1	1	1	0	0	1	9
SciELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL												11

Fonte: Produzido pelo autor.

Abbadi et al. (2013) em artigo científico, aduz sobre um padrão de design denominado “*Resource Entity Action*” que considera as semelhanças básicas entre muitos jogos de estratégia em tempo real, propiciando a reutilização de código em diversos projetos do mesmo gênero, além de ganhos consideráveis em linhas de código e eficiência em tempo de execução.

Em artigo, Ayangbekun e Akinde (2014), registram as etapas envolvidas no processo de desenvolvimento de um jogo de estratégia em tempo real, utilizando o Unreal Engine 3. É apresentado de forma sucinta, oito (8) seções, descrevendo as principais etapas do projeto: 1) Game Design, 2) gerenciador de recursos, 3) sistema de batalha, 4) câmera de tempo real, 5) level design, 6) interface do usuário, 7) design de áudio e 8) mecânica de jogabilidade. O artigo conclui ressaltando a viabilidade do ponto de vista técnico e de licenças do Unreal Engine 3, e que o jogo se destacou em todas as áreas de um jogo de estratégia em tempo real, incluindo game design, level design, programação, design de interface do usuário e design de som. Os autores ainda destacam a escassez de tutoriais sobre desenvolvimento de jogos, especialmente em jogos do gênero RTS, e que a existência desses tutoriais poderiam facilitar ajudar os desenvolvedores, tanto experientes como iniciantes.

Deterding (2009), em artigo, apresenta um estudo sobre a origem dos wargames, desde os jogos de tabuleiro até os jogos digitais desse gênero. O trabalho classifica os períodos dos jogos de tabuleiro em pré-históricos (1780-1824), Kriegsspiel Civil (1880-1932), Renascimento do Wargaming (1952), Era de Ouro (1952-1980). Posteriormente, o artigo passa a analisar os períodos denominado Laços Militar (1954 a 1980), época em que os militares abriram suas portas para os editores comerciais dos wargames, e Êxodo Digital (1980-1985) época em que os wargames migraram da plataforma tabuleiro para a plataforma digital.

Em artigo, Dor (2014) faz uma análise da história da jogabilidade dos jogos de estratégia em tempo real, travando uma discussão sobre os títulos de vídeo game que seriam responsáveis pelo paradigma da jogabilidade dos jogos modernos. No artigo, dois jogos ganham especial destaque: Dune II e Warcraft. O Autor conclui opinando de forma a considerar o jogo Warcraft como o verdadeiro precursor do paradigma da

jogabilidade dos jogos modernos, em razão da introdução do modo multijogador, que segundo o autor, foi o fator que de fato mudou o comportamento dos jogadores.

Em novo artigo, Dor (2018), enfrenta a questão da definição do termo estratégia, quando aplicado ao contexto dos jogos digitais. O autor sugere em um primeiro momento, definir estratégia a partir de um dicionário ou de uma perspectiva enciclopédica. No deslindo do trabalho, o autor aborda que as definições de "estratégia" podem ser divididas em três diferentes categorias: definições icônicas, formais e experimentais. Ao explorar as referidas categorias, foi constatado que as todas podem ser utilizadas para sublinhar diferentes aspectos de jogos ou jogabilidade, desde um retrato fiel da guerra até uma experiência competitiva. Ao final, o autor conclui que a pluralidade dos significados da estratégia não esclarece a jogabilidade estratégica.

O artigo de Ghys (2012), trata sobre as árvores tecnológicas de jogos de estratégia, definindo-as como diagramas que simulam o progresso da tecnologia em jogos de estratégia de maneira determinística. O trabalho, aborda a questão de como a árvore tecnológica determina as possibilidades de representar a história da tecnologia em jogos históricos de estratégia, utilizando o conceito de determinismo tecnológico. O autor sustenta que esse determinismo tecnológico está presente nas árvores tecnológicas sob três formas: forçando uma sequência definida, influenciando as mudanças sociais na história e determinando as eras e as civilizações. A investigação é concluída com a explicação sobre como as árvores tecnológicas determinam o design da história tecnológica de uma maneira geral, e que existem muitas formas de, game designers e jogadores, interpretarem a história à sua própria maneira.

Em artigo científico, Lara-Cabrera (2013) investiga os desafios fundamentais da pesquisa em inteligência artificial para jogos de estratégia em tempo real. Ao revisar as diferentes tarefas para superar os desafios, a investigação descreve as técnicas utilizadas para a solução desses desafios, fazendo uma relação entre técnicas e tarefas. Ao final, apresenta um conjunto de frameworks utilizados para testes das técnicas empregadas.

Novak *et al.* (2018), trata, em artigo, sobre a fragmentada área de pesquisa sobre jogos de estratégia em tempo real, que é objeto de muitos campos de pesquisa na área da inteligência artificial, buscando estabelecer uma definição sobre os diferentes aspectos desse gênero de jogo, para, posteriormente, buscar uma classificação sobre generalizada sobre os RTSs modernos. Em conclusão, o autor afirma que é necessário estabelecer uma área uniforme entre os diversos campos da pesquisa de inteligência artificial que utilizam jogos de estratégia em tempo real, de forma a facilitar inclusive a colaboração entre os diferentes estudos, apresentando seu trabalho como uma proposta viável para tal mister.

Pinelle, et al. (2008) em artigo científico, fizeram uma revisão que incluiu 18 jogos de cada um dos seis principais gêneros. Considerando as semelhanças da interface de usuário em jogos de mesmo gênero, e como um gênero de jogo se relaciona com o aspecto design e usabilidade. A investigação codificou problemas de usabilidade, e analisou estatisticamente os problemas de cada gênero. Como resultado foram elaborados perfis de cada gênero, que descrevem problemas comuns e não frequentes. Propõe a utilização dos perfis para especializar avaliações de usabilidade, auxiliando designers no combate de problemas comuns nos gêneros.

Em artigo, Wiemer (2012) faz uma análise da interface dos jogos digitais do gênero de estratégia em tempo real, sob o ponto de vista da semiótica, iniciando por uma descrição teórica sobre as características da espécie de jogo, fornecendo um contexto para análise da interface. Em seguida, o autor discute algumas das funções e significados, em relação a performance, semiótica e dimensão cultural, sobre a estrutura da interface desse tipo de jogo. Segundo o autor, a interface gráfica do usuário possui um arranjo espacial ligado à tradição cultural de representação cartográfica de espaços e cenários. A interface utiliza duas visualizações cartográficas separadas. A área principal, que é em grande parte idêntica ao campo de reprodução real na tela, ocupando a maior parte da interface, e o mini-mapa, usado em uma escala diferente, e representa uma visão mais ampla do campo de reprodução total dentro e fora da tela. Para o autor, tal visão, permite ao jogador uma posição poderosa a partir da qual ele pode controlar os eventos do jogo em andamento. Conclui afirmando que esses modos opostos de olhar correspondem a diferentes conceitos culturais de espaço, que devem estar envolvidos no processo de ação estratégica. A distinção

entre esses conceitos é materialmente condensada dentro da estrutura da interface, ou seja, na separação do minimapa e do mapa principal.

Xiong e lida (2015), em artigo, fazem uma pesquisa sobre a possibilidade da aplicação da teoria do refinamento do jogo no domínio dos jogos de estratégia em tempo real, em um estudo de caso que utiliza o jogo Starcraft II como objeto da experiência. Para tanto, os autores realizam uma análise dos conceitos fundamentais presentes em jogos de estratégia em tempo real. Os autores concluem que o jogo Starcraft II possui um valor de zona de refinamento de jogo.

3.3 Resumo do Capítulo

Este capítulo apresentou a revisão de estudos anteriores, procedida conforme descrito nas seções 1.4 (Localização da revisão de estudos anteriores no tempo e no espaço) e 2.2.1 (Primeira etapa - Identificação do problema e sua motivação), com intuito de satisfazer os objetivos teóricos elencados na seção 1.5 (Objetivos) dessa pesquisa.

Em um primeiro momento, pretendia-se a revisão de trabalhos realizados por outros pesquisadores empenhados no mesmo tema dessa pesquisa. Todavia, a busca resultou em um único artigo de autoria de Ayangbekun e Akinde (2014), abordando o desenvolvimento de um jogo de estratégia em tempo real, utilizando a ferramenta Unreal Engine 3.

Entretanto, para compreender uma ampla revisão bibliográfica, um novo propósito foi inserido, buscando fornecer uma elucidação abrangente do tema, e, compilar os conceitos provenientes de textos de diversos autores que abordassem as duas áreas de foco dessa investigação: I) jogos de estratégia em tempo real e; II) desenvolvimento desse gênero no Unreal Engine 4.

Essa nova abordagem, em conjunto com a organização geral dos dados coletados, resultou em 17 trabalhos, sendo 6 nacionais e 11 internacionais, que foram selecionados para leitura detalhada, por aderirem aos objetivos delineados nessa

investigação. Nesse passo, vale consignar o cumprimento do objetivo delineado no item “a” da seção 1.5.2 (Objetivos específicos), consistente em: mapear os estudos acadêmicos relacionados aos jogos de estratégia em tempo real, tendo por referência o período de 2008 a 2018, valendo-se de palavras-chaves como: jogos de estratégia em tempo real, RTS, real time strategy.

Dessa forma, procurou-se dar um sentido mais amplo às respostas encontradas, vinculando-as a outros conhecimentos prévios, no intuito de fazer uma exposição significativa do conteúdo encontrado, relacionando-os aos objetivos propostos e ao tema dessa investigação.

A exposição desse conteúdo é detalhada no próximo capítulo, denominado Abordagens Teóricas Que Fundamentam o Desenvolvimento De Jogos De Estratégia Em Tempo Real Multijogador em Rede Utilizando O Motor Unreal Engine 4.

Por fim, a seguir apresento a nuvem de palavras do capítulo:

Figura 6 - Nuvem de palavras do capítulo 3



Fonte: Produzido pelo autor na ferramenta wordclouds

Com a revisão dos estudos anteriores, o próximo capítulo fará uma exposição das abordagens e fundamentos teóricos.

4. ABORDAGENS TEÓRICAS QUE FUNDAMENTAM O DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DE ESTRATÉGIA EM TEMPO REAL MULTIJOGADOR ONLINE UTILIZANDO O MOTOR UNREAL ENGINE 4

O presente estudo devota-se a um subgênero de jogo em particular, e para elucidar o conhecimento apresentado, mister se faz o entendimento de alguns fundamentos relacionados. Para tanto, foi examinado o conceito de estratégia aplicado ao jogo, seguido por uma análise do gênero de jogos de estratégia e suas características, para então apresentar uma explicação abrangente sobre jogos digitais de estratégia em tempo real, contexto histórico e aspectos de game design.

Em seguida a pesquisa apresenta a tecnologia proposta para o desenvolvimento do jogo e as principais etapas e detalhes de desenvolvimento.

4.1 Fundamentos dos jogos de estratégia em tempo real

4.1.1 Jogo

Muitos autores dos mais variados ramos da ciência, ao longo do tempo, buscaram enfrentar a questão da definição de jogo. Salen e Zimmerman (2012, p. 89-96) faz um exame da definição de 8 (oito) autores e uma leitura no quadro a seguir é suficiente para constatar que não existe um consenso sobre tal definição, que na opinião de David Parlett (*apud* SALEN e ZIMMERMAN, 2012, p. 88) qualquer tentativa de definir a palavra “jogo” é um esforço tolo.

O Quadro 13 contempla as definições analisadas por Salen e Zimmerman (2012), acrescentando outros autores que compõe as referências da presente pesquisa.

Quadro 13 - Definições de jogo

Item	Autor	Definição
1	Adams (2010, p. 3)	Um jogo é um tipo de atividade lúdica, conduzida no contexto de uma realidade pretendida, na qual o (s) participante (s) tenta (m) atingir pelo menos um objetivo arbitrário e não trivial, agindo de acordo com as regras.

2	<p>David Parlett (apud SALEN e ZIMMERMAN, 2012, p. 90)</p>	<p>Um jogo formal tem uma dupla estrutura com base em fins e meios:</p> <p>Fins. É uma competição para atingir um objetivo (A palavra grega para jogo é agôn, que significa competir). Somente um dos concorrentes, sejam eles indivíduos ou equipes, pode atingi-lo, uma vez que seu ato de atingir termina o jogo. Atingir esse objetivo é vencer; e vencer é o “fim” do jogo em ambos os sentidos da palavra, como término e como objetivo.</p> <p>Meios. O jogo tem um conjunto acordado de equipamentos e “regras” procedimentais por meio das quais o equipamento é manipulado para produzir uma situação vencedora.</p>
3	<p>Clark C. Abt (apud SALEN e ZIMMERMAN, 2012, p. 90)</p>	<p>Reduzido à sua essência formal, um jogo é uma atividade entre dois ou mais tomadores de decisão independentes buscando alcançar seus objetivos em um contexto limitador. Uma definição mais convencional seria dizer que um jogo é um contexto com regras entre os adversários tentando conquistar objetivos.</p>
4	<p>Johann Huizinga (apud SALEN e ZIMMERMAN, 2012, p. 88)</p>	<p>É uma atividade livre, ficando conscientemente tomada como ‘não-séria’ e exterior à vida habitual, mas ao mesmo tempo capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. É uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter qualquer lucro, praticada dentro de seus próprios limites de tempo e espaço de acordo com regras fixas e de uma maneira ordenada. Promove a formação de agrupamentos sociais, que tendem a se cercar de sigilo e sublinhar a sua diferença em relação ao mundo comum, por disfarce ou outros meios.</p>
5	<p>Roger Caillois (apud SALEN e ZIMMERMAN, 2012, p. 91 e 92)</p>	<p>É uma atividade:</p> <p>Livre: A interação lúdica não é obrigatória; se fosse, perderia de uma só vez sua qualidade atrativa e alegre como diversão.</p> <p>Separada: Circunscrita dentro dos limites de espaço e tempo, definida e fixada antecipadamente. Incertas. O curso da qual não pode ser determinado, nem o resultado obtido previamente e alguma margem para as inovações deixadas para a iniciativa do jogador.</p> <p>Improdutiva: Não cria bens, riqueza, nem elementos novos de qualquer espécie; e, com exceção da troca de bens entre os jogadores, termina em uma situação idêntica à que prevalecia no início do jogo.</p> <p>Regidas por regras: Sob convenções que suspendem as leis ordinárias e no momento, estabelecem uma nova legislação, que conta sozinha.</p> <p>Faz-de-conta: Acompanhado por uma consciência especial de uma segunda realidade ou fantasia livre, como em oposição à vida real.</p>

6	<p>Bernard Suits (apud SALEN e ZIMMERMAN, 2012, p. 92)</p>	<p>Interagir em um jogo é engajar-se em uma atividade direcionada para produzir um determinado estado de coisas, usando apenas meios permitidos pelas regras, em que as regras proíbem meios mais eficientes em favor dos menos eficientes, e em que tais regras são aceitas apenas porque possibilitam essa atividade. – ou de forma mais sucinta – Também ofereço a seguinte versão mais simples e por assim dizer, mais portátil: Interagir em um jogo é o esforço voluntário para superar os obstáculos desnecessários.</p>
7	<p>Chris Crawford (apud SALEN e ZIMMERMAN, 2012, p. 93)</p>	<p>Quatro fatores comuns: Representação. Um jogo é um sistema formal fechado que subjetivamente representa um subconjunto da realidade. Por ‘fechado’ eu quero dizer que o jogo é completo e auto-suficiente enquanto estrutura. O modelo de mundo criado pelo jogo é internamente completo; nenhuma referência a agentes fora do jogo precisa ser feita. Por formal eu quero dizer apenas que o jogo tem regras explícitas. Um jogo é uma coleção de peças que interagem umas com as outras, muitas vezes de formas complexas. É um sistema. Um jogo cria uma representação subjetiva e deliberadamente simplificada da realidade emocional. Interação. A coisa mais fascinante sobre a realidade não é o que é, ou mesmo o que muda, mas como ela muda, a intrincada teia de causa e efeito pela qual todas as coisas estão interconectadas. A única forma de representar esta teia é permitir que o público explore cada aperto de uma situação, deixar que eles gerem causa e observem os efeitos. Jogos proveem este elemento interativo, e é um fator decisivo de seu apelo. Conflito. Um terceiro elemento que aparece nos jogos é o conflito. O conflito ocorre naturalmente da interação no jogo. O jogador está ativamente perseguindo algum objetivo. Obstáculos evitam que ele conquiste facilmente o seu objetivo. Conflito é um elemento intrínseco de todos os jogos. Pode ser direto ou indireto, violento ou não-violento, mas está sempre presente em cada jogo. Segurança. Conflito implica perigo; perigo significa risco de dano; dano é indesejável. Entretanto, um jogo é um artifício que provê as experiências psicológicas ao mesmo tempo que exclui suas realizações físicas. Em resumo, um jogo é um modo seguro de experimentar a realidade. Mais precisamente, os resultados de um jogo são sempre menos severos do que as situações que servem de modelo para os jogos.</p>
8	<p>David Kelly (apud LEMES, 2009, p. 22)</p>	<p>Um jogo é uma forma de recreação constituída por um conjunto de regras que especificam um objeto (objetivo) a ser almejado e os meios permissíveis de consegui-lo.</p>

9	Greg Costikyan (apud SALEN e ZIMMERMAN, 2012, p. 94)	Um jogo é uma forma de arte na qual os participantes, denominados jogadores, tomam decisões a fim de gerenciar os recursos por meio das fichas do jogo em busca de um objetivo.
10	Elliot Avedon e Brian Sutton-Smith (apud SALEN e ZIMMERMAN, 2012, p. 94)	Jogos são um exercício de sistemas de controle voluntário, em que há uma competição entre forças, limitadas por regras para produzir um desequilíbrio.
11	Salen e Zimmerman (2012, p. 95)	Um jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que implicam em um resultado quantificável.
12	Paul Schuytema (2008, p. 7 apud LEMES, 2009, p. 20)	Um game é uma atividade lúdica composta por uma série de ações e decisões, limitada por regras e pelo universo do game, que resultam em uma condição final. As regras do universo do game são apresentadas por meios eletrônicos controlados por um programa digital. As regras e o universo do game existem para proporcionar uma estrutura e um contexto para as ações de um jogador. As regras também existem para criar situações interessantes com o objetivo de desafiar e se contrapor ao jogador. As ações do jogador, suas decisões, escolhas e oportunidades, na verdade, sua jornada, tudo isso compõem a “alma do game”. A riqueza do contexto, o desafio, a emoção e a diversão da jornada de um jogador, e não simplesmente a obtenção da condição final, é que determinam o sucesso do game.

Werbach e Hunter (2012) consideram três tipos de elementos (dinâmicas, mecânicas e componentes) como categorias aplicáveis aos estudos e desenvolvimento de jogos de modo que cada mecânica se liga a uma ou mais dinâmicas, e cada componente a uma ou mais mecânicas ou dinâmicas.

4.1.1.1 Dinâmicas de jogos

As dinâmicas de jogos representam o mais alto nível de abstração de elementos do jogo. São os temas em torno do qual o jogo se desenvolve, assim como aspectos do quadro geral do sistema de jogo levados em consideração, mas que não fazem parte diretamente do jogo. Esses elementos mostram quais são as forças subjacentes que existem em jogos (WERBACH; HUNTER, 2012).

As dinâmicas, portanto, representam as interações entre o jogador e as mecânicas de jogo e compõem os aspectos do quadro geral de uma gamificação. Devem ser gerenciadas, mas não são explicitadas obrigatoriamente no jogo (WERBACH; HUNTER, 2012).

Quadro 14 - Classificação de Dinâmicas

Item	Dinâmicas	Descrição
1	Emoções	Jogos podem criar diferentes tipos de emoções, especialmente a da diversão (reforço emocional que mantém as pessoas jogando)
2	Narrativa	Estrutura que torna o jogo coerente. A narrativa não tem necessariamente que ser explícita, como uma história de um jogo. Também pode ser implícita, na qual toda a experiência tem um propósito em si
3	Progressão	Ideia de dar aos jogadores a sensação de avançar dentro do jogo
4	Relacionamento	Refere-se à interação entre os jogadores, seja entre amigos, companheiros ou adversários
5	Restrições	Refere-se à limitação da liberdade dos jogadores dentro do jogo

Fonte: Traduzido, com adaptações de Werbach; Hunter, 2012

4.1.1.2. Mecânicas de jogos

As mecânicas se referem aos elementos mais específicos que levam às ações também mais específicas. Elas orientam as ações dos jogadores em uma direção desejada delimitando que o jogador pode ou não fazer dentro do jogo (ERIKSSON, MUSIALIK, WAGNER, 2012).

Quadro 15 - Classificação de mecânicas

Item	Mecânicas	Descrição
1	Aquisição de recursos	O jogador pode coletar itens que o ajudam a atingir os objetivos
2	Avaliação (Feedback)	A avaliação permite que os jogadores vejam como estão progredindo no jogo
3	Chance	Os resultados de ação do jogador são aleatórios para criar uma sensação de surpresa e incerteza
4	Cooperação e competição	Cria-se um sentimento de vitória e derrota
5	Desafios	Os objetivos que o jogo define para o jogador
6	Recompensas	O benefício que o jogador pode ganhar a partir de uma conquista no jogo

7	Transações	Significa compra, venda ou troca de algo com outros jogadores no jogo
8	Turnos	Cada jogador no jogo tem seu próprio tempo e oportunidade para jogar. Jogos tradicionais, como jogos de cartas e jogos de tabuleiro, muitas vezes, dependem de turnos para manter o equilíbrio no jogo, enquanto muitos jogos de computador modernos trabalham em tempo real.
9	Vitória	O “estado” que define ganhar o jogo

Fonte: Traduzido, com adaptações de Werbach; Hunter, 2012

As mecânicas viabilizam o funcionamento do jogo e orientam as ações do jogador; e, dependendo da mecânica utilizada, os jogos podem ter uma variedade ampla de estilos (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011).

Vários mecanismos podem estar incluídos em uma dinâmica como, por exemplo, *feedback* e recompensas – os quais podem dar uma sensação de progressão no jogo. Assim, cada mecânica é uma forma de atingir uma ou mais das dinâmicas descritas.

Um evento aleatório, tal como um prêmio que aparece sem aviso, pode tanto estimular o senso de diversão e curiosidade dos jogadores como ser uma forma de obter novos participantes ou manter os jogadores mais experientes envolvidos (WERBACH; HUNTER, 2012).

4.1.1.3. Componentes de jogos

Os componentes são aplicações específicas visualizadas e utilizadas na interface do jogo (Quadro 16). Este é o nível mais concreto dos elementos de jogos e, assim como uma mecânica se liga com uma ou mais dinâmicas, vários componentes podem fazer parte de uma mecânica.

Quadro 16 - Componentes de jogos

Item	Dinâmicas	Descrição
1	Avatar	Representação visual do personagem do jogador.
2	Bens virtuais	Itens dentro do jogo que os jogadores podem coletar e usar de forma virtual e não real, mas que ainda tem valor para o jogador. Os jogadores podem pagar pelos itens ou moeda do jogo ou com dinheiro real.

3	Boss	Um desafio geralmente difícil no final de um nível que deve ser derrotado, a fim de avançar no jogo
4	Coleções	Formadas por itens acumulados dentro do jogo. Emblemas e medalhas são frequentemente parte de coleções
5	Combate	Disputa que ocorre para que o jogador derrote oponentes em uma luta
6	Conquistas	Recompensa que o jogador recebe por fazer um conjunto de atividades específicas
7	Conteúdos desbloqueáveis	A possibilidade de desbloquear e acessar certos conteúdos no jogo se os pré-requisitos forem preenchidos. O jogador precisa fazer algo específico para ser capaz de desbloquear o conteúdo.
8	Emblemas / Medalhas	Representação visual de realizações dentro do jogo
9	Gráfico Social	Capacidade de ver amigos que também estão no jogo e ser capaz de interagir com eles. Um gráfico social torna o jogo uma extensão de sua experiência de rede social
10	Missão	Similar a “conquista”. É uma noção de jogo de que o jogador deve executar algumas atividades que são especificamente definidas dentro da estrutura do jogo
11	Níveis	Representação da evolução do jogador. O nível do jogador aumenta à medida que o jogador se torna melhor no jogo
12	Pontos	Ações no jogo que atribuem pontos. São muitas vezes ligadas a níveis
13	Presentes	A possibilidade de distribuir ao jogador coisas como itens ou moeda virtual para outros jogadores
14	Ranking	Lista de jogadores que apresentam as maiores pontuações/conquistas /itens em um jogo
15	Times	Possibilidade de jogar com outras pessoas com o mesmo objetivo

Fonte: Traduzido, com adaptações de Werbach; Hunter, 2012

Werbach e Hunter (2012) salientam que os componentes descritos acima podem assumir diversas combinações e essa escolha deve ser feita com base no que atende mais adequadamente as demandas de um determinado contexto. Combinar as dinâmicas, mecânicas e componentes de forma que sejam efetivas para um determinado objetivo é a tarefa central de um projeto de gamificação.

Deterding (2012) alerta que desenvolvedores que acreditam que “gamificar” é a simples adição de recompensas e incentivos com pontos e medalhas dentro de um sistema, estão destinados a fracassar em suas aplicações.

4.1.2 Estratégia

A palavra estratégia vem do grego antigo *stratègós*, e talvez a melhor forma de averiguar o contexto original do termo, seja buscar suas raízes, e, segundo o Dicionário Etimológico Online⁹:

[...] *stratègós*: de *stratos* (exército) e *ago* (liderança). O significado original caracterizava a "arte do general", que deixou de estar ao lado do exército para estar à distância, no alto das colinas, de onde podia observar o campo, adquirindo um maior potencial para selecionar a melhor posição e o melhor conjunto de ações para vencer a batalha e, quiçá, a guerra. [...]

Com fundamento em sua interpretação etimológica, extrai-se o seu significado original: cuida-se da arte de liderar exércitos. Tal significado permite identificar três premissas.

A primeira é o contexto de conflito e ambiente hostil (guerra). A segunda é quanto a ação propriamente dita. Trata-se de um método de pensamento, que exige engenhosidade e planejamento, para perceber e prever determinadas circunstâncias, e com esta base, tomar as melhores decisões de liderança. A terceira premissa é quanto a finalidade, pois cuida-se de alcançar um determinado objetivo militar (vencer a batalha).

Segundo Dor (2018), a abordagem intuitiva seria considerar jogos de estratégia como descendentes dos *wargames*¹⁰, e conseqüentemente adotar o conceito definido no contexto da guerra. Entretanto, o autor alerta que “estratégia” pode ser utilizada em diversos contextos, como jogos, guerra, política, teoria dos jogos, negócios e, portanto, o conceito estratégia poderia ser rotulado como algo indefinível. Portanto, a sugestão do autor é definir estratégia a partir de um dicionário ou de uma perspectiva enciclopédica.

⁹ Disponível em <https://www.dicionarioetimologico.com.br/estrategia/>. (acessado em 20/05/2018)

¹⁰ Wargame – Em português: jogo de guerra - é uma modalidade de jogo de tabuleiro que representa uma operação ou conflito militar a nível estratégico ou tático, de acordo com a Wikipédia - <https://pt.wikipedia.org/wiki/WarGame> (acessado em 01/07/2018).

Nestes termos, segundo o dicionário Michaelis, estratégia é a arte de planejar e coordenar as operações das forças militares, políticas, econômicas e morais envolvidas na condução de uma guerra ou na preparação da defesa de um Estado ou comunidade de nações.

4.1.3 O gênero jogos de estratégia

Jogos digitais são classificados por gêneros que, segundo Novak (2010, p. 96), cuida-se de “categorias baseadas em uma combinação de tema, ambiente, apresentação/formato de tela, perspectiva do jogador e estratégias de jogo”.

Portanto, para reconhecer o gênero de um jogo, é necessário identificar os critérios que compõe o mesmo. De acordo com Dixit e Skeath (2004, p. 4) a maioria dos jogos são constituídos por um conjunto de sorte, habilidade e estratégia em proporções variadas. Por exemplo, em partida de cara ou coroa, o confronto é de pura sorte, ao passo que em uma corrida de cem jardas, o confronto é de pura perícia.

Nessa linha, um jogo de estratégia é tipificado por um confronto estratégico. É importante ressaltar que estratégia é uma habilidade diferenciada, por exemplo, no contexto dos esportes, seria uma parte da habilidade mental necessária para fazer uma boa partida, como o cálculo da melhor maneira de utilizar a habilidade física. Para que um confronto estratégico seja caracterizado, deve haver algum efeito cruzado de ações, onde uma afeta o resultado da outra. É necessário também, que haja uma consciência mútua dos participantes quanto a esse efeito cruzado (DIXIT; SKEATH, 2004, p. 4-18).

Dessa forma, um jogador poderá ponderar a melhor decisão para aquele momento, considerando o estado em que o jogo se encontra, e ações futuras de seus oponentes, podendo adotar contramedidas para se precaver dos efeitos negativos dessas possíveis ações. Em uma partida de xadrez, por exemplo, o jogador ao planejar o seu movimento, o faz prevendo uma série de jogadas posteriores e que consideram os possíveis movimentos de seu oponente.

Entretanto, esse contexto de confronto estratégico em jogos, é presente em jogos de estratégia abstratos, como o xadrez por exemplo, onde o jogador sempre se encontra em uma posição onde as escolhas são claras, precisas e fixas.

Dor (2018) considera que os debates em torno do adjetivo “estratégia”, quando dirigida a jogos, ocorrem porque a definição de estratégia é nebulosa. O autor relata que em 1982, os jogos digitais foram divididos em duas grandes categorias, jogos de ação e habilidade e jogos de estratégia, onde jogos de estratégia agrupou qualquer jogo que envolvesse habilidades cognitivas. Essa inconsistência nos rótulos nos antigos jogos, prejudica qualquer tentativa de classificação de acordo com a perspectiva atual de jogos de estratégia, pois ela não teria qualquer base histórica.

Dor (2018) sustenta que os jogos deveriam ser classificados de acordo com a história da jogabilidade ao invés da história dos jogos, pois apenas dessa forma, os critérios de classificação seriam suficientes para compreender a complexidade desse fenômeno histórico e cultural que conduziu aos grandiosos jogos de estratégia.

Buscando esclarecer os critérios que caracterizam um jogo de estratégia, Adams (2010, p. 420, tradução nossa) traz a seguinte perspectiva:

Jogos de estratégia são aqueles em que a maioria dos desafios apresentados são competições de conflito estratégico, e as ações ou movimentos do jogador são o que mais conta pontos. A vitória é alcançada pelas ações otimizadas e melhor planejamento; o elemento de sorte não deve desempenhar um papel importante. Outros desafios, como táticos, logísticos, econômicos e de exploração, também podem estar presentes. Desafios de coordenação motora possuem mínima ou nenhuma contribuição.

Considerando a visão de Adams (2010), é possível extrair que o curso do jogo não é definido pela sorte ou coordenação motora, mas por fatores que privilegiam a astúcia do jogador, fazendo com que as habilidades de tomada de decisões sejam determinantes no resultado do jogo. A partir dessa perspectiva, é do gênero estratégia, um jogo que possua uma disputa estratégica, cuja mecânica torna o uso do estratagema um fator determinante para condição de vitória. É certo que eventualmente, um jogador pode conquistar uma vitória através da sorte, com jogadas aleatórias, mas isso não ocorrerá de forma constante.

4.1.4 Jogos digitais de estratégia

Uma vez estabelecidos os critérios para identificar o gênero de um jogo como sendo de estratégia, é importante assinalar uma definição mais específica aos jogos digitais, e nesta ótica Novak (2010, p. 109) oferece a seguinte definição:

Os games de estratégia originam-se dos jogos clássicos de tabuleiro, como xadrez, em que os jogadores devem administrar um conjunto limitado de recursos para atingir uma meta específica. A maioria dos games de estratégia desenrola-se em um ambiente militar. Ao contrário do que acontece nos RPGs, o personagem do jogador é relativamente “desimportante”. (De fato, às vezes o jogador nem tem um personagem.) Em vez disso, os recursos do jogador (por exemplo, tropas ou armas) tornam-se fundamentais para a experiência do game. A gestão de recursos geralmente inclui a construção de diversos tipos de edifícios ou unidades e a decisão sobre como e quando colocá-los em ação. A estratégia nesses games é baseada na avaliação comparativa dos recursos e decisões dos oponentes.

Da definição da Novak (2010), constata-se que os jogos digitais de estratégia detêm suas raízes nos jogos de tabuleiro, especialmente nos da modalidade *wargame*. Quando transpostos para o ambiente virtual, eles são capazes de tirar grande proveito de uma importante singularidade dos jogos digitais, que é o enriquecimento da experiência lúdica.

Essa capacidade de combinar o ludismo explícito dos jogos de tabuleiro com o ludismo implícito das mídias digitais, além de engrandecer a experiência na jogabilidade, permite uma expansão que alcança novos conceitos.

O poder computacional dos processadores permite a execução de regras de alta complexidade fornecendo um *feedback* instantâneo. Os recursos audiovisuais outorga a incorporação de elementos estéticos e narrativos, como efeitos sonoros, músicas, animação 3D, e outros efeitos visuais que enriquece a dinâmica e propicia a imersão como uma experiência prática no jogo. A internet garante o encontro com diversos oponentes, sem qualquer limitação em função da distância.

Assim como nos jogos de tabuleiro, cada jogo eletrônico desse gênero possui uma série de princípios próprios, e regras específicas que variam de acordo com a experiência que se deseja que o jogador desfrute. Todavia, seguindo a definição de

Novak e outros autores pesquisados, é possível identificar elementos que são comuns em jogos de estratégia.

O jogador é inserido em uma narrativa onde assume um papel de governança, responsável pelo planejamento territorial, aparato militar, construção de edifícios, produção de tropas, desenvolvimento tecnológico entre outros que variam conforme os desafios estabelecidos no jogo.

Para compor o ambiente digital, é comum a utilização de temas e cenários em função do tempo e do espaço. Esses temas podem ser fictícios, abordando guerras de fantasia medieval ou futurísticas, ou realísticos inserindo o jogador em determinado período histórico ou em um intervalo de períodos.

Também é comum a utilização de cenários reais, submetendo o jogador em uma narrativa sob as mesmas condições do momento histórico que se pretende retratar. Entretanto, nenhuma das hipóteses torna o jogador um mero espectador, ele sempre poderá explorar as ações para buscar os resultados de acordo com sua performance na partida.

É interessante notar uma particularidade comum em jogos digitais de estratégia, pois a experiência lúdica não se apoia no ponto de vista de um personagem inserido no ambiente virtual. A câmera do jogo, via de regra, possui uma perspectiva isométrica, assegurando uma visão mais ampla em um plano superior, similar a visualização de um tabuleiro. Por essa razão que a definição de Novak afirma que o personagem é irrelevante, e que muitas vezes sequer existe um avatar para tal.

Nessa perspectiva, a principal ação exercida pelo jogador é a habilidade de comandar, pois administrando recursos e exercendo o controle sob o seu exército que os objetivos do jogo poderão ser alcançados. Esse cenário é muito semelhante ao contexto original do termo estratégia, na figura do general comandando seu exército do alto de uma colina para vencer a batalha.

Jogos de estratégia se dividem em dois principais subgêneros. Jogos de estratégia por turnos (TBS, do inglês *Turn-Base Strategy*) e estratégia em tempo real (RTS, do inglês *Real-Time Strategy*).

4.1.5 Subgênero estratégia por turnos

Os primeiros jogos de estratégia digitais desenvolvidos foram os baseados em turnos (ADAMS, 2010; DETERDING, 2009; NOVAK, 2010), eles eram ambientados em um mapa bidimensional e representados através de visão superior (como se fosse vista por cima do mapa), onde “o jogador podia executar diversas ações com os elementos controláveis do jogo e de acordo com as regras” (DE CASTRO, 2012, p. 2).

Os jogos de estratégia por turnos costumam possuir uma narrativa de guerra ou batalha, onde o jogador deve administrar sua cidade, império, civilização, etc., gerenciando recursos como tropas, edificações ou mesmo recursos naturais. No controle dos recursos, o jogador pode construir novas cidades, bases militares, produzir novas tropas, extrair recursos naturais, além de obter avanços tecnológicos que garante acesso a recursos mais avançados (DE CASTRO, 2012, p. 9-12).

Sua dinâmica é semelhante aos jogos de tabuleiro, onde cada jogador possui a sua vez de jogar, alternando-se em turnos. Durante o turno, os adversários não podem interagir, gerando um intervalo de tempo onde o jogador pode planejar suas decisões, ao analisar cuidadosamente os benefícios e malefícios de cada ação (DE CASTRO, 2012; NOVAK, 2010).

Essa característica de jogabilidade outorga ao *game design* a possibilidade de enriquecido com diversas informações, ampliando o leque de opções de jogadas e tornando cada ação do jogador ainda mais relevante na partida. Para Novak (2010, p. 110):

Esse intervalo é particularmente apropriado para games de estratégia, porque estimula o jogador a gastar algum tempo raciocinando estrategicamente antes de tomar decisões. Nos games de estratégia baseados em turnos, a gestão de recursos envolve decisões específicas sobre os tipos de recursos a serem criados, os locais onde serão colocados e a maneira mais vantajosa

de usá-los. A possibilidade de dispor de todo o tempo necessário para tomar essas decisões faz parte do apelo do game.

Outro fator relevante é quanto aos adversários representados por uma inteligência artificial. O intervalo de tempo sem qualquer interação dos jogadores, permite a utilização de técnicas computacionais mais robustas, e que exigem maior tempo de processamento, sem prejudicar a dinâmica da partida (DE CASTRO, 2012, p. 2).

Por outro lado, as partidas de jogos de estratégia por turnos são longas, durando horas ou até mesmo dias, e em se tratando de adversários humanos em partidas de ambiente online, essas pausas entre as jogadas poderia gerar frustração. Todavia, Adams (2010, p. 420) ressalta que estes jogos são projetados para que todos os jogadores escolham seus próximos movimentos simultaneamente, e a máquina calcula e exibe o resultado das ações, o que reduz substancialmente o tempo de espera.

Muitos títulos de jogos comerciais de estratégia por turno obtiveram enorme sucesso comercial, dentre os quais, a franquia *Civilization*, criada por Sid Meier é uma das representantes para esse subgênero (DE CASTRO, 2012, p. 10).

Figura 7 - Imagem do jogo Civilization VI



Fonte: Produzida pelo autor.

4.1.6 Subgênero estratégia em tempo real

Jogos digitais de estratégia em tempo real é um subgênero dos jogos digitais de estratégia que tem sido definido por diversos autores, conforme apresentado no quadro a seguir:

Quadro 17 - Definições de jogos de estratégia em tempo real

Item	Autor	Definição
1	Adams (2006)	Um jogo de estratégia em que o principal modo de jogo é em tempo real.
2	Adams (2010, p. 420)	Jogos de estratégia em tempo real (RTS) foram desenvolvidos após os jogos de estratégia baseado em turnos. Os RTSs adicionaram a pressão do tempo aos jogos de estratégia, tendo em vista que tudo acontece ao mesmo tempo e os jogadores não têm turnos individuais para ponderar seus movimentos. Embora eles não sejam tão frenéticos quanto os jogos de ação, os RTSs exigem que o jogador tenha uma visão perspicaz e pense rapidamente.
3	Ayangbekun e Akinde (2014, p. 2321)	Jogos de estratégia em tempo real (RTS) são um gênero de jogos de computador. Eles ocorrem em tempo real e envolvem coleta de recursos, construção de base, desenvolvimento de tecnologias e um alto nível de controle sob as unidades individualmente. Em um jogo de estratégia em tempo real, os jogadores se tornam o líder de uma colônia ou base militar.
4	Batista (2009, p. 1)	São jogos que tem como meta a coleta de recursos, construção de exércitos e controle de unidades para atacar um inimigo. São exemplos Command and Conquer e Warcraft.
5	Castro (2012, p. 2)	... nos jogos RTS o jogo não sofre pausas ou interrupções e os jogadores devem executar suas ações simultaneamente e de forma contínua (ou em tempo real) ...
6	Cunha (2010, p. 2)	Jogos RTS são um gênero de jogos de computador que normalmente são ambientados em uma guerra, onde as ações dos jogadores não são ordenadas por turnos, mas contínuas.
7	Dor (2018)	É claro que precisamos de uma terminologia melhor, mas, por mais evolutiva que seja a linguagem, você não pode simplesmente impô-la. Para melhor ou pior, o termo RTS passou a significar "jogo com vista de cima para baixo, no qual você reúne recursos para construir e controlar

		exércitos de pequenos sujeitos". Às vezes, faz sentido apenas adiar para o entendimento popular. (Goodfellow, 2008)
8	Gregory (2014, p. 20)	O gênero moderno de estratégia em tempo real (RTS) foi indiscutivelmente definido por Dune II: The Building of a Dynasty (1992). Outros jogos neste gênero incluem Warcraft, Command & Conquer, Age of Empires e Starcraft. Neste gênero, o jogador coloca estrategicamente as unidades de batalha do seu arsenal em um extenso campo de jogo, na tentativa de subjugar seu oponente. O mundo do jogo é normalmente exibido em um ângulo de visão oblíquo de cima para baixo.
9	Cabrera, et al. (2013, p.114)	Em um RTS típico, é possível criar unidades e estruturas adicionais durante o curso de um jogo, mas isso geralmente Os jogos de RTS são um gênero de jogos digitais que exigem o gerenciamento de diferentes tipos de unidades e recursos em tempo real. Em um jogo RTS, os participantes posicionam e manobram unidades e estruturas sob seu controle para proteger áreas do mapa e / ou destruir os ativos de seus oponentes.
10	Moss (2017)	Para os fins deste artigo, um jogo de estratégia em tempo real é aquele que envolve a construção de base e / ou gestão, coleta de recursos, produção de unidades e combate semi-autônomo, tudo conduzido em tempo real (ao invés de ser baseado em turnos), com a finalidade de obter / manter controle sobre pontos estratégicos em um mapa (como os recursos e centros de comando).
11	Naves (2012, p. 1)	Jogos de estratégia em tempo real (RTS) são uma das categorias mais populares de jogos de computador. Títulos recentes como os renomados Warcraft 2 e Stracraft 2 são exemplos dessa categoria. Esses jogos possuem diferentes tipos de classes de personagens e recursos, os quais são utilizados em batalhas. batalhas que podem ser disputadas entre jogadores humanos ou um agente jogador (software) controlado por um computador.
12	Novak (2010, p. 110)	Os games de estratégia em tempo real (real-time strategy ou RTS) incorporam um intervalo de tempo real. Embora o raciocínio estratégico não seja muito compatível com a ação em tempo real, a popularidade dos games de RTS é surpreendente. O jogador de RTS é constantemente pressionado pelos acontecimentos e não dispõe de tempo suficiente para avaliar com detalhes seus movimentos. Os games RTS multijogador devem ser jogados em uma única seção.
13	Phantom, et al. (2008, p. 8)	Tudo isso mudou quando a Westwood Studios lançou o Dune 2 em 1992. Pela primeira vez, o gênero de estratégia tinha um tipo inteiramente novo de jogo. Enquanto os jogos de estratégia anteriores se desenrolavam de forma bastante linear e se baseavam principalmente em recursos

		limitados, a revolução que Dune 2 trouxe foi toda sobre liberdade: a liberdade dos turnos, das longas esperas de seu oponente fazer sua jogada, da aleatoriedade de dados, a liberdade de ter seus exércitos reduzidos a meros símbolos em um mapa vagamente desenhado e, mais importante, a liberdade de não ter controle direto sobre seus exércitos.
14	Pinelle, et al. (2008, p. 131)	Estratégia (em tempo real e por turnos). Os jogos de estratégia enfatizam o planejamento tático e geralmente envolvem a construção de estruturas, o gerenciamento de recursos e a supervisão de muitas unidades. Exemplos incluem as séries Starcraft, Warcraft, X-Com e Civilization.
15	Wiemer (2012, p. 80)	Os jogos de estratégia em tempo real (RTS) são um dos subgêneros de maior sucesso dos jogos de estratégia de computador contemporâneos. RTS evoluiu como um subgênero discreto e reconhecível no início de 1990 alcançando rapidamente sucesso comercial. Mais de dez milhões de unidades de jogos campeões de vendas como Starcraft e Command & Conquer: Tiberian Sun foram distribuídas para jogadores de todo o mundo. O mercado de jogos de estratégia em tempo real é altamente diferenciado, mas, no entanto, é claramente dominado por algumas empresas, entre elas a Blizzard Entertainment e a EA - Electronic Arts, ambas sediadas na Califórnia, EUA. A característica mais importante do RTS como subgênero é o sistema de jogo específico, que pode ser descrito como uma combinação de elementos de jogo de guerra combinados com elementos de uma economia simulada. Esses elementos se fundem em uma nova fórmula que pode ser definida como colheita → construir → destruir. [...]
16	Xiong e lida (2015, p. 1217)	Real Time Strategy (RTS) é um subgênero dos jogos digitais de estratégia que não progride de forma incremental em turnos.

Os jogos de estratégia em tempo real, possuem uma dinâmica inversa ao dos jogos baseados em turnos, uma vez que a partida não sofre interrupções. Como consequência, os jogadores precisam lidar com a pressão do tempo, pois são constantemente compelidos a tomar decisões reagindo aos eventos de forma imediata, sem dispor de um intervalo de tempo para o planejamento e execução das ações (ADAMS, 2010; CABRERA ET AL., 2013; NOVAK, 2010).

Quando o jogo tem início, os jogadores são posicionados em áreas distintas no ambiente virtual, de posse de algumas unidades básicas e recursos suficientes para iniciar a partida (CUNHA, 2010, p. 6). Incumbe aos jogadores o controle de numerosas

unidades (PINELLE *ET AL.*, 2008, p. 134). Como tradicionalmente nos jogos de estratégia, a câmera do jogo é posta em um plano elevado, sob uma perspectiva que favorece uma visão geral do mundo do jogo (ADAMS, 2010, p. 445-446). Essa configuração, além de privilegiar a visão estratégica, permite ao jogador supervisionar múltiplas unidades simultaneamente, bem como facilita a seleção de várias unidades em um único conjunto, para executar tarefas ou uma ação específica (ABBADI *ET AL.*, 2013; PINELLE *ET AL.*, 2008).

Segundo Abbadi et al. (2013, p. 245), unidades e edificações são entidades controladas pelo jogador para alcançar seus objetivos. Em geral, unidades realizam ações ofensivas ou coleta de recursos enquanto as edificações são utilizadas para criação de unidades e pesquisa de novas tecnologias.

Adams (2010, p. 421-425) menciona que os conflitos são caracterizados por combate, e buscam reproduzir táticas e situações que são habituais no combate militar, embora ressalte que podem existir outros desafios como táticos, logísticos, econômicos ou de exploração.

Para Wiemer (2012, p. 81-), existe um ciclo de três fases (desenvolvimento, expansão e batalha) típico dos jogos de RTS, onde antes de se dirigir à batalha, os jogadores devem criar cadeias de produção e lidar com logística das unidades, equipamentos de guerra e outros suprimentos.

Para iniciar uma cadeia de produção, os jogadores devem amealhar recursos naturais que são extraídos através de unidades ou edificações especializadas. Essas matérias primas, como madeira, grãos ou metais são pré-requisitos para a construção de edificações de infraestrutura, fábricas ou sistemas de armas. Elas também são necessárias para investimentos em pesquisa de novas tecnologias que liberam o desenvolvimento de *upgrades* que resultam em ciclos de produção mais curtos, consumo mais eficiente de recursos e unidades bélicas mais eficazes (ABBADI *ET AL.*, 2013; CUNHA, 2010; NAVES, 2012; PINELLE *ET AL.*, 2008; WIEMER, 2012).

A gestão de recursos é uma característica bastante singular dos jogos de estratégia em tempo real, e essa atuação é classificada em microgestão e macrogestão (LARA-CABRERA *ET AL.*, 2013; XIONG e IIDA, 2014).

A microgestão refere-se quando a atenção do jogador é direcionada para gestão de algum recurso específico ou para manutenção de um pequeno grupo de unidades, dando-se ordens específicas. São ações rápidas e relevantes naquele exato momento da partida, e via de regra envolve o uso de combate tático (LARA-CABRERA *ET AL.*, 2013; CUNHA, 2010; NOVAK, 2010; XIONG e IIDA, 2014).

A macrogestão, por sua vez, ocorre quando o foco do jogador é direcionado para ações de caráter abrangente, de planejamento a longo prazo, que demandam tempo para pensar e considerar as possíveis soluções, como estratégias para desenvolvimento econômico ou manobras estratégicas em grande escala, que envolvam diversos tipos de unidades (LARA-CABRERA *ET AL.*, 2013; XIONG, 2014).

Jogos de estratégia em tempo real não são determinísticos, o jogador não possui a visão total do campo de batalha, de tal sorte que não é possível, na maior parte do tempo, acompanhar as ações de seus oponentes. A condição de vitória é definida pelo combate, subjugando os adversários pelo uso de táticas que tirem o melhor proveito das peculiaridades das unidades de combate. Entretanto, o conflito estratégico é muito mais abrangente, pois exige um cuidadoso planejamento para otimizar a cadeia produtiva e desenvolver o poder bélico, ao mesmo tempo que é necessário raciocínio rápido para reagir de forma eficaz, face as ações inesperadas dos oponentes.

4.2 História dos jogos de estratégia em tempo real

Segundo Deterding (2009, p. 30), é difícil identificar com precisão a data do primeiro jogo digital de estratégia, pois os rótulos de gêneros eram utilizados de forma inconsistente, além de ser difícil estabelecer uma linha entre os jogos que se baseavam em sorte e dos que se baseavam em conflito estratégico. O autor salienta uma fase de transição, nos anos 70, com o surgimento de jogos híbridos, onde todo o

controle era feito manualmente, com as peças no tabuleiro, mas os cálculos e a contabilidade das complexas regras, eram automatizados em aplicativos conhecidos como *Game Assistant Programs (GAP)*.

Em 1977 Chris Crawford finalizou o desenvolvimento de *Tanktics*, um jogo híbrido que necessitava do tabuleiro para ser jogado, entretanto, ao contrário dos GAPs, nesse jogo o computador figurava como oponente, sendo um elemento essencial no jogo.

Em 1979 a empresa Muse Software publicou *Global War*, um clone de *Risk*¹¹, que fornecia a experiência de jogar sem a necessidade de dispositivos externos, como tabuleiros ou cartas. Entretanto, o papel do computador limitava-se a exibição da interface, não assumindo papel de oponente para o jogador.

Em janeiro de 1980, a empresa SSI's publicou *Computer Bismarck*, um jogo de estratégia onde o computador exibia a interface do jogo e era um adversário (DETERDING, 2009, p. 30-31).

Figura 8 - Imagens do jogo Computer Bismarck



Fonte: <https://wikivisually.com/wiki/Bismarck_%28video_game%29> Acesso em: 16 ago. 2018.

Deterding (2009, p. 28-29) ainda relata que desde a metade dos anos 70, esses jogos chamaram a atenção do exército norte americano, que contratou James Dunnigan da SPI, para o desenvolvimento de alguns jogos desse gênero, para serem utilizados em treinamento. Em 1980 o *Training and Doctrine Command (TRADOC)*, do exército norte americano se aproximou da Atari para programar a versão de

¹¹ Risk é um jogo de tabuleiro de estratégia norte americano, produzido pela Parker Brotherse, segundo a Wikipédia - [https://pt.wikipedia.org/wiki/Risco_\(jogo\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Risco_(jogo)) (acessado em 20/05/2018)

treinamento de seu jogo Battlezone, ocasião que sacramentou a mudança de foco dos militares, dos jogos de estratégia em tabuleiro para os jogos digitais de estratégia, ao mesmo tempo que impulsionou o gênero na indústria dos vídeo games.

No mesmo ano, foram publicados oito jogos do gênero: *Computer Bismarck*, *Midway Campaign*, *North Atlantic Convoy Raider*, *Nukewar*, *Planet Miners*, *B-1 Nuclear Bomber* e *Sea Battle*. No ano seguinte, foram publicados dezesseis novos títulos, e os números aumentam exponencialmente a partir de então, sendo certo que o mercado era dominado por duas empresas: SPI e Avalon Hill Microcomputer (DETERDING, 2009, p. 30).

4.2.1 Utopia

O primeiro jogo digital de estratégia a interagir com elementos em tempo real, e considerado o mais antigo ancestral do subgênero estratégia em tempo real, surgiu em 1982 (BARRON, 2003; DILLON, 2016; MOSS, 2017), ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Imagem do jogo Utopia.



Fonte: <<https://www.digitiser2000.com/main-page/louis-pasteurs-history-of-real-time-strategy-games>>
Acesso em: 20 mai. 2018.

Utopia, é um jogo digital que foi lançado exclusivamente para o console Intellivision, desenvolvido por Don Daglow e publicado pela Mattel em 1982. É considerado o precursor dos jogos de estratégia em tempo real.

Dilon (2016, p. 67) o descreve como um jogo para dois jogadores, onde cada um assume o controle de uma ilha, devendo administrar recursos e tomar decisões sobre construções de edificações, cada uma com propriedades e aptidão de alterar o ambiente de diferentes formas.

O jogo possui um caráter político, onde as escolhas dos jogadores afetam diretamente o crescimento da ilha e da população, além de criar adversidades como atividades rebeldes. Havia um tempo pré-definido para a partida, e o vencedor era definido pela pontuação em geração de ouro (DILON 2016, p. 67).

Barron (2003, p. 4-7) faz uma detalhada descrição das propriedades e elementos do jogo, concluindo que o mesmo possui um conjunto enxuto de regras, e ainda assim permite fazer uso de várias estratégias durante a partida, garantindo uma experiência divertida.

Uma característica que convém ressaltar é que Utopia é um jogo de estratégia que abandona o tema que consagrou o gênero. O caráter político descarta a necessidade de produção e posicionamento de unidades militares. O jogador concentra suas estratégias na gestão de sua população. A experiência lúdica oferecida é a de um governante de Estado, ao invés de um comandante militar.

4.2.2 Outros jogos relevantes dos anos 80

Durante a década de 80, outros jogos de estratégia que interagem com elementos em tempo real foram publicados, destacando-se *The Ancient Art of War*¹², desenvolvido pela Evryware e publicado pela Broderbund Software em 1984,

¹² Disponível em <http://www.mobygames.com/game/dos/ancient-art-of-war> (acessado em 20/05/2018).

*Populous*¹³ (Figura 10 a direita), desenvolvido pela Bullfrog Productions e publicado pela Eletronic Arts em 1988 e *Herzog Zwei*¹⁴ (Figura 10 a esquerda), desenvolvido pela Technosoft Co. e publicado pela Sega em 1989.

Figura 10 - Imagem dos jogos *Populous* e *Herzog Zwei*



Fontes: <[https://alchetron.com/Populous-\(video-game\)](https://alchetron.com/Populous-(video-game))> e <<https://minirevver.weebly.com/herzog-zwei-md.html>> Acesso em: 20 mai. 2018.

Todavia, foi na década de 90 que os jogos de estratégia em tempo real rapidamente conquistaram um substancial sucesso comercial. A popularização dos computadores pessoais e o poder dos novos processadores permitiu uma série de avanços.

4.2.3 Dune II: Building of Dynasty

Dune II: Building of Dynasty, ilustrado na Figura 11, é um jogo digital de estratégia em tempo real, desenvolvido pela *Westwood Studios* e publicado pela *Virgin Interactive* em 1992. Foi o jogo que indiscutivelmente definiu o gênero moderno de jogos de estratégia em tempo real e o mais influente jogo desse gênero em toda história (ADAMS, 2006; GREGORY, 2014; LUGUIDICE e BARTON, 2012; MOSS, 2017; PHANTOM ET AL., 2008).

O enredo de *Dune II* é levemente baseado nos livros e no filme *Dune*, e a história acompanha um conflito entre as facções das casas de Atreides, Harkonnen e Ordos, pela exploração de uma valiosa especiaria no planeta Dune (MOSS, 2017) e

¹³ Disponível em <http://www.mobygames.com/game/populous> (acessado em 20/05/2018).

¹⁴ Disponível em <http://www.mobygames.com/game/genesis/herzog-zwei> (acessado em 20/05/2018).

foi o primeiro jogo no gênero a oferecer ao jogador facultar a escolha entre facções assimétricas (PHANTOM ET AL., 2008, p. 18).

As diferenças entre as facções eram bem refletidas na inteligência artificial, apresentando diferentes personalidades. Os Harkonnen utilizavam táticas baseadas em força bruta, enquanto os Ordos baseavam suas táticas na velocidade, sendo os Atreides uma facção moderada entre as outras duas. As unidades eram configuradas com atributos adequados aos da personalidade de suas facções, e possuíam nomes que demonstravam o seu propósito (PHANTOM ET AL., 2008, p. 18).

Figura 11 - Imagem do jogo Dune II: Building of Dynasty



Fonte: <https://pikabu.ru/story/dune_ii_sega1994_6015449> Acesso em: 20 mai. 2018.

O aproveitamento das tecnologias disponíveis na época também foi um aspecto muito bem explorado na produção do jogo. As unidades eram muito mais do que meros tanques genéricos, várias delas possuíam designs diferenciados de acordo com a facção, e era possível distingui-las muito bem, principalmente devido aos gráficos de alta resolução, o que também permitia uma visualização ampla e detalhada do mapa (LUGUIDICE e BARTON, 2012; MOSS, 2017; PHANTOM ET AL., 2008).

A razão do conflito na história é justificada pela introdução de uma nova mecânica, que também foi uma fundamental inovação instaurada em Dune II, que é a necessidade da coleta de recursos para produção de unidades. A vitória é conquistada através do combate e, para tanto, é necessário possuir unidades militares, que para serem produzidas, é necessário ter dinheiro, que para ser adquirido, é necessário também processar os recursos em sua base e os recursos são extraídos de suas fontes espalhadas pelo mapa. Esse detalhe criou a necessidade de os jogadores explorarem o mapa e lutar por recursos, o que iniciou a era dos jogos de estratégia em tempo real baseados em controle do mapa (PHANTOM *ET AL.*, 2008, p. 18-19). Esse elemento de game design deu origem ao tradicional ciclo de três fases (desenvolvimento, expansão e batalha), citado por Wiemer (2012).

O jogo também estendeu as classes de unidades, introduzindo um sistema de “Árvore Tecnológica”. Dessa forma, edificações militares que investissem nos *upgrades*, poderiam produzir unidades militares de classes mais elevadas. Em contrapartida, essas unidades mais altas na “Árvore Tecnológica”, possuíam um custo de produção mais elevado. Esse sistema confrontava o jogador com decisões estratégicas na escolha de produzir um maior número de unidades de classe inferior a baixo custo, ou produzir um menor número de unidades de classe superior a um custo mais elevado (PHANTOM *ET AL.*, 2008, p. 18).

Loguidice e Barton (2012), em sua obra sobre os mais influentes jogos de todos os tempos, destacam Dune II como o jogo de estratégia que popularizou uma forma de jogabilidade em que a ação era contínua, o que significava que a capacidade do jogador em selecionar unidades, especificar ordens e navegar pelo mapa era indispensável.

Nesse aspecto, uma das inovações introduzidas por Dune II estava nos controles. Seus predecessores utilizavam o controle direto para comandar as unidades, de forma que era necessário assumir o controle da unidade e reger diretamente seus movimentos e demais ações. Dune II instaurou o controle indireto, onde era necessário apenas selecionar as unidades e apontar as ordens, cabendo à unidade interpretar aquela ordem e, de forma autônoma, efetuar os movimentos necessários para cumpri-la (LUGUIDICE e BARTON, 2012; PHANTOM *ET AL.*, 2008).

Ainda sobre o controle indireto, é importante frisar que o jogo abordou essa questão integrando o mouse como um controle intuitivo, inovando a experiência do jogador como nunca visto em outros jogos desse gênero (LUGUIDICE e BARTON, 2012).

Essa nova mecânica, ao fornecer um controle sem precedentes, alterou por completo a noção de domínio sobre suas forças no jogo. A agilidade do mouse permitia a seleção de cada unidade (não havia como selecionar grupos), e rapidamente, através de combos de teclado e mouse, era possível especificar ordens em qualquer posição do mapa, que eram cumpridas via controle indireto. A dinâmica do gênero também foi literalmente reescrita, pois esse novo ritmo, com respostas imediatas, propiciava um tempo maior para dedicar ao planejamento estratégico, exploração do mapa, e expansão do território (LUGUIDICE e BARTON, 2012; PHANTOM *ET AL.*, 2008).

Todas essas inovações na mecânica e dinâmica do jogo, permitiram que o gênero estratégia alcançasse um novo público. Esses novos elementos de ação constante e respostas imediatas, em contraste ao tradicional sistema de turnos e da espera pela realização da jogada do oponente, se mostraram muito mais atraentes e fáceis para vários jogadores que aderiram ao gênero, tornando o jogo um sucesso de vendas (LUGUIDICE e BARTON, 2012).

A jogabilidade de Dune II é estranhamente familiar para qualquer um que tenha jogado um RTS moderno, o que torna fácil esquecer como isso foi revolucionário em 1992. O *feedback* de uma unidade de combate tocando uma amostra de som “Yes, sir” ao ser selecionada, tornou-se uma convenção que foi aplicada na grande maioria dos jogos publicados posteriormente (LUGUIDICE e BARTON, 2012).

Segundo Luguidice e Barton (2012), se os jogos atuais baseiam suas mecânicas em construção de estruturas, geração de unidades, gerenciamento de recursos e engajamento em combate estratégico, essa fórmula foi primeiramente maturada em Dune II, que ofereceu uma das melhores jogabilidades de sua era.

4.2.4 Warcraft: Orcs & Humans

No ano de 1994, a Blizzard Entertainment produziu e publicou o jogo *Warcraft: Orcs & Humans*, o primeiro da franquia que entrou para história por ser o primeiro jogo a introduzir a opção de modo multijogador em jogos de estratégia em tempo real.



Fonte: <<https://playclassic.games/game/play-warcraft-orcs-humans-online/>> Acesso em: 20 mai. 2018

Em *Warcraft: Orcs & Humans*, ilustrado na Figura 12, o jogador é inserido em uma batalha pela terra de Azeroth, onde ele poderá escolher comandar o exército dos humanos para defender suas terras, ou liderar o exército de orcs em sua invasão. Também é facultado ao jogador a escolha do campo de batalha, em um total de 24 opções. (BARRON, 2003, p. 17).

Para Luguidice e Barton (2012), Warcraft foi um tremendo sucesso que ajudou a estabelecer a Blizzard como uma das maiores desenvolvedoras de jogos em todo mundo. Sua jogabilidade é inequivocamente influenciada por Dune II, embora sob o tema de fantasia medieval. O jogo também ofereceu opções para modo multijogador através LANs, uma característica fundamental que tirou proveito do *networking* criado pelo jogo Doom, da Id Software.

Adams (2006) relata que uma das maiores inovações para o gênero foi a incorporação do modo multijogador, pois quando os jogadores finalmente tiveram a chance de competir contra outros jogadores humanos, a popularidade desse tipo de jogo tomou outras proporções. Nesse sentido, Dor (2012, p. 69-70) ressalta que *Warcraft: Orcs & Humans* foi mais significativo do que *Dune II* ao estabelecer o paradigma que até hoje é aplicado nos jogos de estratégia em tempo real, pois foi o modo multijogador que claramente mudou o hábito dos jogadores.

4.2.5 Command & Conquer

Em 1995 surge o primeiro jogo de outra franquia muito influente. *Command & Conquer* foi desenvolvido Westwood Studios e publicado pela Virgin Interactive, ilustrado na Figura 13.

Segundo Adams (2006), após o sucesso de *Dune II*, o gênero de estratégia em tempo real ganhou foco entre os desenvolvedores e começaram a expandir aquele modelo básico, mas foram *Warcraft* e *Command & Conquer* que consolidaram a popularidade do gênero e se tornaram influentes em suas próprias características.

Figura 13 - Imagem do jogo Command & Conquer.



Fonte: <<https://sites.psu.edu/ist446bk/2017/03/03/compare-and-contrast-rej5092/>> Acesso em: 20 mai. 2018.

O enredo de *Command & Conquer* é definido por um conflito entre duas facções. Global Defence Initiative, formada pelas Nações Unidas, contra a Irmandade Nod, liderada por Kane, o vilão da história. Ambas as facções competem por Tiberium, um valioso mineral utilizado para construção de unidades militares e edificações no jogo (BARRON, 2003, p. 10).

O jogo contribuiu com uma série de aperfeiçoamentos gráficos, de áudio, do modo multijogador e de jogabilidade, inserindo um numeroso conjunto de unidades e edificações, além apresentar uma sofisticada interface gráfica do usuário que associava muito bem a estética do jogo com sua narrativa (BARRON, 2003, p. 12-16).

A jogabilidade de *Command & Conquer* aprimorou diversos aspectos de Dune II, sendo o primeiro jogo do gênero a permitir a seleção de grandes grupos de unidades, para especificar ordens simultaneamente. Além disso, permitiu a designação de grupos, atribuindo um atalho nas teclas numéricas do teclado. Essas mecânicas tornaram a gestão das unidades ainda mais simples e muito mais velozes, reduzindo dramaticamente a quantidade de comandos necessários para controlar as unidades durante uma partida (PHANTOM ET AL., 2008, p. 21-22).

Barron (2003, p. 17) destaca o balanceamento do jogo. Em jogos de estratégia em tempo real, qualquer fator de desequilíbrio, os jogadores rapidamente o encontrarão e tirarão proveito, como no caso de Total Annihilation, onde o primeiro a produzir uma larga frota aérea será o vencedor. Em *Command & Conquer* é impossível ser vitorioso utilizando apenas um tipo de unidade militar. Também não existem estratégias dominantes.

4.2.6 Age of Empires

Em outubro de 1997, a Microsoft publicou *Age of Empires*, um jogo desenvolvido pela Ensemble Studios, sob a direção de Bruce Shelley, co criador do jogo *Civilization* (MOSS, 2017).

Em *Age of Empires*, ilustrado na Figura 14, o jogador pode escolher ser o governante de uma das 12 civilizações reais disponíveis. Esse foi o primeiro jogo, do gênero de estratégia em tempo real, a utilizar um cenário histórico, e introduzir a ideia de avanço através dos tempos, transitando entre períodos históricos, que contemplam desde a idade da pedra até a idade do ferro. Essas transições são efetivamente ramos de uma árvore tecnológica, e a mecânica básica do jogo é centrada na pesquisa tecnológica, que desbloqueia novas unidades e edificações, utilizando uma variação de temas de acordo com o período histórico representado (MOSS, 2017; PHANTOM ET AL., 2008).

Figura 14 - Imagem do jogo Age of Empires



Fonte: <<https://www.moddb.com/games/age-of-empires-rise-of-rome>> Acesso em: 20 mai. 2018.

O jogo destacou-se por um avançado sistema de coleta de recursos, que estabeleceu bases para muitos sistemas econômicos em jogos desse gênero. O sistema possui quatro tipos de recursos: comida, ouro, madeira e pedra, que são a base para construção de unidades, edificações e upgrades, que são regrados por um complexo sistema de dependências. Os recursos são limitados, e distribuídos no mapa, em proporções diferentes de acordo com seu nível de raridade (MOSS, 2017; PHANTOM ET AL., 2008).

Segundo Phantom et al (2008, p. 31-32), *Age of Empires* foi um dos primeiros jogos do gênero a utilizar o conceito de *Town Center*, uma edificação especial presente no início da partida, responsável pela produção de unidades de suporte e

pesquisa tecnológica. Também foi um dos primeiros jogos a introduzir a mecânica de limite populacional, o que obriga o jogador a planejar uma expansão territorial, para que possa continuar a produzir unidades.

A forma como *Age of Empires* trabalhou as mecânicas de desenvolvimento tecnológico, desenvolvimento de unidades, e coleta de recursos, introduziu um outro nível de complexidade para o subgênero dos jogos de estratégia em tempo real, sendo considerado um título de enorme influência nesse gênero (MOSS, 2017; PHANTOM ET AL., 2008).

4.2.7 Total Annihilation

Desenvolvido pela Cavedog Entertainment e publicado pela GT Interactive em 25 de outubro de 1997, *Total Annihilation*, ilustrado na Figura 15, trouxe inovações tecnológicas importantes.

Figura 15 - Imagem do jogo Total Annihilation



Fonte: <<https://www.moddb.com/company/cavedog/images/total-annihilation3>> Acesso em: 1 jun. 2018.

Total Annihilation foi o primeiro jogo do gênero de estratégia em tempo real a utilizar renderização em três dimensões para unidades e terrenos (PHANTOM ET AL., 2008, p. 46).

O jogo é característico por batalhas maciças, grandes explosões, e um grande número de unidades promovendo a guerra em grande escala. O jogo também foi o primeiro a implementar física do mundo real, onde as unidades aliadas poderiam bloquear os ataques umas das outras, exigindo táticas mais elaboradas de combate (PHANTOM ET AL., 2008, p. 46-47).

O jogo introduziu uma mecânica onde os recursos naturais eram infinitos, permitia ataque com unidades em movimento, além do seu sistema de combate abandonar o estilo pedra-papel-tesoura comumente utilizado na época, passando a utilizar um complexo sistema de suporte a fraquezas (PHANTOM ET AL., 2008, p. 47).

4.2.8 Starcraft

Desenvolvido e publicado pela Blizzard Entertainment em 1998, *Starcraft*, ilustrado na Figura 16, é um dos jogos de estratégia em tempo real mais bem-sucedidos da história.

Figura 16 - Imagem do jogo Starcraft



Fonte: <<https://www.moddb.com/mods/starcraft-hybrids/images/new-starcraft-1-like-terrain-update-1-v11>> Acesso em: 1 jun. 2018.

O enredo do jogo envolve a disputa de três raças, Humanos, Protoss e Zergs, lutando pelo controle do universo. Entretanto, ao contrário dos jogos até então publicados, apresentavam facções genéricas com algumas diferenças que se equilibravam, *Starcraft* apresentou uma disputa isométrica até então nunca vista. Cada raça possui um conjunto único de habilidades, vantagens e desvantagens (ADAMS, 2010; BARRON, 2003; MOSS, 2017; PHANTOM *ET AL.*, 2008).

Mas foi no modo multijogador que o jogo trouxe uma experiência considerada por muitos inigualável (ADAMS, 2010; MOSS, 2017; PHANTOM *ET AL.*, 2008). Um amplo leque de modos de jogo, permitindo experiências com objetivos totalmente diferentes, o excelente enredo e as raças totalmente isométricas em total equilíbrio, permitiu que o jogo se tornasse extremamente competitivo a um nível sem precedentes, o que o tornou o segundo jogo na história a promover torneios profissionais (PHANTOM *ET AL.*, 2008, p. 33-34).

Na Coreia do Sul, em especial, os torneios alcançaram uma imensa popularidade, que o levou a se tornar um fenômeno cultural dominante, com transmissões de televisão ao vivo e canais dedicados em uma época em que a cobertura televisiva de jogos era rara. Considerado um esporte nacional, os jogadores profissionais eram tratados como celebridades, atraindo multidões que lotavam arenas do tamanho de estádios, acompanhando disputas com centena de milhares de dólares em premiação, mesmo uma década após o seu lançamento (MOSS, 2017; PHANTOM *ET AL.*, 2008). Segundo o website e-Sports¹⁵, atualmente o jogo ainda possui expressiva popularidade nesse país, e competições profissionais.

O jogo também inovou introduzindo ferramentas para permitir que os jogadores pudessem customizar o jogo, como criar os seus próprios mapas (PHANTOM *ET AL.*, 2008, p. 34). Esse conjunto de ferramentas teve um positivo efeito colateral, que tornou o jogo, objeto em pesquisas de inteligência artificial, após a publicação de um artigo de Michael Buro e Timothy Furtak no ano de 2003. O efeito dessa publicação obteve tamanha repercussão que no ano de 2010 foi realizada a primeira competição

¹⁵ e-Sports Earnings é um website que contém uma base de dados sobre competições de jogos digitais alimentados pela comunidade.

do “Starcraft AI”, um torneio em que os jogadores da partida no jogo, são programas de inteligência artificial criados pelos próprios participantes (WEBER, 2016).

4.2.9 Outros jogos populares dos anos 90

A década de 90 consagrou importantes franquias dos jogos de estratégia em tempo real, especialmente para Blizzard Entertainment e Westwood Studios. A pesquisa de Phantom et al (2008, p. 17-46) foi compilada no Quadro 18, que apresenta jogos populares nesse período:

Quadro 18 - Outros jogos populares na década de 90

Item	Jogo	Estúdio	Ano
1	Command & Conquer: The Covert Operations	Westwood Studios	1996
2	Command and Conquer: Red Alert	Westwood Studios	1996
3	C&C: Red Alert Counterstrike	Westwood Studios	1997
4	C&C: Red Alert The Aftermath	Westwood Studios	1997
5	Command and Conquer: Tiberian Sun	Westwood Studios	1999
6	Homeworld	Relic Entertainment	1999
7	Total Annihilation	Cavedog Entertainment	1997
8	TA: The Core Contingency	Cavedog Entertainment	1998
9	TA: Battle Tactics	Cavedog Entertainment	1998
10	TA: Kingdoms	Cavedog Entertainment	1999
11	WarCraft II: Tides of Darkness	Blizzard Entertainment	1995
12	WarCraft II: Beyond the Dark Portal	Blizzard Entertainment	1996

Figura 17 - Outros jogos populares na década de 90



Fontes: <http://www.mobygames.com/game/dos/warcraft-ii-tides-of-darkness/screenshots/gameShotId,64525/>, <https://www.moddb.com/games/total-annihilation-kingdoms/images/screenshot1#imagebox>, <http://www.old-games.com/download/6400/homeworld> e <http://www.mobygames.com/game/windows/command-conquer-red-alert/screenshots/gameShotId,74504/> Acesso em: 1 set. 2018.

4.2.10 Outlive

Desenvolvido pelo estúdio brasileiro Continuum Entertainment, no ano 2000 e publicado pela Take-Two Interactive para o resto do mundo, no ano de 2001, *Outlive*, ilustrado na Figura 18, foi o primeiro jogo brasileiro a alcançar repercussão internacional.

Figura 18 - Imagem do jogo Outlive



Fonte: <<https://www.theenemy.com.br/pc/outlive-a-historia-do-jogo-que-ha-20-anos-quase-botou-o-brasil-no-mapa-dos-jogos-de-ponta>> Acesso em: 1 set. 2018.

4.3 Aspectos de game design

4.3.1 Mecânica central

A mecânica central é o que determina o que este jogo é, como funciona, suas regras, as interações e relacionamentos que permanecem quando toda a estética, tecnologia e história são postas de lado (ADAMS, 2010; SCHELL, 2008). A mecânica base é dividida em algumas mecânicas que, via de regra caem em seis categorias principais: espaço; objetos, atributos e estados; ações; regras; habilidade; sorte, onde cada uma delas fornece informações úteis sobre o design do jogo (SCHELL, 2008, p. 130-169).

4.3.1.1 Espaço

Espaço é o “círculo mágico” da jogabilidade, um lugar imaginário, artificial, onde os eventos do jogo ocorrem (ADAMS, 2010; SCHELL, 2008). Para Schell (2008, p. 130comp), “o espaço enquanto mecânica de jogo é uma construção matemática. É necessário despirmos todo o visual e estético e simplesmente olhar para a construção abstrata do espaço de um jogo”.

Em jogos de estratégia em tempo real, pensar no espaço em termos puramente abstratos, pode não ser tão complicado como a princípio pode parecer. Ao despirmos o jogo de todo o aparato estético e recursos tecnológicos, o que resta é a sua construção original, suas origens em *wargames*¹⁶, e a melhor forma de organização de espaço nesses jogos de tabuleiro, é a divisão do espaço em grades.

Na visão de Shell (2008, p. 331), existem muitas vantagens em organizar o espaço de jogos em grade pois são facilmente compreendidos pelo computador, facilita o alinhamento dos objetos, mantém uma proporção adequada, e não precisam necessariamente ser quadrados, elas podem ser retangulares, hexagonais ou mesmo triângulos.

A organização do espaço em grade também facilita a prototipagem analógica e digital de baixa fidelidade. É muito comum a prática de protótipos de jogos de estratégia em formato de tabuleiro, e a proporção simétrica das unidades de espaço, permitem testes de deslocamento relativamente fiéis, além de serem adequados para a análise tática e estratégica. Ademais, muitos algoritmos utilizados no desenvolvimento de jogos de estratégia em tempo real, utilizam a noção de espaço em grade para cálculos, como, por exemplo, o algoritmo de busca de caminhos.

Em jogos de estratégia em tempo real, uma vez definida a organização, os demais elementos do espaço não são muito difíceis de alcançar. O espaço, nesse gênero de jogo, serve para duas mecânicas principais: Exploração econômica e conflito militar.

¹⁶ Wargame – Em português: jogo de guerra - é uma modalidade de jogo de tabuleiro que representa uma operação ou conflito militar a nível estratégico ou tático, de acordo com a Wikipédia - <https://pt.wikipedia.org/wiki/WarGame> (acessado em 01/07/2018).

Nesse norte, as dimensões do espaço devem primeiramente obedecer às escalas definidas na grade, e as grandezas vão variar de acordo com outros aspectos do design, como número de jogadores e o ritmo desejado para as partidas.

4.3.1.2 Objetos, atributos e estados

Segundo Schell (2008, p. 136-137), objetos são quaisquer coisas que possam ser vistas ou manipuladas no jogo, são “substantivos” da mecânica do jogo, em geral possuem um ou mais atributos. Atributos são categorias de informações sobre o objeto, e estados são definidos pelo valor dos atributos naquele momento, e que geralmente influenciam no comportamento de um objeto.

Adams (2010, p. 290-294) aborda esses elementos classificando-os de forma diferente. Para o autor, trata-se de recursos e entidades, onde recurso refere-se a tipos de objetos ou materiais que o jogo pode mover ou tocar, que são manipulados no jogo como quantidades numéricas, realizando operações aritméticas sobre os valores. Entidade, por sua vez, é uma instancia particular de um recurso ou o estado de algum elemento do mundo do jogo.

Em jogos de estratégia em tempo real, os principais objetos são unidades, edificações, recursos e árvores tecnológicas. Devido à complexidade desses objetos, seus designs serão abordados detalhadamente em tópicos próprios mais adiante.

4.3.1.3 Ações

Ações são os verbos da mecânica do jogo que são definidos ao responder a seguinte pergunta: “O que os jogadores podem fazer?”. Essas ações são divididas em duas categorias, ações operacionais, que são simplesmente ações básicas que um jogador pode realizar, como se mover ou tomar decisões, e ações resultantes, que são ações mais significativas em um plano maior e descrevem a influência das ações operacionais para atingir um objetivo (SCHELL, 2008, p. 140- 141).

Em um jogo de estratégia em tempo real, o jogador assume o papel de um comandante ou um gestor, de forma que a maioria das ações dos jogadores consiste em dar ordens para unidades. Esse controle é indireto, de forma que ao especificar as ordens, as unidades, como agentes inteligentes, reagem de acordo com a programação da inteligência artificial, específica daquele tipo de unidade. Os comandos são processados em duas etapas: primeiro o jogador seleciona a unidade ou o grupo de unidades, efetuando um clique do mouse, ou arrastando o cursor, formando uma área de seleção. Na sequência o jogador especifica sua ordem, por atalhos no teclado, cliques na interface gráfica do usuário ou mesmo clique nos próprios objetos, onde caberá a unidade interpretar a ordem especificada de acordo as ações disponíveis associadas para aquele objeto (ADAMS, 2010, p. 426).

Adams (2010, p. 426-427) elenca uma série de ações operacionais que são comuns em jogos desse gênero, a seguir arroladas no Quadro 19.

Quadro 19 - Ações operacionais em jogos RTS

Item	Ação	Descrição
1	Mover	Ordena o deslocamento para uma determinada posição no ambiente virtual. É utilizado o algoritmo de busca de caminhos para calcular a rota mais curta e evitar obstruções.
2	Atacar	Ordena um ataque a uma unidade ou edificação inimiga. A unidade fará a manobra de aproximação necessária ao alcance de suas armas e, em seguida, iniciaria o ataque, perseguindo inclusive a unidade adversária, caso ela tente recuar.
3	Parar	Esta ordem cancela o prosseguimento de qualquer outra ordem atual que a unidade esteja cumprindo. Como a IA para atacar, normalmente persegue ininterruptamente uma unidade inimiga (que pode ser direto para emboscadas), o jogador frequentemente precisa emitir a ordem de parada.
4	Aguardar	Ordena que a unidade mantenha a posição atual, mas permanece em estado de alerta, podendo atacar inimigos que entrem em seu alcance efetivo, entretanto, sem persegui-las.
5	Agrupar	Ordena que as unidades selecionadas assumam alguma formação tática pré-definida.
6	Produzir	Ordem para a produção de novas unidades, através do consumo de recursos. São atribuídas para edificações.
7	Recuar	Ordena que a unidade parta em retirada, abandonando uma ação hostil e movendo-se em direção a uma área segura.

8	Arranque	Ordena uma manobra de movimento, onde a unidade ignora seus inimigos para alcançar seu destino o mais rápido possível.
9	Patrulhar	Determina um movimento cíclico entre dois ou mais pontos designados, permitindo que as unidades tenham mais liberdade para defender o território do que o comando “Aguardar” permite.

Evidente que esta lista de comandos é curta em comparação a dos jogos, mas serve para ilustrar ações operacionais encontradas com frequência em jogos do gênero, porém existem muitas outras que são específicas da identidade de cada jogo.

As ações resultantes observadas em jogos RTS¹⁷ são referentes às estratégias adotadas pelos jogadores, como, por exemplo, sacrificar uma unidade para atrair unidades inimigas para uma emboscada, ou mesmo para desviá-las de uma zona de interesse do jogador.

4.3.1.4 Regras

De acordo com Schell (2008, p. 144-150), regras são as mecânicas fundamentais, que definem o espaço, objetos, ações, consequências e restrições das ações, e os objetivos. Elas tornam possíveis todas as mecânicas até então apresentadas, e tornam um jogo, em um jogo com objetivos. O autor enumera oito tipos de regras que estão elencadas no Quadro 20.

Quadro 20 - Tipos de regras

Item	Regras	Descrição
1	Operacionais	São as mais fáceis de entender. Estas são basicamente: “O que os jogadores fazem para jogar o jogo. Quando os jogadores entendem as regras operacionais, eles podem jogar um jogo.”
2	Fundamentais	As regras fundamentais compõem a estrutura formal subjacente do jogo. São representações matemática do estado do jogo e como e quando ele muda.
3	Comportamentais	Estas são regras implícitas para o jogo, que a maioria das pessoas entende naturalmente como parte do “bom espírito esportivo”.

¹⁷ Estratégia em tempo real (RTS, do inglês Real-Time Strategy)

4	Escritas	Estas são as “regras que acompanham o jogo”, o documento que os jogadores devem ler para entender as regras operacionais.
5	Leis	Só se formam quando os jogos são disputados em cenários sérios e competitivos, onde as apostas são altas o suficiente para que seja necessário registrar explicitamente as regras do bom espírito esportivo, ou onde há necessidade de esclarecer ou modificar as regras oficiais escritas. Estas são frequentemente chamadas de “regras do torneio”, já que durante um torneio sério é quando há mais necessidade para este tipo de esclarecimento oficial.
6	Oficiais	Estas são criadas quando um jogo é jogado com seriedade suficiente para que um grupo de jogadores sinta a necessidade de mesclar as regras escritas com as leis. Com o tempo, essas regras oficiais se tornam as regras escritas.
7	De consultoria	Muitas vezes chamadas de “regras de estratégia”, estas são apenas dicas para ajudá-lo a jogar melhor, e não realmente “regras” de um ponto de vista de mecânica de jogo.
8	Da casa	São geralmente criadas pelos jogadores em resposta a uma deficiência percebida após algumas rodadas de jogo.

Em jogos de estratégia em tempo real, as principais regras tratam da economia, regulando a produção e consumo de recursos, e do combate, onde regulam o conflito militar entre as unidades. Para regular estes dois aspectos do jogo, é necessário um conjunto de regras interdependentes, e segundo Salen e Zimmerman (2012, p. 66), esses conjuntos formam sistemas, que são, segundo os autores, um “grupo de elementos inter-relacionados, interdependentes ou interagindo, formando um todo complexo”.

Um sistema de combate, para regular a batalha entre as unidades em jogos de estratégia em tempo real, dependendo da quantidade de tipos e classes de unidades, pode ser tão complexo quanto sistemas de combate elaborados para jogos de RPG¹⁸. Os aspectos de design de unidades, atributos e balanceamento serão tratados em tópico próprio mais adiante.

¹⁸ RPG - *Role-playing game*, em português: "jogo de interpretação de papéis" ou "jogo de representação", segundo a Wikipédia - https://pt.wikipedia.org/wiki/Epic_Games (acessado em 26/08/2018).

O sistema econômico, por sua vez, é mais simples, pois a economia gira em torno de extração e consumo de recursos. Tradicionalmente, nesse gênero de jogo, não existem forças externas que interferem na economia, como inflação, por exemplo. Também não existe interações econômicas entre os jogadores, como, por exemplo, a opção de troca de mercadorias. Entretanto o equilíbrio no sistema econômico não é trivial em ser alcançado, e qualquer fração de desequilíbrio nesse sistema afeta o balanceamento do jogo como um todo. As características dos recursos, atributos e balanceamento, também serão tratados em tópico próprio mais adiante.

4.3.1.5 Habilidade

De acordo com Schell (2008, p. 50), “a mecânica da habilidade desloca o foco do jogo para o jogador”. Para o autor, todo jogo requer algum tipo de habilidade dos jogadores, e na maioria dos casos, um jogo exige uma mistura de habilidades diferentes. O autor classifica as habilidades em três categorias, elencadas no Quadro 21:

Quadro 21 - Classificação das habilidades do jogador

Item	Habilidade	Descrição
1	Física	São habilidades que envolvem força, destreza, coordenação e resistência física.
2	Mental	Incluem habilidades de memória, observação e resolução de quebra-cabeças.
3	Social	Incluem, entre outras coisas, leitura de um oponente, tapear o oponente e coordenar companheiros em uma equipe.

Em jogos de estratégia em geral, o design deve se preocupar em reduzir ao máximo a necessidade do uso de habilidades físicas, no sentido de privilegiar o uso da estratégia como a ação predominante.

Entretanto, nesse gênero de jogo em especial, devido a característica de tempo real, a perícia do jogador em utilizar os controles para comandar rapidamente múltiplos grupos de unidades, buscando melhores formações táticas, tem sido uma característica em grande parte dos jogos, sendo inclusive, um requisito para jogadores no mundo das competições profissionais.

4.3.1.6 Sorte

Essa mecânica trata de interações entre todas as outras cinco mecânicas abordadas, e é parte essencial de um jogo divertido, pois o acaso significa incerteza, e incerteza significa surpresas.

O uso da probabilidade está presente em diversos sistemas de um jogo de estratégia em tempo real. É utilizada, por exemplo, no sistema de combate, para testar as chances de acerto, erro e quantidade de dano auferida. Também é utilizada na distribuição das fontes de recursos no ambiente virtual, para evitar que os recursos sejam encontrados sempre no mesmo lugar a cada partida, também é utilizada em vários subsistemas da inteligência artificial.

Entretanto, nas principais mecânicas do jogo, o elemento sorte deve ser inexistente, ou minimizado o máximo possível (ADAMS, 2010, p. 420). Em Jogos de estratégia, em geral, a principal ação exercida pelo jogador é a habilidade de comandar seus exércitos e administrar os seus recursos. O conflito é de natureza estratégica, é importante que o jogador sinta um absoluto controle sob suas ações, e entenda que todos os resultados foram definidos por suas escolhas. A presença do elemento sorte nas mecânicas principais só iria gerar frustração, pois a expectativa do jogador é muito baseada em gênero de jogos.

4.3.1.7 Névoa de guerra

Névoa de Guerra (*Fog of War*) é um recurso presente em grande parte dos jogos desse gênero, mas não é necessariamente obrigatória. Essa mecânica limita a visão do jogador em áreas do mapa que ainda não foram exploradas (CUNHA, 2010, p. 8). Essas áreas inexploradas são cobertas por este efeito de nevoa escura, que impede que o jogador visualize o terreno, simulando uma representação sobre o conhecimento do território, conforme exposto na Figura 19.

Figura 19 - Fog of War no jogo Age of Empires 2



Fonte: <[http://ageofempires.wikia.com/wiki/Archer_\(Age_of_Empires_II\)](http://ageofempires.wikia.com/wiki/Archer_(Age_of_Empires_II))> Acesso em: 6 ago. 2018.

Ela estimula a necessidade da exploração territorial, pois em áreas inexploradas podem conter unidades dos oponentes, ou uma nova fonte de recursos naturais. Ao explorar a região com alguma unidade, a névoa escura é totalmente dispersa no raio do campo de visão da unidade.

A mecânica pode ser utilizada com um ou dois níveis de névoa. Quando há apenas um nível de névoa, qualquer região uma vez explorada pelo jogador, estará livre de qualquer obstrução quanto a visão. Dessa forma, os eventos da área explorada são atualizados normalmente, e o jogador é capaz de saber o que está acontecendo, independente de possuir alguma unidade ou edificação naquela região.

Quando presentes os dois níveis de névoa, essa mecânica deixa de representar apenas o território desconhecido, passando também a representar o limite da visão e a incerteza. Isso significa que apenas as áreas dentro do raio de visão das unidades e edificações, ficam totalmente claras e livres de qualquer obstrução.

Entretanto, as regiões fora da linha de visão das unidades e edificações, mesmo quando já exploradas, recebem uma segunda névoa mais clara, semelhante a uma sobre (Figura 19), que não oculta totalmente o terreno como nas regiões desconhecidas, mas essas zonas não são atualizadas. Por não serem atualizadas, a

chegada de unidades inimigas nessas regiões permanecerá oculta para o jogador (CUNHA, 2010, p. 8).

4.3.2 Modelo de interação e interface do usuário

Os jogos de estratégia em tempo real, em geral, possuem mecânicas centrais bem complicadas, de tal sorte que o design da camada de apresentação é crítico. A interface deve apresentar informações complicadas de forma clara e organizada, facilitando ao máximo o entendimento do jogador (ADAMS, 2010, p. 446).

Sobre o modelo de interface do usuário característicos dos jogos desse gênero, Wiemer (2012, p. 84 nossa tradução) considera que:

... o arranjo espacial do RTS está ligado à tradição cultural de representação cartográfica de espaços e cenários. A visão cartográfica dá ao jogador uma posição poderosa a partir da qual ele pode controlar os eventos do jogo em andamento. Esta visão geral é uma espécie de poder do olhar, dando acesso a uma variedade de “agentes de tela” individuais que estão no comando dos jogadores e devem ser considerados - dentro do enquadramento narrativo do jogo - como forças de trabalho. Assim, o modelo do mapa constitui o paradigma de interface dominante dos jogos de estratégia em tempo real

Figura 20 - Interface do jogo Starcraft 2



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Uk_rVEUhl4M> Acesso em: 8 ago. 2018.

Em análise ao modelo de interface da figura 20, Wiemer (2012, p. 84) diz que “a interface constitui uma icônica janela para espaços ilusórios e um painel de controle

virtual”. Salienta que quase todos os jogos RTS utilizam duas visualizações cartográficas separadas. A área principal da interface ou mapa principal, que é em grande parte idêntica ao campo de reprodução real na tela, e ocupa a maior parte da interface, e o mini-mapa, que frequentemente é usado em uma escala diferente e representa uma visão, quando não completa, mais ampla do campo de reprodução total dentro e fora da tela.

Segundo o autor, o mapa principal é principalmente a área de ações diretas sobre os objetos representados, como a mineração de recursos, a construção de bases e batalhas táticas. O mini-mapa, em contraste, é usado para visão geral, navegação rápida e gerenciamento de informações específicas.

De acordo com Adams (2010, p. 446), uma das grandes dificuldades de projetar a interface do usuário em jogos de estratégia em tempo real é que o jogador deve ser capaz de controlar a ação em diferentes escalas, desde de todo o exército, até uma única unidade individualmente, e que apresenta todas essas informações sem interromper o fluxo pode ser um grande desafio.

Pinelle, et al. (2008, p. 134) adverte que a interface do usuário é projetada para ajudar os jogadores a lidar com as complexidades inerentes envolvidas no jogo, e que a maioria dos problemas de usabilidade vistos em jogos de estratégia é o resultado de decisões de design que interferem na capacidade dos usuários de aprender, interpretar e interagir com o jogo. Segundo o autor, problemas de inteligência artificial são comuns, e muitos jogos também não fornecem informações adequadas ao usuário, dificultando o rastreamento de suas unidades e a compreensão do que está acontecendo no jogo.

Para o jogador executar a microgestão e macrogestão, características da jogabilidade dos jogos de estratégia em tempo real, é necessário que a interface do usuário acomode todas as funções necessárias para amenizar as adversidades de gerir um extenso e heterogêneo grupo de unidades, e ainda manter à vista, todas as informações relevantes, os aspectos visuais e espaciais da interface são de extrema

relevância Wiemer (2012, p. 81-82). O Head up display¹⁹ (HUD) de um jogo de estratégia em tempo real, tradicionalmente é dividido em quatro diferentes áreas, que segundo Wiemer (2012, p. 82-83), constituem o paradigma de interface dominante desse gênero de jogo.

4.3.2.1 Painel de recursos

A gestão de recursos é uma mecânica inerente dos jogos RTS, e a capacidade de expansão do exército, além dos aprimoramentos econômicos e tecnológicos, é feito através do consumo de recursos. Portanto, monitorar os recursos armazenados é o tipo de informação crítica para o jogador tomar suas decisões relacionadas aos rumos da economia.

A área superior do *Head up display* geralmente acomoda o painel de recursos, que apresenta a quantidade de cada recurso que o jogador possui, conforme ilustrado na Figura 21. Os recursos geralmente são representados por ícones, para facilitar a leitura e permitir que o jogador rapidamente encontre a informação necessária.

Figura 21 - Painel de recursos do jogo Settlers Online



Fonte: <<http://www.casino-dieppe.fr/jeux-en-ligne-village/>> Acesso em: 8 ago. 2018.

Também é comum alguns tipos de *feedbacks*, como por exemplo quando os recursos estão em falta ou em abundância nos estoques, casos em que, geralmente a cor da fonte é alterada para vermelho ou verde para alertar sobre falta ou excesso. Outro exemplo, é o uso de legendas dos recursos, quando o jogador posiciona o mouse sobre o ícone.

¹⁹ Monitor de Alertas, também conhecido como Ecrã de Alertas ou pela sigla em inglês HUD (Head up display), segundo a Wikipédia - https://pt.wikipedia.org/wiki/Epic_Games (acessado em 26/08/2018).

4.3.2.2 Mapa principal

O mapa principal compreende a maior parte da interface do usuário, sendo a área de ações diretas do jogador sob os objetos representados, como a mineração de recursos, construção de edificações e batalhas táticas (WIEMER, 2012, p. 84).

Para Wiemer (2012, p. 82-83), essa área que exibe o ambiente virtual, é uma representação cartográfica de espaço e território, e essa perspectiva posiciona o jogador em uma privilegiada posição a partir da qual ele pode comandar o andamento do jogo, supervisionando os acontecimentos e tendo acesso instantâneo ao grande número de unidades civis e militares. Ainda, de acordo com o autor, o mapa principal exibe detalhadamente todos os atributos do terreno, o que ressalta a sua relação com a informação, espaço e território. Montanhas ou lagos, por exemplo, são obstáculos dentro de um determinado território.

Essa ideia pode ser observada na Figura 22, que apresenta o mapa principal do jogo Cossacks 3, onde é possível observar detalhes fidedignos do terreno no mundo virtual, e contraste com ícones que representam informações quanto a natureza das fontes de recursos naturais.

Figura 22 - Mapa principal do jogo Cossacks 3



Fonte: <<https://www.overclock.net/forum/78-pc-gaming/412389-official-screenshot-your-games-thread-2533.html>> Acesso em: 8 ago. 2018.

O modelo de interação permite que o jogador navegue pelo mapa, utilizando o teclado ou posicionando o cursor do mouse nas extremidades do mouse, para definir a direção do movimento de navegação.

4.3.2.3 Mini mapa

O mini mapa é usado para visão geral, navegação rápida e gerenciamento de informações específicas. Ele apresenta informações cruzadas com o mapa principal, entretanto, em contraste, o espaço tende a dissolver as informações em posições meramente abstratas (WIEMER, 2012, p. 84).

Esse recurso da interface do usuário rastreia e atualiza constantemente quaisquer alterações na névoa de guerra, e compreende o mesmo comportamento da visão do jogador.

Ele transforma a percepção do espaço na percepção de um campo abstrato de informação, atuando principalmente como um painel de informações, onde unidades, edificações, recursos são reduzidos a merdas posições representadas por cores simbólicas (WIEMER, 2012, p. 84), conforme ilustrado na Figura 23.

Figura 23 - Mini mapa do jogo Starcraft 2



Fonte: <<http://www.benabraham.net/category/blog/videogames/sc2/>> Acesso em: 8 ago. 2018.

O modelo de interação, utiliza o mini mapa para permitir a navegação rápida pelo ambiente virtual, que segundo Wiemer (2012, p. 85) “navegar pelo mini mapa significa navegar o olhar sobre o território do jogo. Com pouquíssimos gestos do mouse, o jogador pode pular para os lugares mais distantes com a velocidade do pensamento”.

4.3.2.4 Menu de ações

Devido à grande quantidade de unidades que o jogador precisa gerenciar, o modelo de interação tende a ser em larga escala, permitindo que o jogador possa selecionar diversas unidades simultaneamente, independente de suas classes, e exercendo o controle de forma indireta (ADAMS, 2010, p. 446). Por essa razão, em grande parte das vezes o modelo de interação integra o próprio HUD.

O menu de ações é responsável pela interface com o modelo de interação, exibindo as informações pertinentes, agindo como um filtro para exibir apenas as ações comuns a todas as unidades selecionadas. Segundo Wiemer (2012, p. 84), é um complexo menu com ícones de objetos selecionáveis, que oferece uma variedade de ações, dependendo da classe de objetos selecionadas. A Figura 24 apresenta o menu de ações do jogo Warcraft 3.

Figura 24 - Menu de ações do jogo Warcraft III: Reign of Chaos



Fonte: Produzido pelo autor

Esse mecanismo da interface do usuário também lida com a seleção de uma única unidade, ou de uma edificação, ocasião em que apresenta informações

específicas da unidade ou edificação selecionada, além de liberar todas as opções de ações permitidas pelo modelo de interação, conforme o exemplo exibido na Figura 25.

Figura 25 - Menu de ações do jogo Age of Empires III



Fonte: Produzido pelo autor

4.3.3 O Design das unidades

No xadrez um jogador possui uma coleção de peças e efetua suas jogadas movendo-as no tabuleiro. Em um jogo de estratégia em tempo real, essas peças são conhecidas como unidades. As peças de xadrez são reconhecidas pela forma física e se diferenciam pela maneira com que elas se movem pelo tabuleiro. As unidades por sua vez, possuem um conjunto de atributos que permite uma ampla variação de regras, sobre como elas se movimentam, a velocidade, o poder de ataque, vulnerabilidade dentre tantas outras (ADAMS, 2010, p. 429).

Nem todas as unidades são combatentes, algumas podem ser usadas para transporte, reconhecimento ou outros fins (ADAMS, 2010; DE CASTRO, 2012). Algumas unidades podem acumular funções, outras podem ser extremamente especializadas, a ponto de serem úteis apenas em determinadas situações, como, por exemplo, combate aéreo, transporte marítimo, extração de recursos naturais, construção de edificações, dentre muitas outras (CUNHA, 2010; DE CASTRO, 2012).

As unidades podem ser atômicas, não possuindo partes individuais distinguíveis, como, por exemplo, um soldado de infantaria, ou compostas, com partes separadas que podem ser adicionadas, removidas e até destruídas sem que a

unidade inteira seja perdida, como, por exemplo, um navio com muitas armas embutidas (ADAMS, 2010, p. 429).

Segundo Adams (2010, p. 422), a aparência das unidades, via de regra, varia de acordo com o tema adotado pelo jogo, de forma que elas podem ser qualquer coisa, desde um antigo guerreiro egípcio, um mosqueteiro, um tanque de guerra, um porta aviões, uma espaçonave ou um engenheiro alienígena. A Figura 26 ilustra diversas unidades no jogo *Age of Empires – Definitive Edition*.

Figura 26 - Unidades diversas no jogo Age of Empires - Definitive Edition



Fonte: <<https://www.voxel.com.br/jogo/age-of-empires-definitive-edition/analise.htm>> Acesso em: 8 ago. 2018.

As funções estratégicas das unidades são singulares e variam de acordo com as regras específicas de cada jogo, porém é importante ressaltar que uma ampla variedade de unidades, militares e não militares, tende a aumentar o leque de opções do jogador, para tentar estratégias diferentes.

As unidades também possuem uma relevante função em um jogo de estratégia em tempo real, pois é através delas que o jogador efetua a maioria de suas ações no jogo. Por executar as ações do jogador, elas são extremamente relevantes nas mecânicas do jogo e, conseqüentemente, alvo de diversos sistemas do game design. O modo como elas interagem afeta diretamente o sistema de combate. O modo como elas são produzidas afeta diretamente o sistema de economia, bem como dita o ritmo da partida. Os pré-requisitos para sua construção, determinam a relevância dos

recursos naturais, tornando-se um fator importante para definir grau de raridade com que um recurso é encontrado, o que afeta diretamente o sistema de recursos, e assim, sucessivamente.

Enquanto entidades em um jogo digital, deve ser ponderado, por exemplo, se as unidades serão afetadas pela física no motor do jogo, e a partir dessa decisão, considerar questões como movimento, aceleração, velocidade, se o movimento é afetado em determinados terrenos do ambiente virtual, ou se existem restrições de movimento nessas áreas. É necessário definir se existem regras especiais quanto movimento em determinados terrenos, de forma que afete a classificação das unidades, como, por exemplo, marítimas, aéreas, e assim por diante.

Para enfrentar todas essas questões do design, algumas propriedades são consideradas fundamentais e merecem ser apropriadamente discutidas.

4.3.3.1 Atributos

Quando se trata de design de unidades, a discussão tende a ser centralizada em tipo de unidades. Elas possuem um conjunto de atributos que definem seus comportamentos e características. Muitos desses atributos são comuns, e geralmente compartilhados entre todas as unidades, todavia, algumas unidades podem possuir atributos que as tornam únicas (ADAMS, 2010; DE CASTRO, 2012).

Esses atributos estão associados a grandezas numéricas, sendo alguns valores constantes, outras variáveis, que sofrem alterações no decorrer da partida, a medida em que a unidade suporta algum tipo de dano, consome munição, e assim por diante (ADAMS, 2010, p. 429).

O efeito que esses atributos possuem no jogo, são muito influenciados pelo tema adotado na narrativa do jogo e pela estética atribuída às unidades. Jogos de fantasia medieval tendem a adotar atributos que enfatizam o combate corpo a corpo, por exemplo. Um jogo de ficção científica possuirá atributos voltados para o combate a distância e cálculos de dano em uma determinada área de fragmentação. A

quantidade e dimensão dos atributos, também variam de acordo com a complexidade das regras estabelecidas no jogo, entretanto, alguns autores (ADAMS, 2010; BARRON, 2003; DE CASTRO, 2012) relatam alguns atributos que geralmente são utilizados e compartilhados entre todas as unidades.

O Quadro 22 elenca atributos numéricos que são frequentemente utilizados no design de unidades em jogos desse.

Quadro 22 - Atributos comuns em unidades de jogos RTS

Item	Atributo	Descrição
1	Saúde	Quanto de dano uma unidade pode absorver antes de ser destruída.
2	Saúde máxima	O valor máximo de saúde que a unidade pode possuir.
3	Poder de defesa	Capacidade defensiva, fator considerado em cálculos do sistema de combate e/ou quantificação de dano sofrido.
4	Poder de ataque	Capacidade ofensiva, fator considerado em cálculos do sistema de combate e/ou quantificação de dano empregado.
5	Alcance efetivo	Relativo à abrangência da influência das ações exercidas pelas unidades, como distância máxima que as armas podem provocar danos, ou distância mínima para efetuar um reparo.
6	Velocidade	Representa o quão rápido uma unidade pode se mover no ambiente virtual.
7	Alcance da visão	Um raio utilizado para determina uma área em que as unidades podem reagir automaticamente face a determinados eventos, também utilizado como fator de influência da unidade na mecânica de névoa de guerra.

Existem muitos outros atributos de uso geral em grande parte dos jogos de estratégia em tempo real, mas que são utilizados em unidades mais especializadas, como, por exemplo: “frequência de ataque”, que representa o intervalo de tempo necessário para que um ataque ocorra, “armadura” que representa um fator que influencia a quantidade de dano recebido, “sorte”, um fator de aleatoriedade que influencia no uso de algumas habilidades.

4.3.3.2 Habilidades especiais

Unidades especializadas possuem capacidades especiais que são geridas por regras específicas para o controle de um comportamento diferenciado, o que geralmente implica no uso de atributos únicos que exercem alguma influência sobre outros atributos. Via de regra, essa pode tanto potencializar o efeito de atributos comuns, como também prejudica-los. Essas capacidades especiais também podem permitir ações exclusivas, que outras unidades não são capazes de exercer.

As habilidades especiais afetam diretamente o peso tático e estratégico das unidades, fazendo com que o jogador tenha que avaliar e adotar medidas, tanto para tirar proveito dos fatores benéficos, como para precaver-se das vulnerabilidades inerentes de unidades especializadas. Existe um conjunto de habilidades que são comuns em vários jogos, podendo-se elencar:

4.3.3.2.1 Combate

As unidades com habilidades de combate são as mais comuns nesse gênero de jogo, e representam o aparato militar. A principal finalidade desse tipo de unidade é produzir dano para destruir as edificações e unidades dos jogadores adversários. Elas são produzidas em edificações especializadas, e possuem atributos e funções variadas. O Quadro 23 elenca as unidades de combate mais comuns em jogos do gênero:

Quadro 23 - Tipos de unidades de combate

Item	Tipo	Descrição
1	Infantaria	São as mais básicas, e podem ser produzidas desde o início do jogo, sem a necessidade de upgrades ou desenvolvimento de novas tecnologias. Um exemplo de representação seria de guerreiros ou soldados, com habilidades de combate corpo a corpo ou a distância, disparando projéteis.
2	Veículos	São unidades mais avançadas em relação a infantaria. Possuem uma maior capacidade bélica e deslocamento a um custo mais elevado de recursos. Via de regra possuem pré-requisitos tecnológicos e edificações especiais para sua produção. A título de exemplo, podem ser representadas por cavalaria ou tanques.

3	Artilharias	São unidades de combate com capacidade de ataque a longa distância. São unidades extremamente poderosas, mas com pouca mobilidade e capacidade defensiva. Em geral é necessário o desenvolvimento de tecnologias específicas e edificações especializadas para sua produção. Podem ser representadas por catapultas, canhões ou veículos lançadores de foguetes.
4	Aéreas	Possuem grande capacidade de mobilidade pois não estão sujeitas a obstáculos do ambiente virtual, como ocorre com unidades terrestres e marítimas. Elas podem acumular funções táticas para transporte de outras unidades, manobras de reconhecimento ou ataques a longa distância. Por essas razões, são unidades que consomem um montante considerável de recursos para serem produzidas. Via de regra possuem requisitos tecnológicos e edificações especializadas para produção. Podem ser representadas por aviões, helicópteros, caças, naves espaciais.
5	Navais	Estão restritas a determinadas áreas do ambiente virtual onde haja água, como rios, mares e oceanos. Assim como unidades aéreas, elas consomem um montante considerável de recursos para serem produzidas, possuem requisitos tecnológicos e edificações especializadas para construção e podem acumular funções táticas para transporte de outras unidades e manobras de reconhecimento. Podem ser representadas por barcos, navios de guerra ou porta aviões.

4.3.3.2.2 Suporte

As unidades com habilidade de suporte são as mais importantes no jogo. Elas não possuem requisitos tecnológicos para produção, e estão disponíveis desde o início da partida. Em geral elas possuem três funções básicas e de fundamental importância na partida, que estão demonstradas no Quadro 24.

Quadro 24 - Funções das unidades de suporte

Item	Função	Descrição
1	Extração	Elas são responsáveis pela extração e transporte de todos os recursos naturais, exercendo atividades como minerar metais, cultivar lavouras, extrair a madeira das árvores e o petróleo do solo. Por essa razão elas são alicerce da economia.
2	Construção	Elas são responsáveis pela construção das edificações, como fábricas de tanques, igrejas, laboratórios, torres de defesa, entre tantas outras. É importante ressaltar que sem edificações, não há como produzir exércitos, ou pesquisar novas tecnologias.
3	Reparo	São capazes de restaurar unidades ou edificações danificadas. Em regra, suas habilidades não consomem recursos, o que as

		tornam estrategicamente relevantes. O reparo de edificações é fundamental para economizar recursos e não paralisar as produções. O reparo de unidades evita a necessidade de produção de novas unidades, além de dar manutenção no campo de batalha.
--	--	--

Essas unidades possuem baixa ou nenhuma capacidade ofensiva e defensiva e, portanto, é fundamental que sejam protegidas por unidades de combate ou edificações defensivas. Elas podem ser representadas por aldeões, camponeses, engenheiros, drones, ou máquinas agrícolas.

4.3.3.2.3 Transporte

As unidades com habilidade de transporte possuem a capacidade de transportar outras unidades, sendo extremamente úteis para levar unidades com baixa capacidade de locomoção de forma fácil e rápida. Outra relevante utilidade, é para solução de problemas de acessibilidade no ambiente virtual. Elas podem transportar unidades por terrenos que normalmente seriam intransponíveis, como, por exemplo, uma cadeia de montanhas, mares ou oceanos.

De modo geral, as unidades de transporte não possuem habilidades ofensivas, tampouco permitem que as unidades transportadas efetuem ataques enquanto estiverem em seu interior. Portanto, elas são vulnerabilidade ao combate. Uma vez destruídas, importa na destruição de todas as unidades em seu interior. Essa característica é para manter um equilíbrio na dinâmica do jogo.

É comum essas unidades serem representadas por veículos de carga blindados, navios de carga ou aeronaves de carga.

4.3.3.2.4 Exploração

As unidades com habilidade de exploração são utilizadas para fazer o reconhecimento territorial, patrulhas e vigílias, além da exploração do ambiente em busca de fontes de recursos naturais ou da localização do oponente.

Elas possuem uma boa capacidade de locomoção, embora suas habilidades ofensivas e defensivas sejam inferiores se comparados aos de uma infantaria. A exploração do ambiente virtual também reduz as áreas ocupadas pela névoa de guerra, revelando as condições dos terrenos, e ampliando a importância estratégica do mini mapa. Eles podem ser representados por batedores ou veículos simples.

4.3.3.2.5 Furtividade

As unidades com habilidade de furtividade, tornar-se indetectável face a unidades adversárias, possuindo relevante valor estratégico para explorar o território do oponente em busca de pontos vulneráveis. Em geral são unidades que não possuem capacidade ofensiva. Entretanto, quando presente algum poder ofensivo, sua utilização compromete a invisibilidade, expondo completamente a unidade.

4.3.3.3 Balanceamento

De acordo com Schreiber (2010), dois objetos estão balanceados se tiverem a mesma relação custo / benefício. A noção de custo compreende tanto custos explícitos (valor em recursos dentro do jogo), como custos de oportunidade (desvantagens e limitações às capacidades do objeto). Benefícios, por sua vez, trata-se das vantagens do objeto. Diversos autores (ADAMS, 2010; NOVAK, 2010, SCHREIBER, 2010) expõe três métodos de balanceamento em objetos de um jogo.

O primeiro método é referido como relacionamento transitivo, que implica em uma curva de custos. A técnica consiste em uma maneira direta de equilibrar objetos, encontrando uma proporção desejada de custos para os benefícios, formando uma equação que reduza todos os custos e todos os benefícios a um único número, para fazer comparações. Uma vez estabelecida a curva de custos para o jogo, simplifica o processo de criação de novas unidades (SCHREIBER, 2010).

Adams (2010, p. 433), ao tratar sobre custo relativo de tipos de unidades em jogos de estratégia, considera relevante o tempo de produção, recursos gastos para

produção, e a avaliação da eficácia militar com base nos valores de seus atributos. O autor ressalta que a análise de custos é uma linha base para determinar um valor em termos absolutos, e a avaliação deve se abster de circunstâncias como as condições específicas de uma batalha, tendo em vista, por exemplo, que a capacidade de uma infantaria agredir um avião a jato não é muito relevante. A título de exemplo, o autor apresenta duas equações que poderiam ser utilizadas como uma primeira aproximação quanto à eficácia militar.

Na primeira equação, o autor analisa apenas o valor ofensivo, considerando o tempo em que uma unidade pode provocar danos com precisão a distância, enquanto recebe dano, acrescentando a velocidade como medida da capacidade de sair do alcance das armas das unidades oponentes. A seguir destaco a equação formulada pelo autor.

$$\text{Valor Ofensivo} = \text{Saúde máxima} \times \text{Poder de ataque} \times \text{Frequência do ataque} \times \text{Precisão teórica} \times \text{Alcance efetivo} \times \text{Velocidade}$$

Em sua segunda equação, a velocidade é desconsiderada pois a avaliação concentra-se na capacidade da unidade em proteger uma determinada área. Nestes termos o alcance efetivo é ao quadrado, pois indica que a unidade pode defender uma área, e essa área é proporcional ao quadrado do alcance efetivo. E é dividido por dois, considerando que a capacidade da unidade não cobre sua retaguarda. Segue a equação do autor.

$$\text{Poder defensivo} = \text{Saúde máxima} \times \text{Poder de ataque} \times \text{Frequência do ataque} \times \text{Precisão teórica} \times \frac{\text{Alcance efetivo}^2}{2}$$

Adams (2010, p. 433-434) ainda adverte que seus exemplos produzem faixas de valores totalmente diferentes, permitindo a comparação apenas entre unidades ofensivas, ou apenas entre unidades defensivas, não permitindo a comparação de unidades ofensivas com unidades defensivas.

O segundo método é referido como relacionamento intransitivo, também conhecido como relação pedra-papel-tesoura. Neste caso existe uma relação entre os próprios objetos, sendo alguns inerentemente superiores a uns e inferiores a outros objetos, caso em que não há nenhuma relação direta com custo / benefício. O autor observa que o método é utilizado em muitos jogos de estratégia em tempo real, onde existe alguma relação intransitiva entre as unidades (SCHREIBER, 2010).

As relações transitivas e intransitivas podem ser combinadas em jogos de estratégia em tempo real, de forma que uma unidade arqueiro teria vantagem sob uma unidade infantaria, porém, em razão dos diferenciados custos em recursos, uma unidade arqueira mais barata poderia ser derrotada por uma unidade infantaria mais cara (SCHREIBER 2010).

Entretanto, Adams (2010, p. 433) critica duramente esse tipo de método em jogos de estratégia, advertindo que embora este método seja fácil de implementar e naturalmente equilibrado, ele não deveria ser utilizado em jogos modernos com muitas unidades, pois a simples imposição de vulnerabilidade ignora completamente as condições da batalha e circunstâncias táticas envolvidas, como, por exemplo, se a infantaria se aproximar pela retaguarda dos arqueiros, forçando um combate corpo a corpo.

O terceiro método seria tornar cada objeto tão único e diferente dos outros que comparações diretas seriam impossíveis. Entretanto, Schreiber (2010) ressalta que como as comparações formais e numéricas entre objetos podem acabar não funcionando, o uso da matemática como ferramenta de balanceamento torna-se inutilizável, e a única maneira de equilibrar, seria através de excessivos testes no próprio jogo.

Segundo Adams (2010, p. 434-435), as relações de poder entre as unidades de combate corpo a corpo são suficientes para encontrar um bom balanceamento, tendo em vista que a Lei Linear de Lanchester, afirma que no combate corpo-a-corpo as forças relativas de dois exércitos são simplesmente proporcionais ao seu número de tropas. Como um lutador só pode se envolver com outro lutador por vez, a relação de força é simples.

Entretanto, de acordo com o autor, o panorama é muito diferente em unidades de combate a distância, que podem concentrar seu poder de fogo, devido a Lei Quadrática de Lanchester, caso em que o diferencial da força não é proporcional ao tamanho das forças, mas ao quadrado dessas forças. Adams (2010 p. 434) ilustra a situação com o seguinte exemplo:

Imagine duas forças, Vermelho e Azul, ambas compostas de unidades idênticas. O azul tem três vezes mais unidades do que o vermelho. Parece que o azul é três vezes mais forte que o vermelho. Mas, na verdade, é nove vezes mais forte. Eis o motivo: três unidades azuis concentram seu poder de fogo em cada unidade vermelha. Mas o poder de fogo de vermelho também é diluído em uma força três vezes maior. Cada unidade vermelha está atirando em apenas uma unidade azul, e outras duas unidades azuis não são atingidas. O efeito combinado é que o azul é nove vezes mais forte.

De acordo com Adams (2010) isso significa que o poder de fogo concentrado é muito mais efetivo, o que significa que se um jogador tiver o dobro de unidades que outro jogador, ele na verdade terá quatro vezes mais vantagem. Isso também significa que dobrar o valor dos atributos para promover esse equilíbrio não será efetivo, pois para fazer essa compensação, o poder de fogo do lado em desvantagem teria que ser quatro vezes maior. O autor ainda salienta que as Leis de Lanchester descrevem batalhas abstratas, e que não consideram condições do campo de batalha, manobras, e assim por diante, porém, esses dados são um valioso aviso para designers de jogos que buscam equilibrar seus sistemas de combate.

4.3.4 Design de Edificações

Adams (2010) classifica as edificações como unidades que geralmente não se movem, não possuem habilidades ofensivas, mas que podem ser atacadas. Em sua obra, ele os menciona genericamente como fábricas, mas admite que não é o termo padrão utilizado na indústria. Outros autores, como Abbadi (2013), Barron (2003), Cunha (2010), De Castro (2012) e Naves (2012) entendem que as edificações compõem um outro tipo de entidade.

Assim como as unidades, as edificações podem ter naturezas diferenciadas, como militar, econômica, tecnológica, mas a principal função é a produção. Elas são

responsáveis pela produção de unidades, armazenamento / extração de recursos, desenvolvimento de tecnologias, e outras variações de acordo com sua natureza. Em geral, as edificações também são responsáveis pela criação dos *upgrades* (ABBADI, 2013; BARRON, 2003; CUNHA, 2010; DE CASTRO, 2012).

Para a construção de edificações, é necessário a utilização de uma unidade especializada, em geral as unidades de suporte. Da mesma forma que as unidades, edificações podem ter requisitos tecnológicos ou de recursos para serem construídas.

Alguns jogos possuem regras especiais que determinam um raio do território onde as edificações podem ser construídas. Essas regras variam, e podem ser definidas por distâncias de determinadas edificações tidas como base principal, ou podem ser representadas por linhas que representam a influência econômica ou tecnológica.

No jogo, as regras são representadas por edifícios com características arquitetônicas próprias, que variam de acordo com a temática do jogo, conforme ilustrado na Figura 27.

Figura 27 - Edificações diversas no jogo Cossacks 3



Fonte: <<https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=899956545>> Acesso em: 8 ago. 2018.

As regras possuem um raio que representa a linha de visão e afetam a névoa de guerra, e as funções estratégicas, assim como das unidades, são bem peculiares,

dependendo das regras e do tema, mas existem algumas que aparecem na grande maioria dos jogos, como militares, defesa, suporte e pesquisa.

O design de edificações, em geral, concentra-se em duas funções distintas. A primeira função das edificações, e certamente a mais importante delas, uma vez que presente em todos os jogos de estratégia em tempo real, é a construção de unidades. A segunda função, está relacionada as habilidades especiais das edificações.

Relativo à construção de unidades, é importante definir quais edificações são responsáveis pela produção de quais unidades, uma vez que o tipo de unidade a ser produzida pode ser um fator determinante quanto ao tipo de terreno em que a edificação possa ser construída. Por exemplo, a construção de edificações que produzem unidades navais, deve necessariamente estar a margem de um terreno onde haja água, como rios, mares e oceanos.

Em muitos jogos só é possível produzir uma unidade por vez e o processo de produção leva algum tempo para ser concluído. Muitos jogos utilizam a mecânica de fila de construção, o jogador pode dar instruções, determinando o número de unidades que deseja produzir, e estas instruções são enfileiradas, firmando uma cadeia produtiva.

O mecanismo de produção de unidades deve, também, validar os pré-requisitos tecnológicos e econômicos para construção das unidades, em outras palavras, antes de iniciar a produção, é necessário checar se a árvore tecnológica encontra-se aberta em um nível mínimo necessário para o desenvolvimento daquela unidade. Também é necessário checar se a quantidade de recursos disponíveis é suficiente para a produção, bem como operar o consumo desses recursos quando a produção houver iniciado.

Com relação às funcionalidades das edificações, as regras variam de acordo com a função definida, que podem ser das mais variáveis, entretanto, é importante ressaltar, segundo Adams (2010, p. 422), a principal característica das edificações, que as diferenciam das unidades, é que elas fornecem algum tipo de benefício,

entretanto, quando elas são destruídas, os efeitos daquele benefício também são perdidos.

Também vale ressaltar como funcionam tais efeitos. As edificações que auxiliam nos aprimoramentos tecnológicos ou econômicos, produzem simplesmente em razão de sua existência. Esses efeitos podem ser imediatos, atribuindo um bônus de performance nas unidades de suporte, ou acelerando o tempo para o desenvolvimento tecnológico. Outros efeitos podem ser periódicos, caso em que a cada fração de tempo definida na regra, elas irão gerar algum benefício.

4.3.4.1 Atributos

Assim como as unidades, as edificações também possuem atributos para definição de comportamentos e características, e estão associados a grandezas numéricas.

O Quadro 25 lista os atributos geralmente utilizados em edificações, e que são compartilhados entre todas.

Quadro 25 - Atributos comuns em edificações de jogos RTS

Item	Atributo	Descrição
1	Saúde	Quanto de dano uma estrutura pode absorver antes de ser destruída.
2	Saúde máxima	O valor máximo de saúde que a unidade pode possuir.
3	Alcance da visão	Um raio utilizado para determinar uma área em que as unidades podem reagir automaticamente face a determinados eventos, também utilizado como fator de influência da unidade na mecânica de névoa de guerra.
4	Tempo de produção	Tempo necessário para produção de unidades, ou dos efeitos decorrentes das habilidades.

4.3.4.2 Funções especiais

Da mesma forma que as unidades, as edificações também possuem capacidades especiais que são geridas por regras específicas para o controle de um

comportamento diferenciado. Todavia, ao contrário das unidades, as edificações possuem um conjunto extremamente limitado de ações disponíveis.

Essas funções especiais, definem o valor estratégico das edificações, e o Quadro 26 arrola as principais habilidades encontradas em jogos de estratégia em tempo real:

Quadro 26 - Funções especiais comuns em edificações

Item	Função	Descrição
1	Militar	Em geral são responsáveis pela criação de novas unidades, ou por <i>upgrades</i> nas unidades que elas produzem. Funcionam com pilhas de produção. Os requisitos tecnológicos ou custo em recursos, variam de acordo com a importância estratégica da unidade produzida. Elas geralmente são representadas por barracas, estábulos, fábricas, bases aéreas, docas, e assim por diante.
2	Defesa	São estruturas militares com habilidades ofensivas capazes de agredir unidades inimigas em um raio determinado. Elas possuem essa função tática de fortificação, e são extremamente úteis para proteção de outras edificações ou fontes de recursos. Geralmente representadas por torres, fortes, castelos, artilharias, entre outros.
3	Suporte	Possuem funções bem diferenciadas dependendo das regras. Em geral essas estruturas concedem algum benefício de suporte para aumentar o crescimento econômico, militar ou tecnológico. Elas podem, por exemplo, aumentar a taxa de coleta das unidades de suporte, reduzir o tempo necessário para pesquisas tecnológicas, ou fornecer algum bônus de recurso ou de unidades a cada determinado intervalo de tempo. Essas edificações também podem acumular funções, como desenvolvimento de upgrades, produção de unidades não militares ou até mesmo ser responsável pela extração ou armazenamento de recursos naturais. As representações podem ser as mais variadas, como mercados, bancos, templos, igrejas, celeiros, serralherias, fundições, refinarias, e assim por diante.
4	Pesquisa	São estruturas responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico. Elas podem ser passivas, onde a simples existência garante o desenvolvimento linear das tecnologias no jogo, ou podem ser ativas, onde o jogador define qual tecnologia será pesquisada. Dependendo das regras, podem ser responsáveis por pesquisas de diferentes áreas. As tecnologias, geralmente demoram para serem produzidas. Elas podem ser representadas por bibliotecas, universidades, laboratórios, prédios tecnológicos, entre outros.

4.3.4.3 Balanceamento

Adams (2010, p. 434) afirma que é extremamente importante equilibrar bem a produção, pois qualquer jogador que consiga unidades mais rapidamente, mesmo que essas unidades sejam relativamente fracas, pode adquirir vantagem através da sobrecarga por números absolutos (Lei Quadrática de Lanchester). Isso significa que as taxas de produção devem ser rigorosamente equilibradas, para evitar que um jogador possa produzir mais unidades do que outras. Mesmo que as unidades sejam assimétricas, as taxas de produção devem observar às proporções, considerando não apenas o valor dos atributos, mas também as Leis de Lanchester.

4.3.5 Design de recursos

Os princípios básicos da economia em um jogo de estratégia em tempo real são a coleta e produção de recursos. Dessa forma, pode-se dizer que o nível de riquezas acumuladas pelo jogador é medido pela quantidade de recursos que o mesmo possui disponível.

As regras para utilização de recursos são variadas. Alguns jogos exigem o processamento de recursos para aquisição de unidades monetárias, conforme ilustrado na Figura 28. Outros, os recursos por si são suficientes para mover a economia. Independente das especificidades das regras, são os recursos que permitem que o jogador construa edificações e unidades, além de investimentos em pesquisas tecnologias e upgrades. (ABBADI, 2013; BARRON, 2003; CUNHA, 2010; NAVES, 2012).

Figura 28 - Extração de recursos no jogo Command & Conquer 3: Tiberium Wars



Fonte: <<http://dplayer.ru/skhod-laviny-balans-i-progressiya-v-igra/>> Acesso em: 15 ago. 2018.

Para acumular recursos, é necessário que eles sejam encontrados no ambiente virtual, extraídos e transportados. A função de extração e transporte de recursos é geralmente desempenhada por uma unidade especializada para este fim. Também é possível que a construção de edificações especializadas em determinadas áreas, extraiam recursos, como, por exemplo, a construção de uma bomba cabeça de cavalo para extração de petróleo do solo.

O design de recursos, implica no design do sistema econômico propriamente dito, uma vez que os recursos são a representação da riqueza, um mecanismo de controle que regula a capacidade de expansão das forças e, conseqüentemente influencia diretamente na disponibilidade de ações do jogador.

O gerenciamento econômico é um dos pilares de um delicado equilíbrio das mecânicas presentes em um jogo de estratégia em tempo real. Ao mesmo tempo que ele deve ser desafiador, e forçar o jogador a tomar decisões que impliquem diretamente nos rumos estratégicos da partida, essa mecânica deve ser simples e intuitiva suficiente para permitir que o jogador também possa concentrar seu tempo em outros planejamentos, como construção de edificações, escolhas tecnológicas, composição do exército, movimentos táticos das tropas, e assim por diante.

A natureza base dos recursos é de unidade monetária, através do qual o jogador pode comprar unidades, construir edificação, etc. Esse sistema monetário

geralmente é composto por mais de uma espécie de recurso, e procuram seguir uma certa lógica com a representação do recurso propriamente, por exemplo, para produzir um cavaleiro, é necessário um suprimento de comida para sustentar aquele homem, mas também é necessário metal para construir sua armadura, ao mesmo tempo que são necessários cavalos para que ele possa montar.

A complexidade do sistema econômico não implica necessariamente em novos comandos ou etapas na jogabilidade, mas sim, na quantidade de informações que o jogador deve considerar para formular suas estratégias com base em uma variedade de opções econômicas. A grande inovação introduzida por *Age of Empires* foi apresentar uma ampla variedade de recursos, cada qual com focos distintos, permitindo um certo grau de opcionalidade para expandir as opções estratégicas que o jogador desejasse seguir.

Talvez a função do design mais importante em relação aos recursos esteja no ajuste de suas taxas de produção, que é o fator que dita a velocidade do crescimento econômico e, conseqüentemente da capacidade de expansão do jogador. O ajuste das taxas de produção é fundamental para o equilíbrio do jogo, e deve ser sensível a influências praticadas pelo jogador.

Essa influência deve ser exercida através das decisões que o jogador pode tomar sobre a utilização de seus recursos, optando por investimentos na expansão militar ou em melhorias na sua eficiência econômica. O aperfeiçoamento econômico sugere o investimento em pesquisas tecnológicas dessa natureza, bem como na construção de unidades e edificações especializadas na exploração econômica.

Outros mecanismos para otimização da produção podem ser implementados, como, por exemplo, o uso de múltiplas unidades de suporte para acelerar a construção ou reparo de edificações.

Nos jogos de estratégia em tempo real os recursos são limitados, ou seja, quando um jogador coleta recursos, reduz a quantidade disponível para todos os outros jogadores e, por essa razão, existem disputas.

Essa característica ressalta a importância do *Level Design* quanto a distribuição dos recursos no ambiente virtual. Os recursos mais raros devem ser alocados em regiões do mapa mais distante do ponto onde os jogadores iniciam as partidas, criando a necessidade da exploração do mapa para que eles sejam encontrados. Outro motivo é estimular tanto a expansão quanto a disputa territorial, o que também justifica a criação de unidades e edificações de natureza defensiva, deixando a experiência do jogo muito mais interessante.

As mecânicas de produção, exploração e expansão de território constituem o processo econômico, e estabelecem as decisões significativas que o jogador deve tomar com relação ao gerenciamento econômico.

4.3.5.1 Atributos

Os atributos dos recursos, geralmente estão relacionados com a taxa de produção e diretivas para distribuição no ambiente virtual. O Quadro 27 elenca atributos geralmente utilizados em recursos, e que são compartilhados entre todos.

Quadro 27 - Atributos comuns em recursos de jogos RTS

Item	Atributo	Descrição
1	Taxa de extração	Quantidade de recursos que a unidade pode transportar por ciclo de extração.
2	Tempo de extração	O tempo que cada unidade de suporte leva para extrair o recurso por ciclo de extração.
3	Nível de raridade	Escala de raridade com que o recurso pode ser encontrado.

4.3.5.2 Tipos de recursos

Ao contrário das unidades e edificações que possuem habilidades e funções especializados, os recursos não oferecem ações para o jogador, entretanto, eles podem ser classificados para dar auxílio na associação com os pré-requisitos. Existem algumas categorias de recursos que são comuns e diversos jogos, conforme arrolado no Quadro 28.

Quadro 28 - Tipos de recursos

Item	Tipo	Descrição
1	Econômico	São aqueles que podem ser convertidos, ou processados em unidades monetárias do jogo. Geralmente eles são representados por metais preciosos como ouro, prata ou gemas.
2	Energético	São predominantes em jogos com temas tecnológicos ou que tenham por narrativa a evolução histórica entre períodos. Eles são utilizados como pré-requisitos para construção de veículos, ou o desenvolvimento de tecnologias específicas. Geralmente são representadas por combustíveis em geral ou matérias primas como petróleo, urânio, e até mesmo compostos ficcionais.
3	Estrutural	São comumente utilizados como pré-requisitos para a construção de unidades militares, e edificações. Eles são fundamentais para ditar o ritmo e manter um determinado equilíbrio no jogo. Podem ser representados por metais, madeira, ou até mesmo animais como cavalos, elefantes e outros utilizados em táticas de combate militar.
4	Orgânico	São importantes principalmente no início das partidas. Alguns jogos permitem a produção direta independente da região do ambiente virtual, por exemplo, a construção de fazendas. Eles são utilizados principalmente como pré-requisitos de produção de unidades básicas, como infantaria. Quando de livre construção, eles são representados por edificações como fazendas, quando é necessário indicações no ambiente virtual, são representados por grãos ou animais típicos de pecuária, como porcos e bovinos.

4.3.5.3 Balanceamento

De acordo com Adams (2010, p. 434-435), é importante equilibrar bem a economia e a produção, pois qualquer jogador que consiga unidades mais rapidamente, mesmo que essas unidades sejam relativamente fracas, pode adquirir vantagem devido à sobrecarga por números absolutos.

O balanceamento do sistema econômico envolve principalmente o custo das unidades e edificações. O custo dessas entidades deve ser relativo à sua eficácia, tanto de natureza militar quanto de natureza civil. O relacionamento entre a eficácia e o custo, em geral é linear. A relação linear permite o uso de curvas de equilíbrio, o que facilita encontrar padrões de custos adequados.

A relação de custos também impacta as taxas de produção, de forma que em sistemas de combate assimétricos, a simples relação custo e efetividade militar não garante o equilíbrio do jogo, estes parâmetros devem ser analisados em conjunto com a taxa de produção e a influências das Leis de Lanchester.

Outra importante questão de balanceamento está relacionada à disposição das fontes de recursos no ambiente virtual. Uma vez que a produção de recursos que determina a capacidade de expansão do jogador, qualquer vantagem que envolva facilidade no acesso à recursos, pode implicar em uma causa de desequilíbrio, o que será certamente sentido pelos jogadores.

Uma mecânica que busca minimizar esse problema é a capacidade dos jogadores produzirem recursos básicos através de edificações, como, por exemplo, a construção de fazendas ou engenhos sem a necessidade de um elemento expresso no ambiente virtual que autorize esta construção.

4.3.6 Árvores tecnológicas

A carência em variações de unidades e edificações em um jogo de estratégia em tempo real permitirá com que rapidamente o jogador esgote as possíveis combinações de batalha. Por outro lado, se todos os tipos de unidades estiverem disponíveis desde o início da partida, certamente o jogador ignorará as mais fracas, concentrando-se nas mais poderosas e eficientes. Em ambos os cenários, os jogadores perderão o interesse pelo jogo muito rapidamente (ADAMS, 2010, p. 436).

Figura 29 - Árvore tecnológica do jogo Starcraft 2



Fonte: <<https://www.starcraftforum.com/threads/unit-database.5053/>> Acesso em: 15 ago. 2018.

As árvores tecnológicas são uma mecânica que permite aumentar os atributos das tropas, ou mesmo introduzir novas unidades, edificações ou recursos de forma progressiva, caracterizando esses aprimoramentos como pesquisa tecnológica. Com essa mecânica, é possível obter novas tecnologias através do investimento de recursos, além de manter o avanço tecnológico organizado em uma estrutura de árvore ramificada. Dessa forma, a obtenção de um novo avanço tecnológico, disponibiliza o acesso a pesquisa de novas tecnologias que forem logicamente dependentes da anterior, o que faz todo sentido uma vez que as tecnologias são frequentemente ligadas umas às outras (ADAMS, 2010; GHYS, 2012).

Essa mecânica também permite a utilização de pré-requisitos mais elaborados, como, por exemplo, para alcançar uma tecnologia de uma determinada ramificação, pode ser necessário completar todas as tecnologias que fazem parte da ramificação anterior. Por outro lado, ela também pode permitir a impor restrições, como, por exemplo, impedir pesquisas em outra ramificação (ADAMS, 2010; GHYS, 2012).

É perceptível um propósito de mecanismo de cadência nessa mecânica, para controlar o ritmo do jogo, liberando gradualmente aprimoramentos que vão

intensificando esse ritmo, proporcionando o ciclo de três diferentes fases, citado por Wiemer (2012), que deixam a experiência do jogador muito mais interessante.

Quanto ao design, Adams (2010, p; 436) entende que primeiro deve-se planejar todos os efeitos desejados no decorrer do jogo, avaliando todas as atualizações, e seus reflexos nas unidades, edificações e mecânica central em geral, para pós, organizá-los em uma sequência lógica utilizando um diagrama, para criar a árvore tecnológica. Entretanto, Ghys (2012) sugere que não existe uma resposta precisa sobre começar projetar a árvore ou os efeitos primeiramente. Segundo o autor, no projeto de Rise of Nations, os efeitos foram planejados primeiramente, ao passo de o projeto de Civilization IV fez exatamente o oposto.

4.3.6.1 Balanceamento

Uma das maneiras de forçar o uso de diferentes estratégias, é fazendo o uso da árvore tecnológica aplicando algumas restrições. Um bom exemplo, citado por Adams (2010, p. 436), restringir o jogador ao uso de uma linha tecnológica, assim, se o jogador escolher pesquisas agricultura, as outras melhorias como pesca ou o uso de animais estariam fechadas, ou bloqueada até que o ramo da agricultura estivesse completo. Segundo o autor, dessa forma o jogador estaria comprometido com a abordagem que escolheu.

Schreiber (2010) salienta que a inclusão de várias estratégias torna o jogo muito mais interessante desde que estejam equilibradas, entretanto, a forma de buscar esse balanceamento é através de testes. O autor aconselha a observar os testes com jogadores, anotando se determinadas estratégias parecem ser utilizadas com mais frequência do que outras, e quais parecem ser mais efetivas.

Consoante Schreiber (2010), o teste isoladamente não é prova automática se uma determinada estratégia está desequilibrada, mas fornece indícios de que certos aspectos do jogo precisam de uma revisão mais detalhada. Muitas vezes os jogadores utilizam uma estratégia específica porque é mais óbvia ou mais fácil e não necessariamente porque é mais ideal.

4.4 Unreal Engine 4

Segundo Gregory (2014, p. 27-28), o Unreal Engine 4 (UE4) é a mais recente versão do motor para desenvolvimento de jogos da Epic Games, que ostenta algumas das melhores ferramentas e conjuntos de recursos do mercado. Além de ser de fácil utilização, possui o código fonte aberto, permitindo modificações e um sistema de licenciamento viável para pequenos estúdios de jogos independentes.

4.4.1 Actors

No ponto de vista do desenvolvedor, *Actor* é o conceito mais importante para o desenvolvimento de jogos utilizando o motor Unreal Engine 4. *AActor* é a classe mais fundamental que envolva posicionar um objeto no ambiente virtual. Segundo a documentação oficial fornecida pela *Epic Games* (EPIC GAMES, 2015), trata-se de uma classe genérica que suporta transformações tridimensionais, como transformação, rotação e escala.

Existem vários tipos diferentes de *Actors*, utilizados para compor o ambiente virtual, não importa qual detalhe, seja a iluminação, malha estática, emissor do sistema de partículas ou qualquer outra coisa, todos são *Actors* ou seus derivados (EPIC GAMES, 2015).

Actors também pode ser considerado como um recipiente que contém um tipo especial de objeto chamado *Component*. Diferentes espécies de *components* podem ser utilizados para manipular como os *actors* se movem, como são renderizados, etc.

4.4.2 Desenvolvimento multijogador online

A ferramenta conta com uma robusta estrutura para desenvolvimento de jogos multijogador, que vem sendo aperfeiçoada ao longo de 20 anos, que foi testada em várias plataformas (EPIC GAMES, 2015). Esse suporte permite que o desenvolvedor deixe de se preocupar com detalhes de rede em baixo nível, focando seus esforços

com a programação da jogabilidade em um nível mais alto, para garantir que o jogo funcione corretamente em um ambiente de rede (GLAZER, 2015).

O objetivo de um jogo multijogador é intuir a impressão de vários jogadores simultaneamente atuando em um mesmo mundo, proporcionando uma experiência compartilhada. Existem várias formas, para atualizar os estados de um mundo de jogo entre diversos jogadores.

Para jogos em rede, o Unreal suporta apenas o modelo cliente-servidor. A característica do modelo cliente servidor é a existência de um único servidor autoritativo (EPIC GAMES, 2015), incumbido de transmitir continuamente o estado do mundo jogo para todos os clientes conectados, cabendo aos clientes ao receber estes dados, atualizarem o estado de seus próprios mundos, de forma que todos os jogadores eventualmente estarão com o mundo no mesmo estado (GLAZER, 2015).

O Unreal suporta esse modelo em dois modos diferentes: servidor dedicado e *listen server*. No modo servidor dedicado, o servidor é executado como um processo separado de todos os clientes, e muito embora não seja um requisito, via de regra, isso é feito em uma máquina separada e dedicada apenas a esse serviço. No modo *listen server*, uma das instâncias do jogo é cliente e servidor simultaneamente (GLAZER, 2015).

Um importante característica que vale a pena ressaltar, é que o *framework* oferecido pela Epic Games foi desenvolvido previamente preparado para jogos multijogador, de forma que ao seguir a convenções básicas do *framework*, o desenvolvedor não terá muito trabalho para concretizar a experiência multijogador. Mesmo nos jogos desenvolvidos fora do ambiente de rede, a máquina local atua como um servidor (EPIC GAMES, 2015).

Entretanto, andes de se prosseguir para a análise do *framework*, é oportuno esclarecer alguns conceitos fundamentas para o desenvolvimento de jogos em rede.

4.4.2.1 Conexão Owning

Quando um novo cliente se conecta pela primeira vez, ele enviará uma solicitação ao servidor, que processará essa solicitação e, se aceita, será iniciado um processo de *login* para criar um objeto *Player Controller* (os detalhes dessa classe serão vistos mais adiante) (EPIC GAMES, 2015).

Cada objeto *Player Controller* instanciado especificamente para criar uma conexão denominada *owning*, que determina quais *actors* pertencem a essa conexão, de forma que o cliente só será capaz de manipular os *actors* que pertençam a sua conexão (EPIC GAMES, 2015).

Dessa forma, o cliente poderá controlar personagens, utilizar itens, destruir objetos, desde que os mesmos pertençam à conexão *owning* vinculada ao seu *Player Controller*.

4.4.2.2 Replicação

O mundo de um jogo é composto por diversos objetos, e o ato de transmitir o estado de um objeto de um *host* para outro é conhecido como replicação (GLAZER, 2015). No Unreal, a atualização desses objetos, em um ambiente de rede, é propriamente denominada como *Actor Replication*.

O ambiente virtual é composto por diversos *actors*, e o servidor mantém o estado autoritativo desses *actors*. Periodicamente o servidor atualizará cada cliente, para que seus *actors* possam manter um estado muito próximo ao do servidor.

Para manter uma boa performance, reduzindo o número de *actors* que precisam ser replicados a todo momento, o servidor tenta determinar o conjunto de *actors* que são relevantes para cada cliente, determinando o que foi alterando desde a última atualização para enviar apenas a informação suficiente para manter o estado aproximado (EPIC GAMES, 2015). A relevância também pode determinar onde objetos podem ser gerados, por exemplo, se houver um *actor* que seja relevante

apenas para um determinado cliente, é possível que ele seja gerado no cliente ao invés do servidor (um gerador de partículas temporário por exemplo). Também é possível ajustar a relevância dos *actors* através de *flags* (GLAZER, 2015).

No Unreal, a replicação pode ocorrer de duas maneiras: *Property Replication*, e *Remote Procedure Calls*.

4.4.2.3 Property Replication

Cada *actor* mantém uma lista das propriedades que podem ser definidas como replicáveis. A replicação de propriedades é feita somente pelo servidor, dessa forma, sempre que o valor for alterado no lado do servidor, ele enviará essa atualização para todos os clientes (EPIC GAMES, 2015).

O *framework* possui propriedades que são replicadas por padrão, cabendo ao desenvolvedor definir em suas especializações de classes, as propriedades que deverão ser replicadas. A implementação da replicação garante que eventualmente o valor da propriedade do cliente será igual ao do servidor, mas é possível que algumas alterações de valor de propriedades individuais sejam ignoradas (EPIC GAMES, 2015).

4.4.2.4 Remote Procedure Calls (RPC)

Remote Procedure Calls são funções chamadas localmente, porém executadas remotamente em outra máquina. São úteis para permitir a comunicação entre cliente e servidor, especialmente para o caso de eventos de jogabilidade efêmeros ou de natureza estética, tais como reprodução de efeitos sonoros, geração de partículas ou outros efeitos temporários e não cruciais ao funcionamento do *actor* (EPIC GAMES, 2015). De acordo com Glazer (2015) existem três tipos de RPCs no Unreal: *server*, *client* e *multicast*.

A função *server* é uma função que é chamada em um cliente e executada no servidor, mas de forma limitada, pois o servidor, para evitar fraudes, não permite que

qualquer cliente faça uma chamada server *RPC* para qualquer *actor* no mundo. Dessa forma, apenas o cliente que é *owner* do *actor* pode se valer desse tipo de função. A função cliente por sua vez, é o caminho inverso da função do servidor, ou seja, a chamada é feita no servidor e executada em um cliente que é *owner* do *actor*. (GLAZER, 2015).

Segundo Glazer (2015), a função *multicast* será executada em várias instâncias do jogo. Essa função é chamada no servidor, porém, executada no servidor e em todos os clientes. Elas são utilizadas normalmente para notificar todos os clientes de um determinado evento, como, por exemplo, quando o servidor deseja que cada cliente exiba a mensagem de fim de jogo.

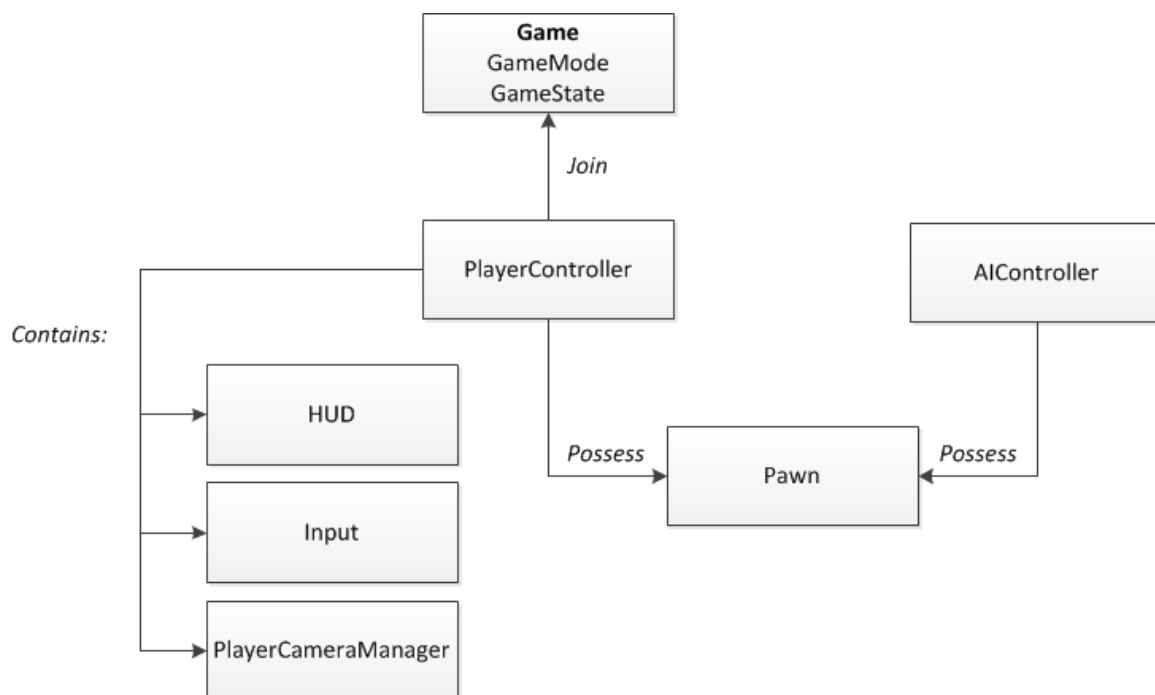
É importante salientar que o Unreal fornece uma opção para configurar os RPC como confiável ou não. Isso significa que eventos de baixa prioridade devem ser marcados como não confiáveis, o que pode melhorar o desempenho quando há perda de pacotes (GLAZER, 2015).

4.4.3 Gameplay Framework

Para auxiliar no desenvolvimento de jogos digitais, o Unreal oferece uma arquitetura base através de um framework contendo uma coleção de classes específica para o desenvolvimento da camada de jogabilidade.

Segundo a documentação oficial (EPIC GAMES, 2015), as classes bases de jogabilidade incluem funcionalidades para representar jogadores, aliados e inimigos, controle desses avatares tanto pelos jogadores como para inteligência artificial, câmeras, interface de usuário, e controle das regras. O relacionamento dessas classes pode ser visualizado através do fluxograma ilustrado na Figura 30.

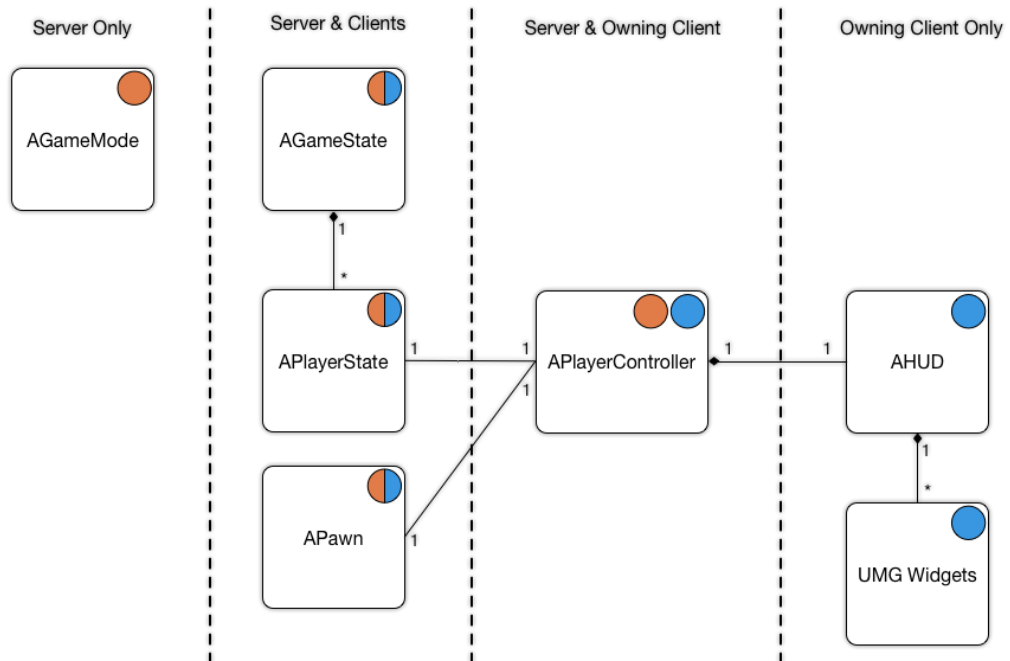
Figura 30 - Fluxograma do Framework Gameplay



Fonte: (EPIC GAMES, 2015)

Outra importante consideração é que o *framework* foi projetado para comportar a implementação de jogos em rede. Nessa arquitetura, os objetos são instanciados tanto do lado cliente, quanto lado do servidor, variando de acordo com a finalidade. A finalidades específicas desses objetos serão detalhados adiante, entretanto, a Figura 31 ilustra como esses objetos são distribuídos pela rede.

Figura 31 - Distribuição dos objetos pela rede extraído



Fonte: (AFONSO, 2015)

4.4.3.1 Pawns e Characters

APawns são classes especializadas de *Actors*, planejadas para serem um “agente” dentro do mundo, pois foram projetadas para serem possuídas por um Controlador e, portanto, elas são a classe base de *Actors* controlados por jogadores ou inteligência artificial.

Pawns possuem características físicas, mas é importante ressaltar que essa classe não foi planejada para representar um humanoide, mas outros objetos que podem ser controlados por jogadores ou IA, como animais, veículos, aeronaves, um espectador que assiste o jogo, entre outros.

A representação de humanoides compete à classe *ACharacter*, que é uma especialização da classe *APawn*, e foi projetada para fazer movimentos básicos semelhantes aos humanos, como andar, correr, pular, voar e nadar pelo mundo.

Essas classes são criadas no servidor e replicadas para todos os clientes. Ao controladas por jogadores ou IA, os comandos do controle são enviados para o servidor, que aplica as ações e replica para todos os clientes.

O Unreal também implementa, para esses movimentos, a previsão do cliente, para combater *lags*. Dessa forma, além de replicar, ele também preverá os movimentos com bases nas informações de velocidades replicadas, de forma que a perda ou atraso de pacotes não prejudique o movimento.

4.4.3.2 Game Mode

No *framework*, a classe *AGameMode* é uma das duas principais classes que lidam com informações sobre o jogo que está sendo jogado. Essa classe foi projetada para controlar a base de regras do jogo, definindo e validando o número de jogadores permitidos, a posição inicial e os elementos que serão criados no ambiente virtual, pausas, condições de vitória, transições entre os níveis, e tantas outras que formam o modo de jogo.

Nos jogos em rede, essa classe não é replicada para nenhum cliente remoto que participe do jogo, existindo apenas no servidor, portanto, os clientes locais não podem acessá-la.

4.4.3.3 Game State

A classe *AGameState* é a segunda das duas principais classes que lidam com informações sobre o jogo. Ela contém o estado do jogo, podendo lidar com informações como pontuação dos times, tempo de jogo, lista de jogadores conectados, as missões que foram concluídas em um jogo de mundo aberto e assim por diante.

Essa classe existe tanto no servidor como em todos os clientes, e pode ser replicada livremente para manter todas as máquinas atualizadas à medida que o jogo

avança, o que faz dela a classe mais importante para compartilhar informações entre servidor e clientes.

Por ela existir no servidor e ser replicada para todos os clientes, essa classe foi projetada para rastrear propriedades que mudam durante o jogo e são relevantes e visíveis para todos, e conseqüentemente, ela é responsável por atualizar os clientes quanto as informações do *Game Mode*. Em contrapartida, essa classe não é o melhor local para lidar com informações ou ações individuais de jogador.

4.4.3.4 Player State

A classe *APlayerState* foi projetada para conter o estado de um participante do jogo enquanto jogador, seja humano ou um *bot* de inteligência artificial. Portanto, ela deve lidar com as informações relevantes de um único jogador na partida em rede, como, por exemplo seu nome, a pontuação individual, a identificação do seu time, suas estatísticas na partida, e assim por diante.

No servidor é criado um *Player State* para cada jogador, e ele é replicado livremente para todos os clientes, podendo ser utilizado para recuperar e exibir informações de jogadores em outros clientes.

4.4.3.5 Player Controller

A classe *APlayerController* foi projetada para ser uma interface entre o *Pawn* e o jogador humano que a controla. Existe apenas uma classe *Player Controller* para cada jogador, e ao possuir um *Pawn*, o *Player Controller* fornece ao jogador a capacidade de manipular aquele *Pawn*. Um *Player Controller* pode ser usado para possuir vários *Pawns*, mas não de forma simultânea, só é permitido que ele possua um por vez.

No ambiente de rede, o *Player Controller* possui atribuições peculiares e de fundamental importância. Essa classe existe apenas no servidor e no cliente específico daquele jogador. Isso significa que no cliente existe apenas o seu próprio

Player Controller, e no servidor encontram-se os *Player Controllers* de todos os clientes.

Por essa característica, a classe *APlayerController* é a principal ligação entre cliente e servidor, pois essa arquitetura garante que um cliente não poderá interferir em outros.

4.4.3.6 HUD

A classe *AHUD* é responsável pela interface gráfica do jogo (*heads-up display*), que é utilizada para transmitir informações ao jogador, e fornecer um meio de solicitar ao usuário informações direcionadas.

Nos jogos em rede, esta classe não está ligada a arquitetura de rede, de forma que esse objeto só pode ser acessado pelo cliente que a possui.

4.4.3.7 Online Subsystem

Online Subsystem e suas interfaces foram criados para fornecer uma clara abstração à funcionalidade *online* comum a todas as plataformas suportadas pelo Unreal Engine 4, como Steam, Xbox Live, PSN, Facebook, etc.

Essa abstração facilita o desenvolvimento multiplataforma, permitindo que o desenvolvedor acesse mecanismos de *profile*, *friends*, *sessions*, *shared cloud*, *user cloud*, *leaderboards*, *voice*, *achievements* e interfaces de usuário externas.

4.5 Resumo do capítulo

O presente capítulo buscou fornecer uma elucidação abrangente dos fundamentos necessários para ao processo de desenvolvimento de jogos de estratégia em tempo real, multijogador em rede, utilizando o Unreal Engine 4. Para tanto, foram compilados os conceitos provenientes de teses, artigos e dissertações elencadas na revisão de estudos anteriores, bem como livros e artigos em sites

especializados, provenientes de diversos autores que interpelam o tema da presente pesquisa.

O capítulo inicia enfrentando os conceitos mais basilares, como a definição de jogo, a definição do termo estratégia no contexto de jogos, o gênero de jogos estratégia analógicos e digitais, e os dois principais subgêneros dos jogos de estratégias digitais.

A definição do subgênero estratégia em tempo real, contempla a definição de 16 autores diferentes, e faz uma introdução sobre os conceitos fundamentais do gênero, tais como dinâmicas, perspectiva de câmera e entidades do jogo, tais como unidades, edificações e recursos. Também introduz conceitos fundamentais da mecânica, tais como cadeias de produção, microgestão e macrogestão.

Uma vez esclarecidos os conceitos fundamentais, o capítulo aborda a contextualização histórica desse gênero de jogo, apresentando os jogos que contribuíram para formação do paradigma dos jogos de estratégia em tempo real modernos, detalhando todos os aspectos dessas contribuições. Dessa forma, contempla-se um mapeamento da evolução do game design nessa espécie de jogo. Constata-se, também, o cumprimento do item “b” da seção 1.5.2 (Objetivos específicos) que trata de: contextualizar historicamente e compreender os fundamentos do gênero de jogos de estratégia em tempo real

As seções seguintes são dedicadas ao game design, onde são introduzidos os fundamentos da mecânica central e, explorado em detalhes, a sua aplicação em jogos de estratégia em tempo real. Também foram detalhadas outros aspectos, como por exemplo, o design da interface gráfica do usuário, o modelo de interação, e o design detalhado e específico de cada elemento que compõe a mecânica central desse gênero de jogo. Desta feita, foram alcançados os objetivos entabulados no item “c” da seção 1.5.2 (Objetivos específicos) sobre: explicitar os conceitos de *game design* aplicados aos jogos de estratégia em tempo real.

Por derradeiro, o capítulo buscou introduzir os conceitos elementares do desenvolvimento de um jogo multijogador em rede, utilizando o Unreal Engine 4. A

5. DESENVOLVIMENTO DO JOGO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Durante os estudos entabulados nos capítulos 3 (Revisão de estudos anteriores) e 4 (Abordagens teóricas que fundamentam o desenvolvimento de jogos de estratégia em tempo real multijogador em rede utilizando o motor Unreal Engine 4), foram enfrentados todos os objetivos teóricos delineados na seção 1.5.2 (Objetivos específicos), descritos nos itens: a) mapear os estudos acadêmicos relacionados aos jogos de estratégia em tempo real, tendo por referência o *período de 2008 a 2018, valendo-se de palavras-chaves como: jogos de estratégia em tempo real, RTS, real time strategy*; b) contextualizar historicamente e compreender os fundamentos do gênero de jogos de estratégia em tempo real e c) Explicitar os conceitos de *game design* aplicados aos jogos de estratégia em tempo real.

Esses objetivos de natureza teórica, foram devidamente cumpridos no deslinde dessa investigação, durante o desenvolvimento dos capítulos supracitados, e compreenderão por completo, as duas primeiras etapas instrumentais dos procedimentos do *Design Science Research*, especificamente, a etapa de identificação do problema e sua motivação, e, a etapa de definição de objetivos para solução.

Também foi contemplado, de forma parcial, a terceira etapa da metodologia (projeto e desenvolvimento), uma vez que o conteúdo teórico apresentado, é requisito formal para elaboração do projeto, e foram fundamentais para os atos preparatórios, como, por exemplo, a elaboração do *Game Design Document (GDD)*²⁰, presente no **Apêndice I**, a análise de requisitos de software, bem como os demais descritos na seção 2.2.3 (Terceira etapa - Projeto e Desenvolvimento).

Esse capítulo é dedicado ao cumprimento dos objetivos de natureza empírica dessa pesquisa, descritos na sessão 1.5.2, e compreende o desenvolvimento do jogo de estratégia em tempo real, com intuito de finalizar a terceira etapa da metodologia,

²⁰ Game Design Document – Documento que descreve os diversos elementos de um jogo, como mecânica, interface, controles, jogabilidade, etc., servindo de guia no processo de desenvolvimento do jogo.

e avançar para contemplar as etapas seguintes, especificamente a etapa de demonstração, etapa de monitoramento e avaliação, e etapa de comunicação.

Durante esse processo, para contribuir com a formação de conhecimento, serão confrontados e discutidos os elementos teóricos outrora apresentados, bem como o conteúdo do acervo bibliográfico pré-constituído, no que houver aplicabilidade no caso.

Para tanto capítulo será apresentada uma breve descrição de todo o processo de desenvolvimento do projeto, destacando os principais componentes do jogo que serão detalhados em seções próprias desse capítulo.

Uma vez que a solução proposta para o problema da pesquisa, é voltada para a indústria de jogos independentes, o projeto dará prioridade à agilidade, e o desenvolvimento fará uso dos recursos nativos oferecidos pelo Unreal Engine 4, abstendo-se a qualquer implementação de natureza mais invasiva, que possa alterar o motor, ou a arquitetura de seu *framework*.

Outrossim convém, desde logo esclarecer, que este capítulo não discutirá a implementação do código desses componentes, uma vez que isso pode ser feito através da leitura do código fonte que estará devidamente comentado, e a modelagem UML disposta no **Apêndice III**. Para contribuir e gerar conhecimento, este capítulo apresentará o raciocínio de design por trás da implementação desses componentes, destacando a relação com o game design e com o Unreal Framework.

5.1 Meios de desenvolvimento

5.1.1 Uso da linguagem C++

De acordo com a documentação oficial (EPIC GAMES, 2015), o Unreal Engine fornece dois métodos para o desenvolvimento dos elementos de jogabilidade, a linguagem de *scripts* visuais *Blueprints* e C++, sendo que, tanto o API *gameplay* quanto o *framework*, são disponíveis para ambos. Desta feita, optou-se por

desenvolver os principais componentes desse projeto, utilizando a linguagem C++, através do IDE Microsoft Visual Studio.

A opção da linguagem C++ se deu por conta de performance, uma vez que a implementação fazendo uso da linguagem de scripts *Blueprint* sofre um *overhead*, por conta da máquina virtual dos *scripts*. Vale destacar que o Unreal Engine provê suporte à linguagem C++, para acelerar e facilitar o desenvolvimento, através do *Unreal Property System*²¹, um sistema de reflexão capaz de oferecer a exposição das propriedades no editor, serialização, coleta de lixo (*garbage collection*), replicação em rede e comunicação entre C++ e *Blueprint*.

Esse sistema de reflexão, é operacionalizado através do uso de macros especiais (*UCLASS*, *UFUNCTION*, *UPROPERTY*), para expor as classes, propriedades e métodos ao sistema de reflexão, e implementadas nos arquivos de cabeçalho.

5.1.2 Principais componentes

Os principais componentes do jogo, a serem descritos, foram selecionados com base no artigo de Ayangbekun e Akinde (2014), sobre o desenvolvimento de um jogo de estratégia em tempo real utilizando o Unreal Engine 3, que elencou como as principais etapas do projeto: 1) gerenciador de recursos, 2) sistema de batalha, 3) câmera de tempo real, 4) level design, 5) interface do usuário, 6) design de áudio e 7) mecânica de jogabilidade. Em harmonia, Barron (2003) ressalta os mesmos componentes, acrescentando árvores tecnológicas e unidades em seu rol de principais componentes do jogo.

Em função dos procedimentos do *Design Science Research*, e da natureza do projeto, optou-se em seguir o modelo de desenvolvimento em cascata, por ser relativamente linear, permitindo testes extensivos de cada componentes antes de

²¹ Unreal Property System é um sistema de reflexão proprietário, cujos detalhes estão disponíveis em: <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/unreal-property-system-reflection> (acessado em 08/09/2018).

adentrar ao próximo, o que reduz o número de erros, permitindo documentar de forma mais precisa o modelo ao final apresentado. Por essa razão, a ordem com que os componentes serão apresentados, respeitará a cronologia do desenvolvimento, diferentemente da apresentada no artigo de Ayangbekun e Akinde (2014).

Feitas essas considerações preliminares, deu-se início ao projeto denominado GPucRTS, com sua criação e configurações preliminares no *Unreal Editor*, em conjunto com a ferramenta de repositório Github. A implementação teve início no componente de câmera em tempo real, que passa a ser detalhado na próxima seção.

5.2 Controle do jogador e câmera em tempo real

A premissa desse design deve considerar que, em jogos de estratégia em tempo real, a câmera é posicionada em uma perspectiva que favorece a visão geral do mundo (ADAMS, 2010), permitindo ao jogador comandar o andamento do jogo, supervisionando os acontecimentos e tendo acesso instantâneo às suas unidades (WIEMER, 2012). Uma vez que o jogador não possui um avatar (NOVAK, 2010), ele navega pelo ambiente virtual controlando a posição da câmera.

Em um primeiro momento, a análise do game design, revela a necessidade de um componente para o controle de câmera, com capacidade de efetuar movimentos dianteiros, traseiros, e laterais, mantendo uma perspectiva isométrica. O *framework* do Unreal Engine, possui o componente *UCameraComponent*, especializado no tratamento de câmeras, onde podem ser configuradas todas as propriedades e comportamentos da câmera do jogo.

Embora fazer uso da herança sob esse componente fosse uma decisão viável, uma outra alternativa foi considerada para o design da implementação desse componente, pois o movimento da câmera também era um requisito, e na arquitetura do *Unreal Framework*, o *Player Controller*, responsável por comunicar os comandos de entrada do jogador, é capaz de possuir apenas classes derivadas de *Pawns*. Essa característica se dá em razão da arquitetura do framework prever a existência de um personagem, característica esta, que não é o caso do presente projeto.

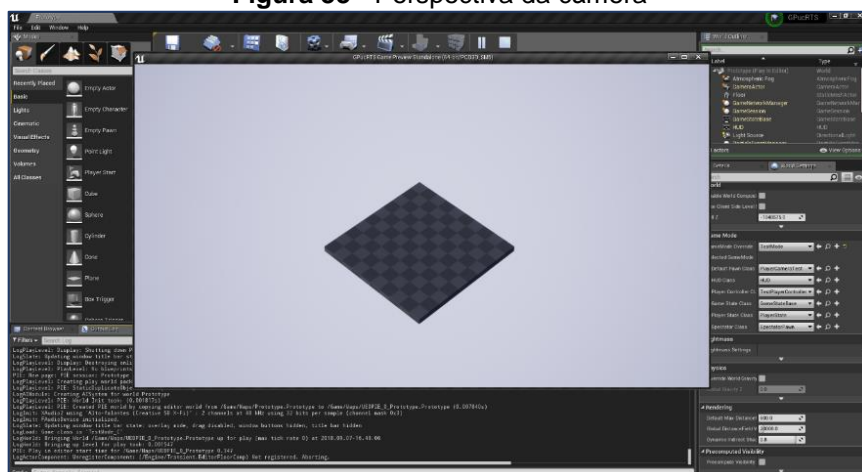
Outra informação ponderada, é que, segundo a documentação oficial (EPIC GAMES, 2015), a classe *APawn* (por ser derivada de *AActor*) possui o método virtual *CalcCamera*, que permite manipular o ponto de vista da câmera, desde que a propriedade *bFindCameraComponentWhenViewTarget* esteja definida como verdadeira.

Posto isso, a opção do design de implementação para componente câmera em tempo real, houve-se por bem fazer uso de *APawn* como a classe base para o objeto, em função das seguintes razões:

- necessidade de um *Pawn* para ser possuído pelo *Player Controller*, vínculo obrigatório em razão da arquitetura do *framework*;
- possibilidade de manipulação da câmera através do método *CalcCamera*;
- o fato de o *Player Controller* ser a interface de comunicação exclusiva no canal entre o cliente e o servidor, torna seu vínculo com *Pawn* conveniente para jogos multijogador em rede.

Desta feita, foi criada a classe ***AGPuc_PlayerPawn***, que deriva de *APawn*, e foi projetada para manipular o ponto de vista da câmera, proceder as funções de movimento, processar os comandos e servir como uma interface de comunicação com o *Player Controller*, para promover a comunicação no canal exclusivo entre o cliente e o servidor. A implementação permitiu que a câmera fosse fixada na perspectiva ilustrada na Figura 33.

Figura 33 - Perspectiva da câmera



Fonte: Produzido pelo autor

5.2.1 Movimento

Todo *Actor* ou *Component* é constantemente atualizado em intervalos regulares de tempo, que de modo geral, ocorre a cada *frame* de jogo. Essa atualização é implementada no *framework* através do método *Tick*. A ordem com que esses métodos são executados em relação a outros processos, é regulado pelo Tick Group associado.

O *Tick Group* define a ordem dessas atualizações em função da simulação de física. Dessa forma, é possível determinar se um *Actor* ou *Component* será atualizado antes, durante ou após o processo de simulação de física, garantindo uma consistência na forma como o jogo é executado.

Entretanto, a classe ***AGPuc_PlayerPawn*** é peculiar, pois acumula funções de movimento de câmera e interface de comunicação entre cliente e servidor. Essa característica provoca a necessidade de atualizações em momentos diferentes.

O movimento da câmera não necessita de simulação de física, uma vez que não possui um corpo físico que possa colidir com outros objetos. Dessa forma, é conveniente manter o cálculo do movimento da câmera em um momento posterior a simulação da física, de forma que a posição de todos os outros objetos do jogo já esteja definida neste momento. Por outro lado, existem outras funções do jogador onde é conveniente que as atualizações ocorram em um momento anterior a simulação de física.

Outro ponto a ser ponderado, é que a função de movimento deve obrigatoriamente ser calculada constantemente, a todo frame de jogo, ao passo que outras funções não necessitam de atualizações constantes.

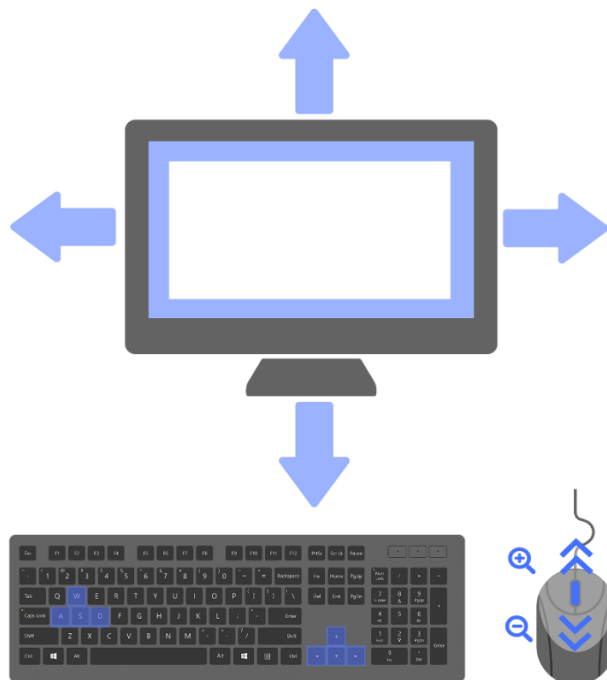
Por essa razão, o comportamento referente ao movimento, foi especializado em um componente denominado ***UGPuc_PlayerMovementComponent***, cujo design é uma versão simplificada do componente *UFloatingPawnMovement* do *framework*. Optou-se por uma versão simplificada ao invés do uso de herança, exatamente pelo

fato do movimento não depender de simulação de física, além de não haver necessidade da replicação desse movimento para outros clientes.

Tradicionalmente, em jogos de estratégia em tempo real, a direção dos movimentos é calculada em razão da perspectiva da câmera, e existem duas formas de efetuar movimentos. A primeira é através do teclado, utilizando as teclas mapeadas para determinar a direção do movimento. A segunda forma, é através do mouse, posicionando o ponteiro nas extremidades da tela, para fazer a câmera deslocar-se nessa direção.

A implementação do componente contemplou as duas formas de movimento. Outro tipo de comportamento implementado, foi a função de zoom, devidamente mapeada na roda de *scroll* do mouse. Para manter a consistência dos controles, o nível de proximidade da função zoom é utilizada como um fator no cálculo de velocidade. Dessa maneira, a velocidade do movimento se mantém uniforme a qualquer distância que a câmera esteja posicionada em razão da mecânica de zoom. O mapeamento dos controles de movimento e função zoom da câmera pode ser observados no diagrama da Figura 34.

Figura 34 - Diagrama de mapeamento dos controles



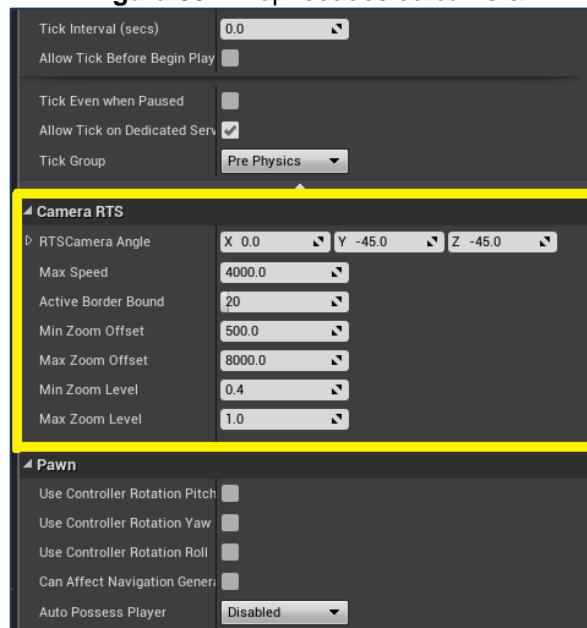
Fonte: Produzido pelo autor

5.2.2 Propriedades

A mecânica de movimento da câmera necessita de parâmetros para determinar seu comportamento, tais como ângulo de visão, a velocidade do movimento, a extensão dos limites das bordas para o movimento *scroll*, nível e *offsets* da função de zoom, entre outros.

Encontrar o valor ideal desses parâmetros, para calibrar o movimento conforme desejado, é uma tarefa empírica de tentativa e erro. O processo de alterar o valor das variáveis via código, exige uma nova compilação a cada tentativa. Para simplificar esse processo, essas variáveis foram expostas no editor, através do uso das macros do *Unreal Property System*, permitindo alterações em modo de design e execução, conforme exposto na Figura 35.

Figura 35 - Propriedades da câmera



Fonte: Produzido pelo autor

Cumprе salientar que essa técnica foi reaproveitada em todos os demais componentes implementados do jogo, simplificando, e otimizando significativamente os procedimentos de testes. Os benefícios alcançaram não apenas a definição de parâmetros, mas também, todo o balanceamento do jogo a nível de game design.

5.2.3 Controle de entidades do jogo.

Conforme observado na seção 4.1.6 (Subgênero estratégia em tempo real), e 4.3 (Aspectos de game design), o jogador assume o papel de um comandante ou um gestor, e sua principal ação no jogo, consiste em dar ordens para unidades (ABBADI *ET AL.*, 2013; ADAMS, 2010; PINELLE *ET AL.*, 2008).

Esse controle é indireto, de forma que ao especificar as ordens, as unidades, como agentes inteligentes, reagem de acordo com a programação da inteligência artificial, específica daquele tipo de entidade.

Para que essa ação seja realizada, são necessários alguns comandos, que, segundo Adams (2010), são processados em duas etapas: primeiro o jogador seleciona a unidade ou o grupo de unidades, efetuando um clique do mouse, ou arrastando o cursor, formando uma área de seleção. Na sequência o jogador especifica sua ordem, por atalhos no teclado, cliques na interface gráfica do usuário ou mesmo clique nos próprios objetos, onde a ordem será interpretada e cumprida de acordo as ações disponíveis associadas para aquele objeto.

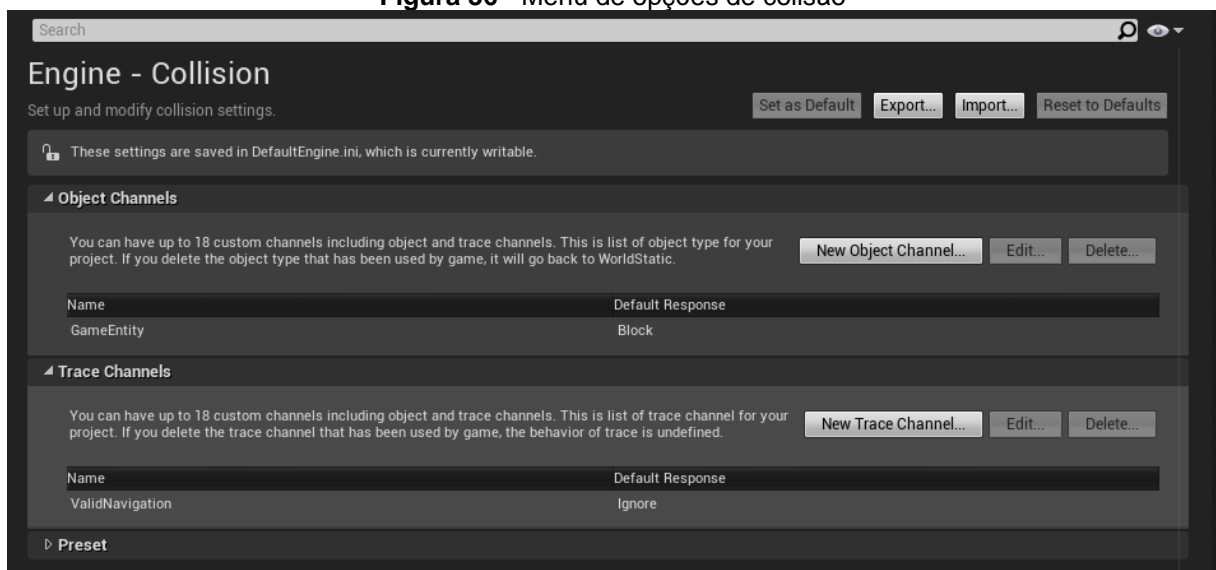
Qualquer das formas eleita para especificar uma ordem, a execução desta, sempre ocorrerá na posição apontada pelo mouse, após um clique. Dessa maneira, para que uma ordem possa ser validada, é necessário informações sobre o objeto que o mouse aponta no momento do clique. Para obter essas informações, é necessário o uso de *Raycasts* (denominado no Unreal como *Tracing*), que, segundo a documentação oficial, consistem em uma função de rastreamento, que utiliza o sistema de física, para disparar um raio invisível entre dois pontos determinados, e, caso alguma geometria (*Actor*) seja atingida por este raio, as informações serão retornadas pela função (EPIC GAMES, 2015).

A documentação também informa que um *trace*, pode ser configurado para detectar canais específicos, de forma que, o objeto atingido irá retornar informações apenas se estiver configurado para responder naquele canal especificado. Informa ainda, que também é possível configurar um *trace*, para que ele atinja apenas tipos

específicos de objetos. Por fim, a documentação indica que é possível criar canais e objetos customizados, através das configurações de colisão, no editor.

A noção de canais, compreende elementos conceituais. Existem dois canais definidos por padrão no editor: visibilidade e câmera. A noção de objetos, por sua vez, trata-se de tipos físicos de *actors*, com capacidade de colisão. Posto isso, foram inseridos um novo objeto e um novo canal nas configurações de colisão, conforme observa-se na Figura 36 a seguir.

Figura 36 - Menu de opções de colisão



Fonte: Produzido pelo autor

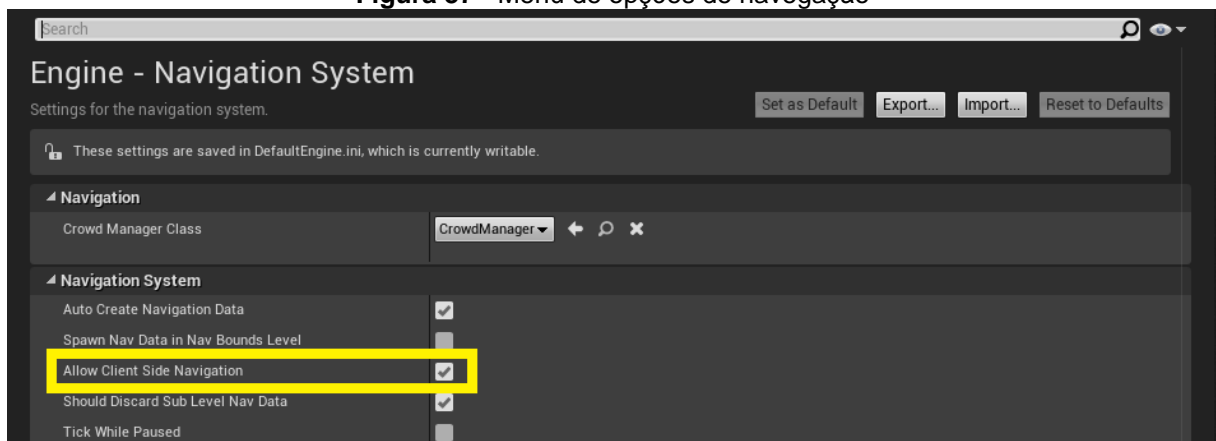
O tipo de objeto *GameEntity* foi inserido para fornecer um filtro de forma a facilitar o rastreamento de objetos relevantes para a função de controle de entidades do jogo. O canal *ValidNavigation*, foi inserido para otimizar e facilitar testes que verificam se uma determinada área possui nodes válidos para o algoritmo de busca de caminhos, que utilizam a tecnologia Navmesh. Dessa maneira, é possível verificar se uma determinada área é válida para as funções de movimento.

O controle de entidades, também enfrenta questão relacionadas à arquitetura do *framework* para jogos em rede, que determina que as ações do jogador devem ser processadas no cliente e executadas no servidor, que é incumbido de replicar essa execução para todos os clientes que participam da partida. Em se tratando de jogos

de estratégia em tempo real, onde as unidades são agentes inteligentes, essa arquitetura é reforçada, uma vez que todos os controladores e demais processos relacionados a inteligência artificial, existem apenas no lado do servidor.

Entretanto, para que o processamento dos controles seja corretamente realizado no cliente, é necessário realizar a validação das ordens, e conseqüentemente, torna-se fundamental, verificar se uma determinada área é navegável pela inteligência artificial. Para tanto, é indispensável ter acesso ao sistema de navegação, o que não é permitido pelas configurações padrão. Para solucionar essa questão, é necessário alterar as configurações do sistema de navegação, através do editor, conforme ilustrado na Figura 37.

Figura 37 - Menu de opções de navegação



Fonte: Produzido pelo autor

Posto isso, para atender as exigências da arquitetura, a mecânica de controle das entidades do jogo foi implementada em três classes, pelas seguintes razões:

A primeira classe é um *Player Controller*, pois essa é a única interface que existe apenas no servidor e no cliente específico do próprio jogador. Deste modo, foi criada a classe **AGPuc_PlayerController** incumbida da comunicação entre cliente e servidor. A segunda classe é um HUD, para realizar o feedback visual da mecânica. Portanto, foi criada a classe **AGPuc_HUD** incumbida do desenho de um frame de seleção. A terceira classe é a própria **AGPuc_PlayerPawn**, uma vez que ela é responsável por processar os comandos do jogador, além de possuir uma relação com a classe *Player Controller*.

5.2.3.1 Seleção de entidades

A primeira etapa do controle de entidades do jogo, consiste na seleção das entidades do jogo, entretanto, algumas considerações de game design devem ser levadas em consideração antes do início dessa implementação. Conforme discutido na seção 4.3 (Aspectos de game design), são três tipos principais de entidade que o jogador pode interagir durante uma partida: unidades, edificações e fontes de recursos.

As fontes de recursos, são entidades estáticas e não são passíveis de receber ordens do jogador. Dessa forma, sua seleção tem como objetivo, a exibição de informações sobre aquela fonte específica, como, por exemplo, o tipo de recurso, a quantidade disponível, a capacidade de extração, e assim por diante. Por essa razão, a seleção múltipla não traria quaisquer benefícios. Por essa razão, a seleção de fonte de recursos, resulta na exibição das informações pertinentes em um painel apropriado, situado no Head up display²² (HUD), que é ativado após a seleção.

As edificações, também são entidades estáticas, e são utilizadas especialmente para propiciar algum tipo de benefício ao jogador, ou para a construção de novas unidades. A utilidade da seleção, é expor informações, e oferecer as opções de construção, quando disponíveis. Neste caso, a seleção múltipla, além de não agregar qualquer benefício, apenas poluiria a interface gráfica, podendo inclusive, confundir o jogador. Desta feita, a seleção de edificações, resulta na ativação de um painel no HUD, que exhibe as informações pertinentes da edificação, e, quando a edificação possuir atribuições para construir unidades ou *upgrades*, será ativado o menu de ações, contendo botões, exibindo as opções disponíveis.

As unidades, por sua vez, são as únicas entidades do jogo com capacidade de movimento. Elas também, possuem o maior número de ações que o jogador pode dispor. Ao contrário das demais entidades, as unidades, quando agrupadas, potencializam o efeito de suas ações. Dessa maneira, a seleção de unidades ativará

²² Monitor de Alertas, também conhecido como Ecrã de Alertas ou pela sigla em inglês HUD (Head up display), segundo a Wikipédia - https://pt.wikipedia.org/wiki/Epic_Games (acessado em 26/08/2018).

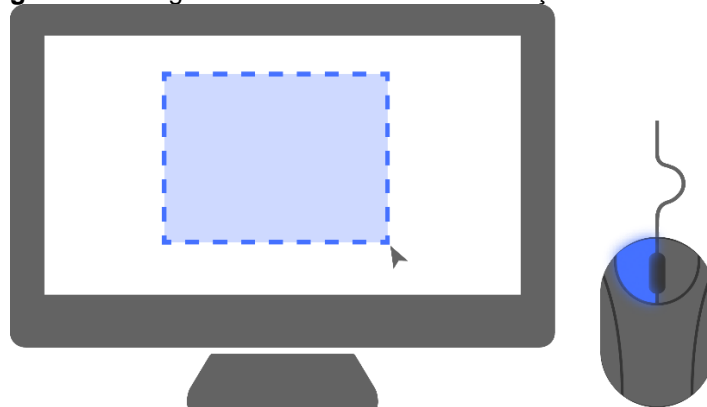
o menu de ações, para uma ou múltiplas unidades, conforme abordado na seção 4.3.2.4 (Menu de ações), onde serão exibidas as informações, e opções de ordens referentes às unidades selecionadas.

Diante do exposto, a mecânica de seleção múltipla de entidades do jogo, foi implementada para selecionar, em agrupamentos, apenas as unidades. Dessa maneira, a mecânica de seleção múltipla, quando aplicada a outras entidades, se comportará exatamente como na mecânica de seleção simples, realizando a seleção de uma única uma entidade, ignorando as demais.

Essa mecânica, sempre irá priorizar a seleção de unidades, portanto, havendo unidades em conjunto com outras entidades no frame de seleção, as unidades serão selecionadas, ignorando-se as demais entidades.

O mapeamento dos controles seguiu o padrão utilizado em jogos desse gênero, onde a seleção das entidades é realizada através do clique do botão esquerdo do mouse sobre um ponto na tela, ou arrastando para criar uma área de seleção, conforme pode ser melhor observado na Figura 38.

Figura 38 - Diagrama sobre o controle de seleção de entidades



Fonte: Produzido pelo autor

Dessa maneira, os comandos do mouse são interceptados na classe **AGPuc_PlayerPawn**, que inicializa os procedimentos de seleção de entidades. A renderização do frame de seleção foi implementada na classe **AGPuc_HUD**, através

da sobrecarga do método virtual *DrawHUD*²³ e utilizando as propriedades da classe *FCanvasTileItem*²⁴ para desenhar a forma geométrica do frame de seleção.

Para capturar uma entidade posicionada logo abaixo do cursor do mouse, no momento do clique, foi utilizado o método *GetHitResultUnderCursorByChannel*²⁵ nativo do *framework*. Contudo, não havia um método nativo para a captura das entidades dentro das fronteiras do frame de seleção, e a implementação teve que lidar com uma questão, pois as entidades do jogo estão acomodadas em um ambiente de três dimensões, ao passo que o frame criado pelo mouse possui duas dimensões.

Para solução, duas alternativas foram consideradas. A primeira, seria iterar todos os objetos do ambiente virtual, realizando uma projeção das coordenadas tridimensionais para um plano bidimensional, e realizando um teste para comparar se essas coordenadas estariam na área do frame de seleção. A segunda alternativa, seria a utilização de um componente caixa de colisão do *framework*, posicionando-a na área projetada do frame de seleção, de forma a identificar as unidades sobrepostas através do método, *GetOverlappingActors*²⁶ desse componente. Por questões de performance, a segunda abordagem foi eleita.

Outra questão de design enfrentada durante a implementação dessa mecânica, foi quanto ao reconhecimento das propriedades e identidade dessas entidades. Duas abordagens foram consideradas: utilização de interface e utilização de componentes. Por uma questão de conveniência, optou-se pela utilização de um componente, criando-se a classe ***UGPuc_IdentityComponent***, que armazena informações, sobre o tipo de entidade, facções, e outras especialidades.

²³ Disponível em:

<https://api.unrealengine.com/INT/API/Runtime/Engine/GameFramework/AHUD/DrawHUD/index.html> (acessado em 09/09/2018).

²⁴ Disponível em: <https://api.unrealengine.com/INT/API/Runtime/Engine/FCanvasTileItem/index.html> (acessado em 09/09/2018).

²⁵ Disponível em:

<https://api.unrealengine.com/INT/API/Runtime/Engine/GameFramework/APlayerController/GetHitResultUnder/index.html> (acessado em 09/09/2018).

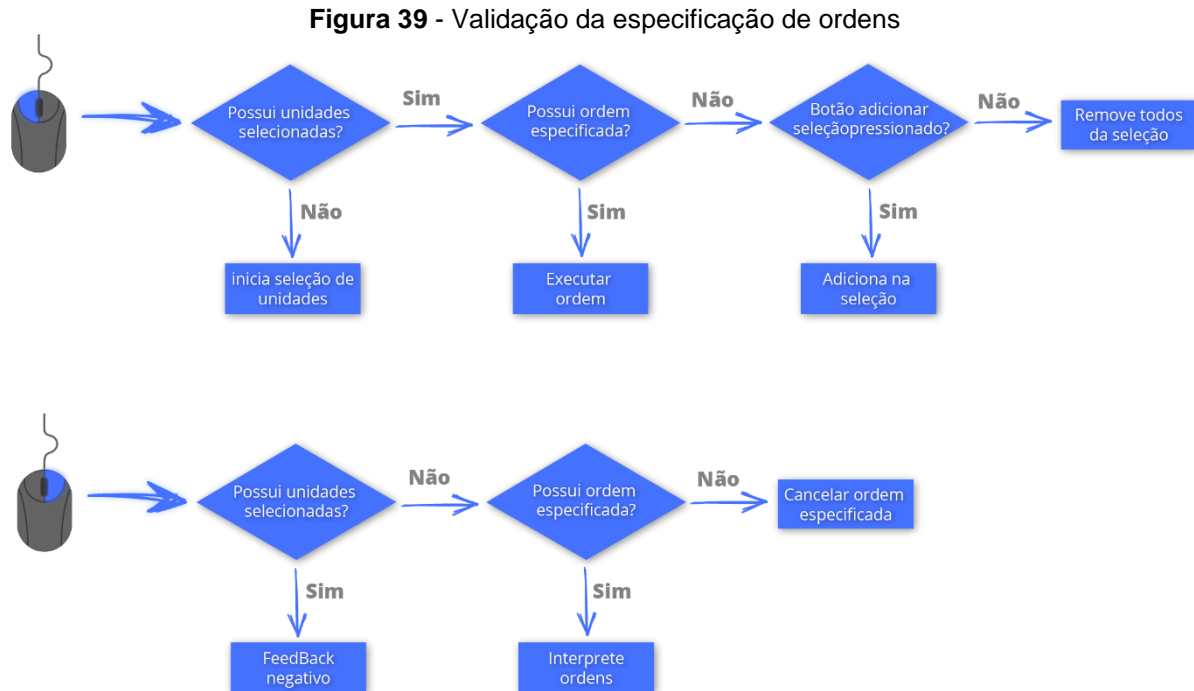
²⁶ Disponível em:

<https://api.unrealengine.com/INT/API/Runtime/Engine/GameFramework/AActor/GetOverlappingActors/index.html> (acessado em 09/09/2018).

Dessa forma, as entidades do jogo capturadas pela caixa de colisão, são submetidas a testes para comparar as facções, e tipos de entidades, de forma a garantir que o jogador pudesse selecionar apenas as unidades pertencentes a sua própria facção no jogo, além de aplicar das regras de seleção múltipla. As entidades selecionadas no teste, são armazenadas em uma lista, membro da classe **AGPuc_PlayerController**, e transmitidas para a classe **AGPuc_HUD**, para que exiba os menus apropriados de acordo com as entidades selecionadas.

5.2.3.2 Especificando ordens para unidades

A segunda etapa do controle das entidades do jogo, consiste em especificar as ordens ou funções que serão executadas pelas entidades selecionadas. Entretanto, o comando para especificação de ordens, só é válido quando existem entidades selecionadas. Também é necessário a verificação de outras condições, definidas no game design, conforme ilustrado na Figura 39.



Fonte: Produzido pelo autor

Essas condições de validação, foram implementadas utilizando-se a técnica de máquina de estados finitos.

A especificação de uma ordem, conforme apresentado na seção 5.2.3 (Controle de entidades do jogo), pode ocorrer através de atalhos no teclado, botões na interface do usuário, ou por interpretação, utilizando o botão direito do mouse. Todavia, a execução das ordens, estará condicionada a uma validação.

A tanto a validação quando a interpretação de ordens, foi implementada para realizar uma análise do objeto sob a posição do cursor do mouse após o clique, e para tanto, podem ser executados até dois *traces*, fazendo uso, novamente, do método *GetHitResultUnderCursorByChannel*.

O primeiro teste, utiliza o canal de objetos *GameEntity*, para verificar se a ordem está relacionada à alguma entidade do jogo. Caso falhe, presume-se que a ordem está relacionada ao deslocamento da unidade, e o segundo trace é disparado, utilizando o canal de trace *ValidNavigation*, para apurar se a área é válida para navegação utilizando inteligência artificial.

A validação, é realizada comparando a adequação da ordem com as informações retornadas na função trace. A interpretação, por sua vez, é resultado das informações adquiridas com a função trace, confrontando-as com uma relação lógica de objetos e ordens, que pode ser observada no Quadro 29.

Quadro 29 - Relação de objetos e ordens

Objeto	Ordem
ValidNavigation	Mover para
Proxi de edificação aliada	Executar a construção
Unidade / Edificação / proxy inimiga	Atacar objeto
Unidade / Edificação aliada	Reparar objeto
Fonte de recursos	Construir edificação apropriada
Edificação de extração de recursos	Extrair recursos

Fonte: Produzido pelo autor

Outro fator ponderado, foi quanto aos diferentes tipos de ordens em razão do tipo de unidade selecionada, uma vez que apenas unidades de natureza civil, podem efetuar reparos, construção de edificações e extração de recursos.

Para resolver essa questão, o método responsável pela interpretação de ordens, realiza uma iteração em todas as unidades selecionadas, verificando a natureza através do componente ***UGPuc_IdentityComponent***, e, caso todas sejam de natureza civil, autoriza a execução dessas ordens especializadas, do contrário, autoriza apenas a execução de ordens de movimento e ataque.

Buscando uma forma de deixar esse mecanismo claro para o jogador, foi implementado um feedback de áudio e visual, que informa ao jogador, se a validação da ordem obteve um resultado positivo ou falso.

Entretanto, para que haja a execução das ordens, é necessário que isso seja realizado do lado do servidor. Para tanto, na classe ***AGPuc_PlayerController***, foi implementado o método *SetOrder* que recebe como parâmetro, o tipo de ordem, e o objeto da ordem, que pode ser uma entidade de jogo, ou um vetor de posição. Também foi implementado nessa classe, um *remote procedure call* específico para cada tipo de ordem.

Dessa maneira, o método *SetOrder* realiza a iteração de todas as unidades selecionadas, executando para cada uma, o *remote procedure call* específico daquele tipo de ordem.

No lado do servidor, a classe ***AGPuc_PlayerController***, garante que a ordem e seus parâmetros sejam devidamente despachados para o controlador de inteligência artificial daquela unidade, encarregado de realizar a execução da ordem, replicando o comportamento para todos os clientes conectados na partida.

A implementação do controle do jogador e câmera teve resultado dentro do esperado. O sistema propicia uma ampla visão do mapa, além de executar com precisão a seleção de unidades, com opção de ordens, ou interpretação de acordo com o clique do botão direito do mouse, permitindo ao jogador executar a microgestão e macrogestão, delineadas nas seções 4.1.6 (Subgênero estratégia em tempo real) e 4.3.2 (Modelo de interação e interface do usuário).

5.3 Unidades

Em jogos de estratégia em tempo real, as unidades concentram as principais ações do jogador, e o muito embora o principal axioma do design de implementação é o controle indireto (seção 4.3.1.3), existem outras questões fundamentais a serem consideradas, tendo em vista que por serem numerosas, podem afetar a performance do jogo, tanto quanto a renderização, quanto ao tráfego de rede.

Ao contrário do *Pawn* do jogador que não possui uma representação visual, sendo apenas uma interface entre visão e controles, os *Characters* das unidades representam as centenas de personagens que o jogador controla em uma partida, de tal sorte que seus estados e movimentos precisam ser replicados na rede para todos os jogadores que participam dessa partida.

5.3.1 Gameplay Ability System

Conforme analisado nas seções 4.3.1.3 e 4.3.3.1, as unidades possuem uma série de ações e atributos que são comuns à todas, motivo pelo qual foi criada a classe abstrata ***AGPuc_BaseUnitCharacter*** servindo como a classe ancestral para todas as unidades implementadas no jogo.

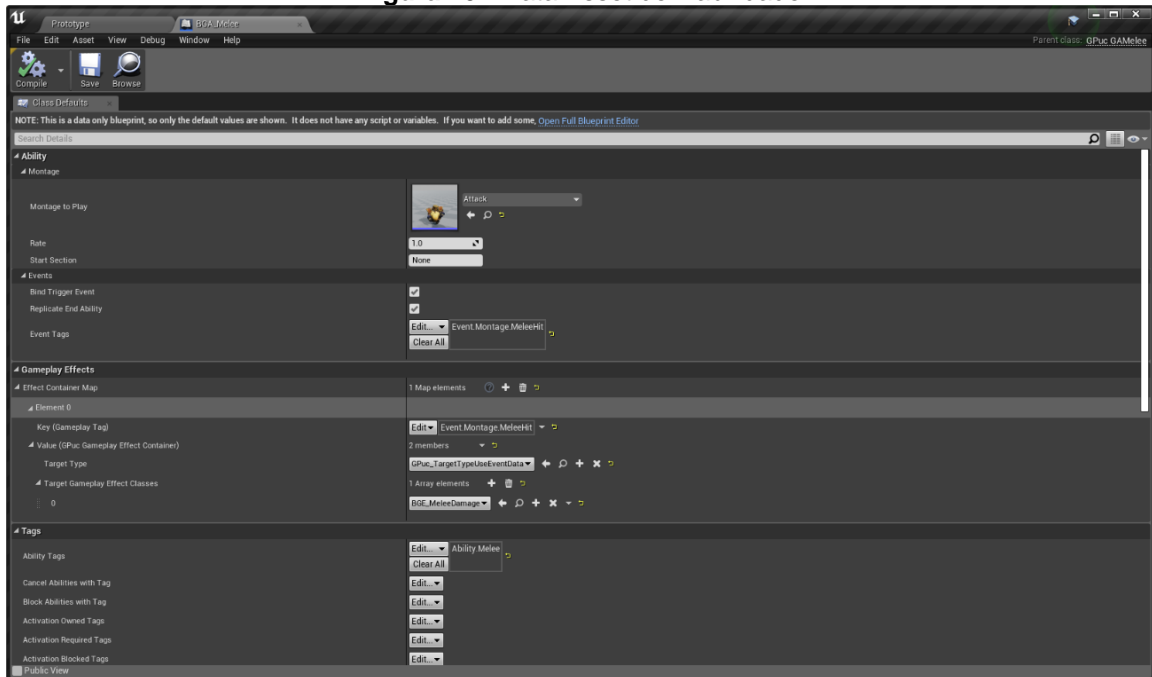
Essa classe faz uso do *Gameplay Ability System*, um *plugin* nativo do motor, que habilita um componente altamente flexível, projetado para implementar de forma eficiente, habilidades e atributos que precisam ser replicadas em rede (EPIC GAMES, 2015).

Pelo fato de habilidades e atributos serem comuns em muitas unidades, optou-se pela implementação do padrão de projeto *Flyweight*, que segundo NYSTROM (2014, p. 33-37), permite o compartilhamento de dados para oferecer suporte a um grande número de objetos de maneira eficiente.

Desta feita, através do recurso *Data Assets* do *Unreal Engine*, foram implementadas instâncias únicas para armazenar dados exibidos na interface gráfica

do Usuário, além de habilidades e atributos, customizadas visualmente através do editor, para serem compartilhadas entre as diversas unidades do jogo, conforme observa-se figura 40, a seguir:

Figura 40 - Data Asset de Habilidade



Fonte: Produzido pelo autor

Os atributos e habilidades, seguiram o padrão definido no *Game Design Document*, e apresentaram o comportamento esperado durante a implementação.

5.3.2 Padrão de projeto Object Pool

Em um jogo de estratégia em tempo real, o jogador deverá produzir uma série de unidades, para exercer funções estratégicas nas partidas. A criação de novas instâncias de objetos, especialmente em um jogo multijogador em rede, é uma operação custosa e lenta do ponto de vista computacional.

Ademais, a frequência de criação e destruição de unidades, pode causar um efeito de fragmentação na memória, gerando um problema de performance, uma vez que constantemente o jogador seleciona essas unidades.

Para solucionar esta questão, foi implementado o padrão de projeto Object Pool. De acordo com NYSTROM (2014, p. 305-307), esse padrão mantém uma coleção de objetos reutilizáveis que suporta uma consulta para dizer se o estado do objeto está ativo ou inativo. Tal sorte que os objetos podem ser livremente criados e destruídos, pela simples alteração desses estados, sem a necessidade de alocar memória ou outros recursos.

O padrão foi definido na classe ***GPuc_UnitPool***, responsável por fazer o controle de estados das unidades reutilizáveis. Logo no início da partida, esse sistema cria a instância de um determinado número de unidades de cada classe, mantendo o estado inicial como inativo. A mudança de estado, executa funções para habilitar ou desabilitar a renderização da unidade, bem como sua atualização a cada frame do jogo.

Não obstante tratar-se de uma implementação rotineira no cotidiano de um desenvolvedor de jogos digitais, adaptar esse padrão para seu funcionamento em rede, revelou-se um grande desafio. O Unreal Engine 4, para otimizar o volume de dados replicados, utiliza uma técnica de corte em razão da distância. Significa dizer que apenas os objetos que estão em um determinado raio de distância do controle do cliente serão replicados.

Como consequência, se uma unidade do oponente de um cliente é destruída em uma distância fora do raio de corte, o estado inativo não será replicado e atualizado nessa unidade, o que gera diversos problemas e comportamentos inadequados em uma partida. Por outro lado, o aumento do raio para compreender todo o mapa do jogo, gera problemas de performance.

A solução, foi um design de implementação onde a classe ***GPuc_UnitPool*** deriva de ***AActor*** sem qualquer representação visual, mantendo um estado de sempre relevante para a rede. Dessa forma, a mudança de estado é executada através de *Remote Procedure Calls*, utilizando a função *multicast*. Esse design de implementação, permitiu, sem prejuízo de performance, que o estado do padrão *Object Pool* das unidades, fossem alterados, independentemente de sua distância em relação ao controle do cliente.

5.3.3 Animações

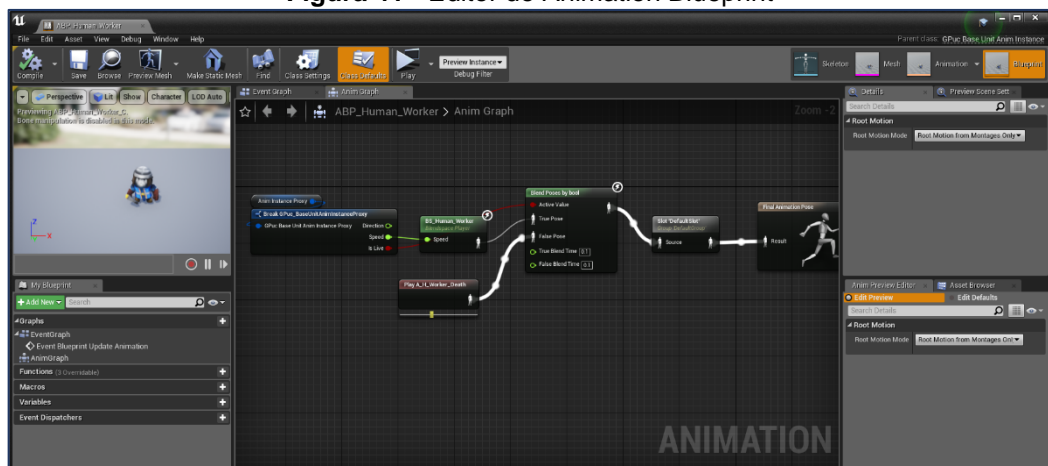
O Unreal Engine 4 possui um conjunto de ferramentas de edição de animações que permite uma grande variedade de customizações, oferecendo recursos avançados.

Essas ferramentas foram de grande utilidade para trabalhar com as animações de forma eficiente, uma vez que era possível visualizar o estado da animação durante a edição, o que facilitou a implementação de comportamentos dinâmicos com movimentos verossímeis. Durante a produção das unidades, foram utilizados dois recursos de *Blueprints* na implementação: *Animation Blueprint* e *Blend Space*.

5.3.3.1 Animation Blueprint

Animation Blueprint é um *Blueprint* especializado em controlar a animação de uma malha esquelética (*Skeletal Mesh*), fornecendo um editor gráfico para configurar uma máquina de estados responsável por administrar a lógica de transição e interpolação entre as animações, utilizando a linguagem de script visual *Blueprint* (EPIC GAMES, 2015), conforme demonstra a imagem 41.

Figura 41 - Editor de Animation Blueprint



Fonte: Produzido pelo autor

Embora esse recurso pareça ser bastante efetivo para o design de animação em personagens em jogos digitais, o gênero de estratégia em tempo real possui vários

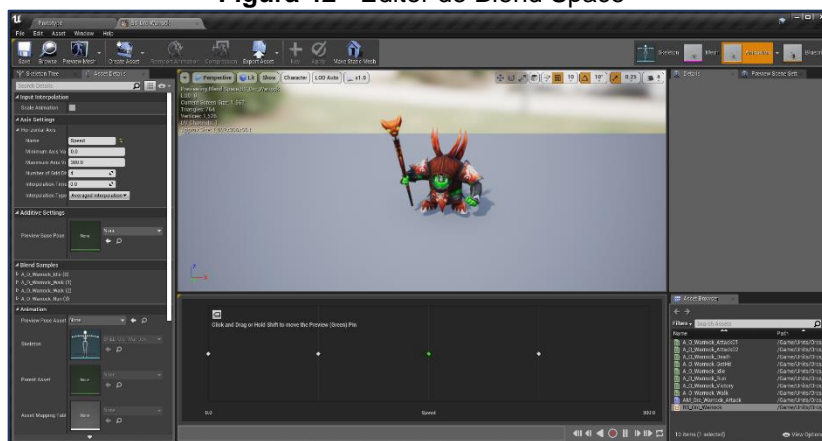
tipos de unidades, que são massivamente produzidas formando exércitos com centenas de unidades animadas, de forma que o *overhead* da máquina virtual de scripts pode vir a representar um problema de performance. Entretanto, a seção otimização de animações²⁷ da documentação oficial (EPIC GAMES, 2015), descreve algumas técnicas para enfrentar essa questão.

Seguindo a orientação, foram criadas classes derivadas de *UAnimInstance* e *FAnimInstanceProxy* permitindo que a lógica da máquina de estados de animação fosse implementada em C++, além de executar o processamento dessas animações em múltiplos threads, o que propiciou uma significativa melhora na performance do jogo.

5.3.3.2 Blend Space

A utilização desse recurso permitiu uma implementação que realizasse suaves interpolações entre as diferentes animações de movimento das unidades, com base em dois parâmetros: direção e velocidade. A lógica de interpolação das animações, foi configurada no editor de *Blend Space*, demonstrado na figura 42 a seguir.

Figura 42 - Editor de Blend Space



Fonte: Produzido pelo autor

É cediço que cálculos de direção e velocidade para tantas unidades podem representar um problema de performance, uma vez que são necessários cálculos de

²⁷ Disponível em <https://docs.unrealengine.com/en-us/Engine/Animation/Optimization> (acessado em 10/09/2018).

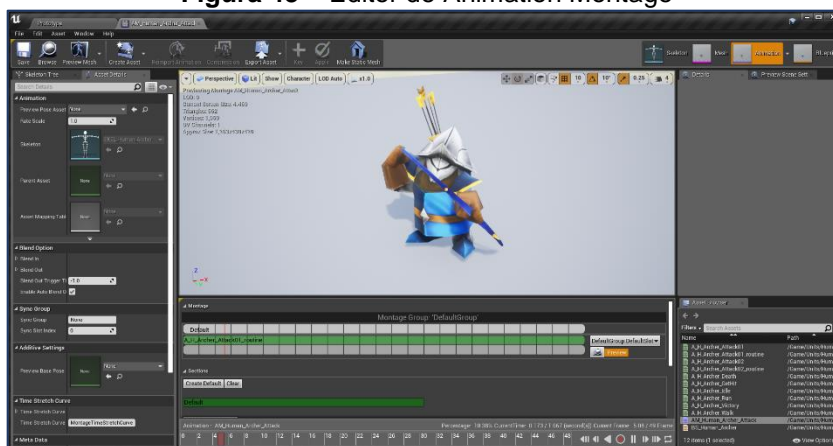
módulo e normalização de vetores. Todavia, a lógica para calcular os parâmetros dos *blend spaces*, são realizados em *worker threads* dos *Animations Blueprints*, de tal sorte que essa complexidade computacional não ofereceu riscos à performance do jogo.

5.3.3.3 Animation Montage

Para que o sistema de habilidades pudesse acionar as animações correspondentes, foi implementado um serie de *Animations Montages*. Segundo a Epic Games (2015), *Animation Montage* é um recurso que permite uma ampla variedade de feitos de animação, incluindo loops inteligentes, alternância de animação baseada em lógica, eventos, dentre outros.

A utilização desse recurso, permitiu a implementação das animações referentes às habilidades das unidades, contendo eventos que são invocados em posições estratégicas na linha de tempo do clipe de animação, para executar clipes de audio, emissão partículas além de código para criar instancias de projéteis.

Figura 43 – Editor de Animation Montage



Fonte: Produzido pelo autor

Essas animações são acionadas através de sistema de habilidades, que tira proveito da arquitetura do recurso *Gameplay Ability System*, para que sejam replicadas para todos os clientes de forma eficiente. Com a implementação das animações concluída, a etapa seguinte na implementação das unidades contemplou o comportamento das unidades, enquanto agentes inteligentes.

5.3.4 Inteligência Artificial

Conforme analisado na seção 4.3.1.3 (Ações), o controle indireto é um núcleo de fundamental importância em jogos de estratégia em tempo real. Essa mecânica permite que jogador selecione unidades, e determine ordens a serem cumpridas rapidamente, para que ele possa manter-se concentrado nas funções de microgestão e macrogestão.

Esse conceito define a unidade como um agente inteligente, e dessa forma, a inteligência artificial é o grande alicerce de um jogo de estratégia em tempo real. O Unreal Engine 4, possui na arquitetura de seu *gameplay framework*, suporte para inteligência artificial, além de fornecer algumas ferramentas que facilitam essa implementação.

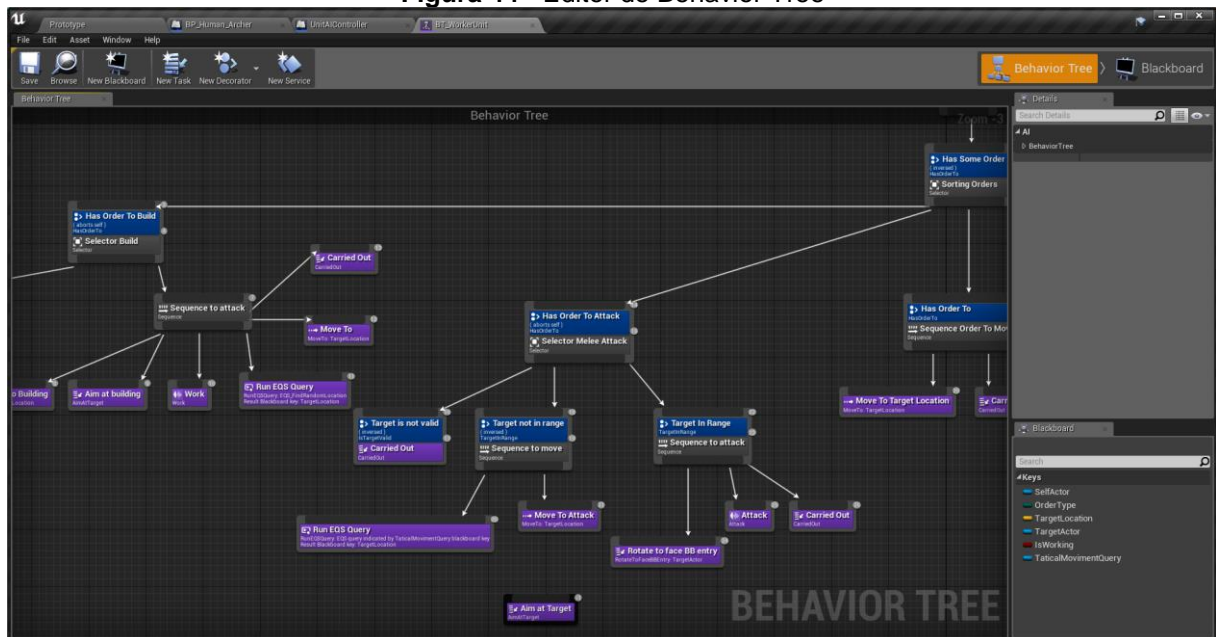
5.3.4.1 Behavior Trees

Segundo a documentação da Epic Games (2015), as árvores de comportamento são o processador da inteligência artificial, encarregada pela tomada de decisões, e da execução dessas decisões. Trata-se de uma estrutura de dados do tipo árvore, que separa o comportamento dos agentes em nós de comportamento, tornando a estrutura mais organizada, de simples customização e fácil depuração.

A implementação do sistema é orientada à eventos, de tal sorte que não há necessidade de checar, a cada frame, uma alteração no estado dos agentes, pois incumbe aos eventos noticiar tais alterações. Ademais, o motor fornece uma ferramenta que permite a interpretação visual da árvore e sua depuração (EPIC GAMES, 2015).

No protótipo de jogo desenvolvido, as árvores de comportamento foram modeladas considerando dois estados das unidades inteligentes: “possui ordens”, e “não possui ordens”. Cada estado contém uma série de nós de comportamentos, e ações definidas, conforme pode ser observado na Figura 44.

Figura 44 - Editor de Behavior Tree



Fonte: Produzido pelo autor

Quando uma unidade possui ordens, a ação é direcionada para nó de comportamento da respectiva ordem, e executada até que a ordem seja cumprida ou cancelada pelo jogador. Quando a unidade não possui ordens, ela fica em um estado de “sentinela”, reagindo caso alguma unidade adversária entre em seu campo de percepção. Essa reação pode ser hostil, ou defensiva, variando de acordo com o tipo de unidade.

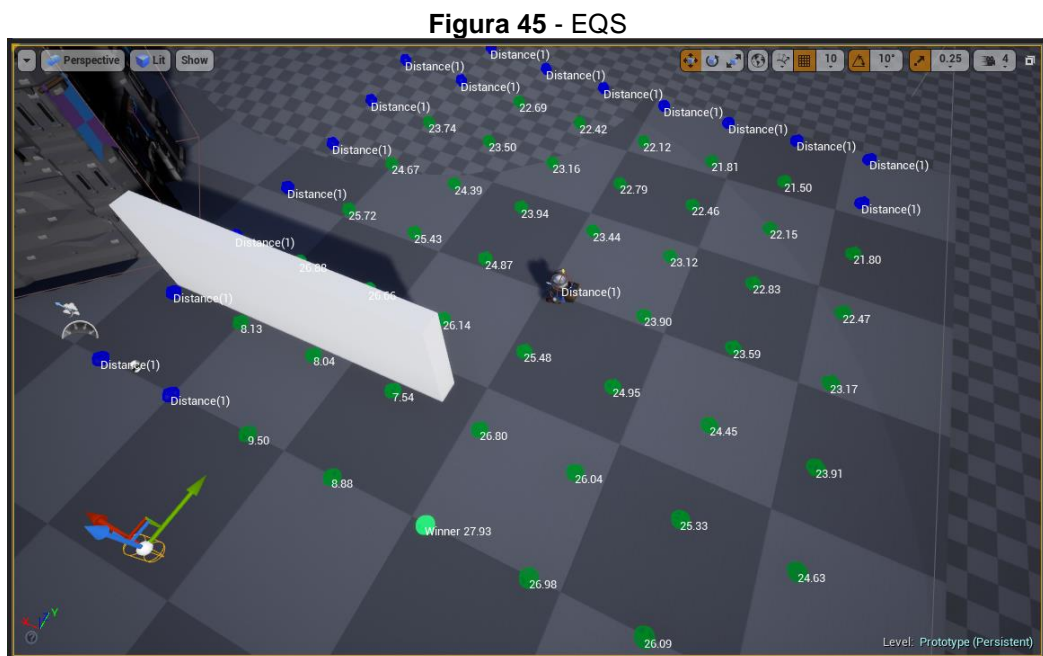
5.3.4.2 EQS

O *Environment Query System* (EQS) é um recurso do sistema de inteligência artificial, específico para coleta de dados do ambiente, executando testes através de questionamentos, e retornando um item que melhor se adapte aos questionamentos. Pode ser utilizado para encontrar um objeto mais próximo, apontar o inimigo mais poderoso, ou encontrar uma zona de cobertura (EPIC GAMES, 2015).

O recurso foi utilizado para gerar posições táticas para que as unidades efetuem seus ataques, uma vez que, nem sempre o menor caminho, pode significar a melhor posição para abordar o alvo.

Ao indicar uma unidade a ser hostilizada, o sistema toma essa unidade como referência no ambiente, e executa uma série de testes, de acordo com os questionamentos configurados, para encontrar a melhor posição para efetuar um ataque.

A título de exemplo, para uma unidade de ataque a distância, foram utilizados os seguintes questionamentos: Qual posição a partir da unidade do jogador, possui a menor distância para o alvo, dentro do raio de ataque, mantendo visibilidade para efetuar o ataque, e que possua um caminho válido para ser ocupado. O resultado destes questionamentos, podem ser visualizados na Figura 45.

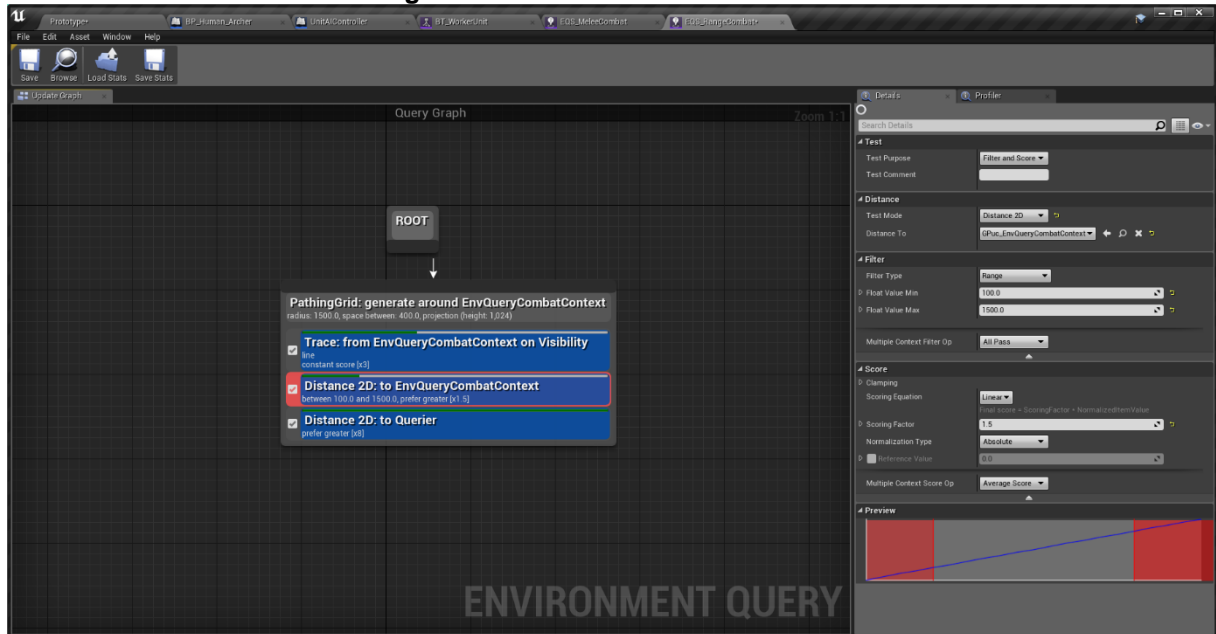


Fonte: Produzido pelo autor

A figura 45 é interpretada da seguinte forma: A posição da unidade, é representada pelo eixe de três setas coloridas, no canto inferior esquerdo da imagem. O alvo é o modelo de unidade centralizado na imagem. As posições azuis foram descartadas por não atenderem os requisitos de distância. As posições indicadas em verde, são posições consideradas validadas. A posição indicada em verde mais forte, é considerada a melhor posição para os questionamentos feitos.

Tais questionamentos que serve de parâmetros para os testes, são definidos através de um editor visual, que pode ser observado na Figura 46.

Figura 46 - Editor de Questionamentos



Fonte: Produzido pelo autor

5.3.4.3 Sistema de navegação

O sistema de navegação que é nativamente oferecido pelo Unreal, faz uso do mapeamento por navmesh. Essa técnica, a área navegável pelos agentes inteligentes é coberta com uma malha de polígonos. Dessa forma, é traçado um grafo de conexão unindo os vértices desses polígonos, para que o algoritmo de busca de caminhos possa calcular uma rota baseada nas arestas do grafo, permitindo a navegação dos agentes (EPIC GAMES, 2015).

O sistema de navegação, ainda possui suporte para RVO (Reciprocal Velocity Obstacle), uma técnica que utiliza a velocidade de todos os agentes em movimento, para prever algum colisão em um determinado espaço do tempo, de forma que os agentes possam usar esses dados para ajustar seu movimento evitando a colisão prevista (EPIC GAMES, 2015). O sistema de navegação foi devidamente implementado no projeto conforme exibido na figura 47.

Figura 47 - Navmesh



Fonte: Produzido pelo autor

Entretanto, o sistema de navegação nativo do Unreal Engine 4, mostrou-se inadequado na implementação de jogos de estratégia em tempo real, em razão de não prever, de maneira eficiente, uma forma de evitar colisões entre agentes que não estão em movimento.

Para que o sistema seja capaz de identificar uma unidade que não esteja em movimento, e prevenir colisões, é necessário executar atualizações dinâmicas da malha de navegação em tempo real, uma operação extremamente custosa em matéria de performance.

Em um jogo de estratégia em tempo real, as unidades frequentemente alternam entre os estados de mover e aguardar. Esse fato, cumulado com o grande número de unidades em uma partida, tornam a técnica de atualizações dinâmicas da malha de navegação em tempo real, em um problema crítico de performance no jogo.

Uma alternativa, seria utilizar controladores que fazem uso da técnica *Detour Crowd*, ao invés do RVO. Entretanto, estes controladores também geram problemas de performance, tanto que o motor, por padrão, limita o número de instâncias desses

controladores. O valor padrão dessa limitação são 50 controladores, um número insuficiente para demanda de um jogo desse gênero. É certo que se pode alterar os valores dessa limitação, todavia, incorreria no mesmo problema crítico de performance.

Desta feita, a única alternativa viável ponderada nessa pesquisa, seria a implementação de um novo sistema de navegação, que utilize uma técnica de mapeamento mais adequada para jogos do gênero de estratégia em tempo real, todavia, tal solução ultrapassa o escopo delineado para a presente investigação.

Essa questão gera um efeito negativo na mecânica do jogo, prejudicando o controle indireto das unidades, uma vez que, não raras as vezes, as unidades ficam presas em função do seu caminho estar obstruído por outras unidades que não estão em movimento.

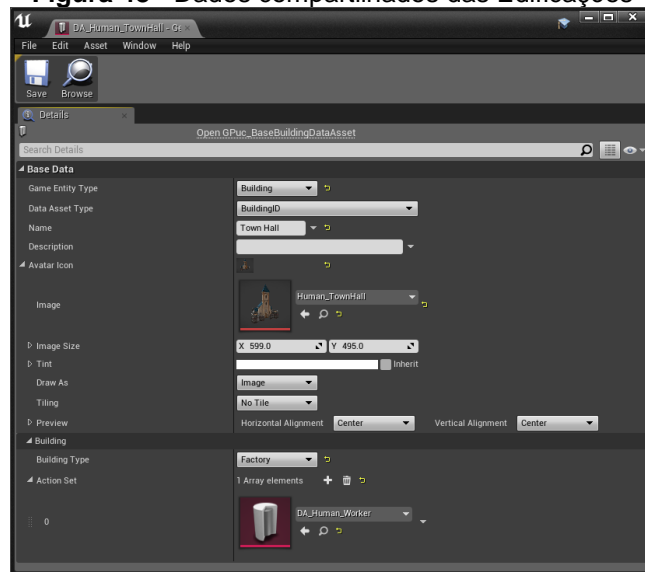
5.4 Edificações

Conforme os fundamentos introduzidos na seção 4.3.4 (design de edificações), a principal função das edificações é a produção, podendo acumular outras funções, como armazenamento e extração de recursos, ou pesquisas tecnológicas. Ao contrário das unidades, as edificações não numerosas em uma partida, a ponto de pôr em risco a performance do jogo.

Posto isso, foi criada uma classe abstrata ***AGPuc_BaseBuildingActor***, como classe ancestral de todas as edificações implementadas no jogo, contendo os atributos apresentados na seção 4.3.4.1 (atributos).

Seguindo as técnicas de otimização utilizadas nas unidades, foi implementado o padrão de projeto *Flyweight*, para armazenar em instância única, dados de interface gráfica do usuário, e propriedades específicas ao tipo de edificação, que através do recurso *Data Assets* do *Unreal Engine*, permitiram sua customização através de editor, conforme pode ser visualizado na figura 48 a seguir.

Figura 48 - Dados compartilhados das Edificações



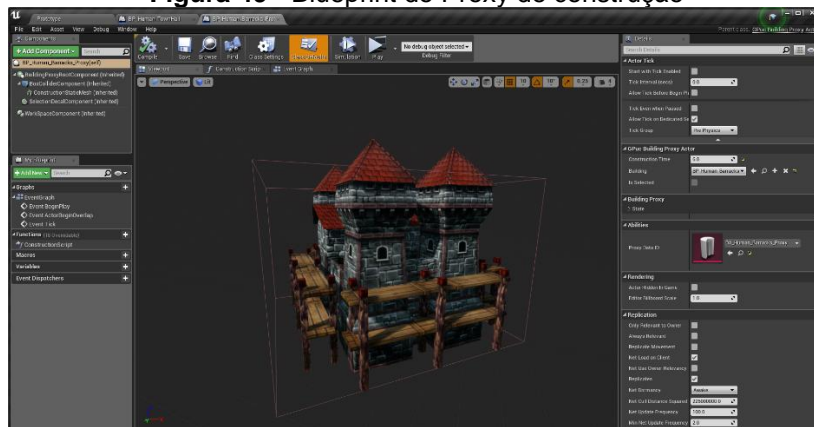
Fonte: Produzido pelo autor

5.4.1 Proxy de construção

Antes que uma edificação possa exercer todas as suas funções em uma partida, durante um determinado período ela permanece em um estado de dormência, que representa a etapa de construção dessa edificação.

A técnica implementada foi a utilização de um proxy com representação visual, responsável principalmente pelo controle do lapso temporal necessário para a etapa de construção, sendo a classe **AGPuc_BuildingProxyActor** responsável pela função, conforme observa-se na figura 49.

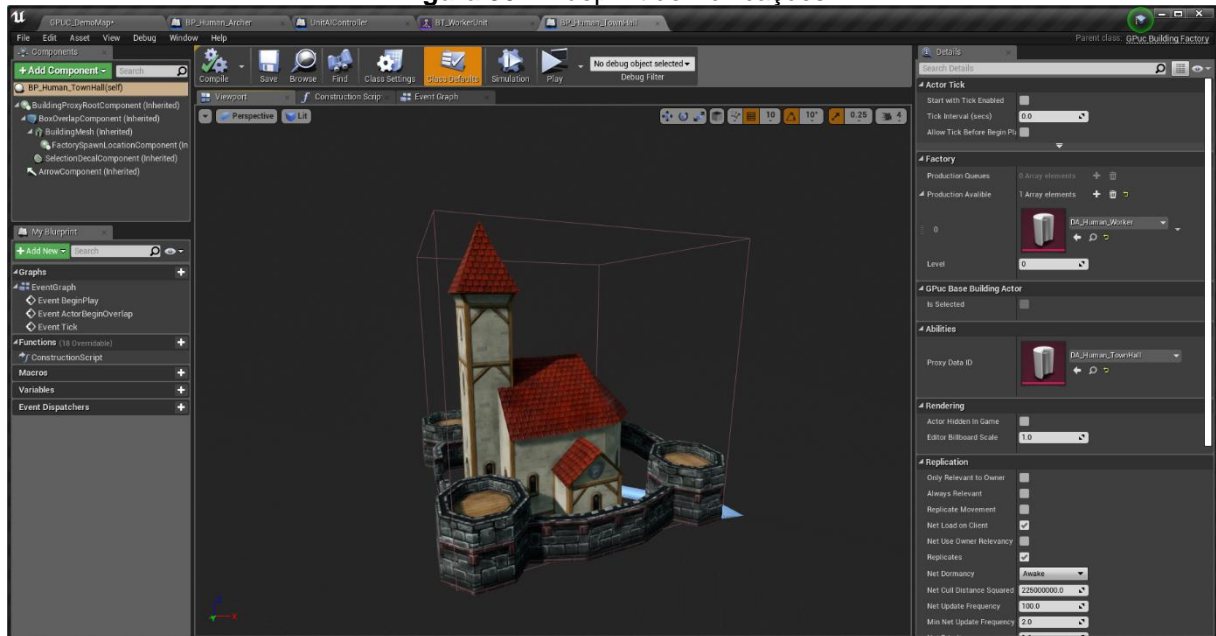
Figura 49 - Blueprint do Proxy de construção



Fonte: Produzido pelo autor

Finalizada a etapa de construção, a classe de proxy é destruída, e instanciada em sua posição a classe da edificação correspondente, customizada por *Blueprint*, conforme demonstra a figura 50.

Figura 50 - Blueprint de Edificações



Fonte: Produzido pelo autor

A implementação das edificações e suas funcionalidades obteve o resultado desejado, cumprindo todas as funções estabelecidas na fase de design do desenvolvimento.

5.5 Fonte de recursos

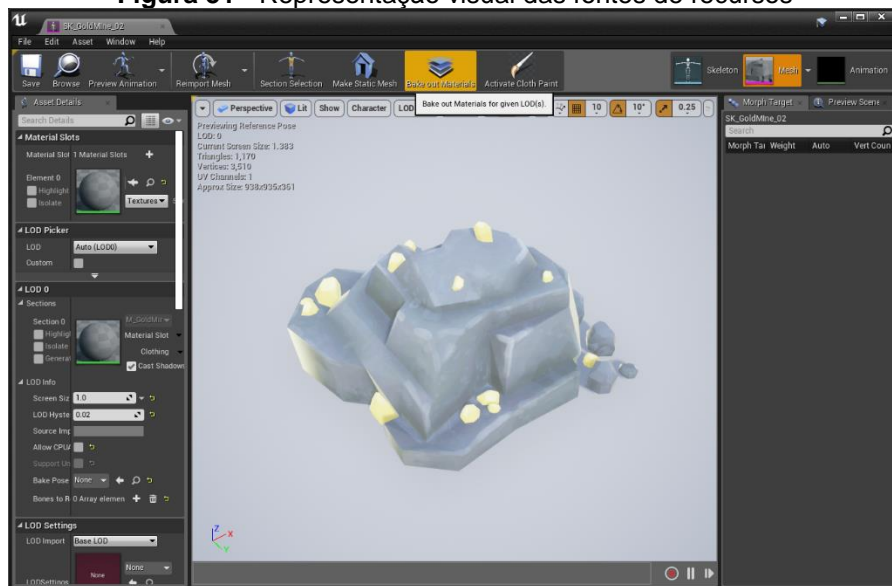
Os fundamentos teóricos dos recursos foram apresentados na seção 4.3.5 (design de recursos), que contempla sua principal função como sendo a base econômica dos jogos de estratégia em tempo real. Portanto, para que o jogador tenha riquezas necessárias para expandir seu território, desenvolver tecnologias e construir seus exércitos, é necessário a extração de recursos de suas fontes naturais.

Ao contrário de unidades e edificações que são construídas pelo jogador, ao longo de uma partida, as fontes de recursos naturais são finitas, e suas posições são pré-estabelecidas no mapa antes da partida ter início.

A classe **AGPuc_BaseResourceActor** é responsável pela representação gráfica das fontes de recursos no jogo, bem como pelo controle dos recursos ainda disponíveis naquela fonte.

Para a representação gráfica de uma fonte de recursos naturais, foram utilizados modelos com um certo grau de abstração, pois não é possível perceber, apenas pela observação da representação, o quanto de recursos ainda restam disponíveis na fonte, conforme observa-se na figura 51.

Figura 51 - Representação visual das fontes de recursos



Fonte: Produzido pelo autor

Para que o jogador tenha acesso a esse tipo de informação, é necessário que ele clique na fonte de recursos, e observe os dados exibidos na interface gráfica do usuário.

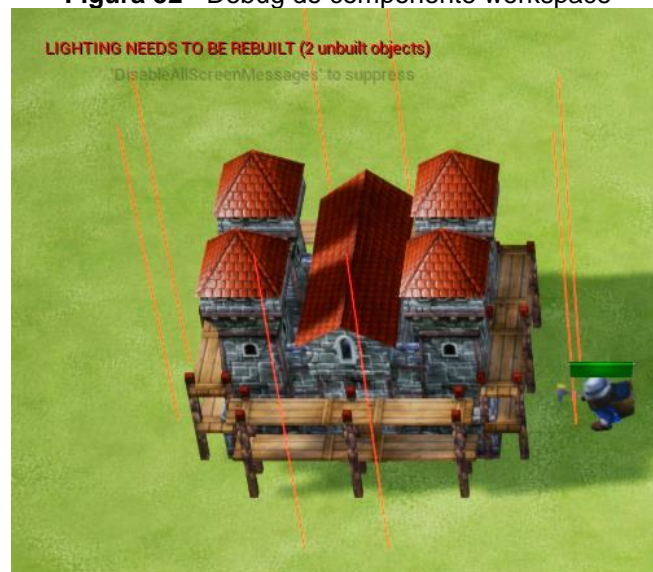
5.6 Componente Workspace

Tanto para extração de recursos, como para construção das edificações, é necessário a utilização das unidades de suporte, para que utilizem suas habilidades e cumpram com essas funções. Entretanto, o espaço físico limita a quantidade de unidades de suporte que podem executar tais tarefas.

Para fazer um controle preciso do número de unidades de suporte que podem executar funções, e o posicionamento adequado de cada uma delas na representação física dos objetos, foi implementado o componente ***UWorkspaceComponent***.

Esse componente, calcula automaticamente, a quantidade de unidades que podem ser acumuladas no entorno da representação visual, criando áreas denominadas *slots*, para serem ocupadas pelas unidades de suporte. A figura 52, demonstra visualmente as posições disponíveis para serem ocupadas pelas unidades.

Figura 52 - Debug do componente workspace



Fonte: Produzido pelo autor

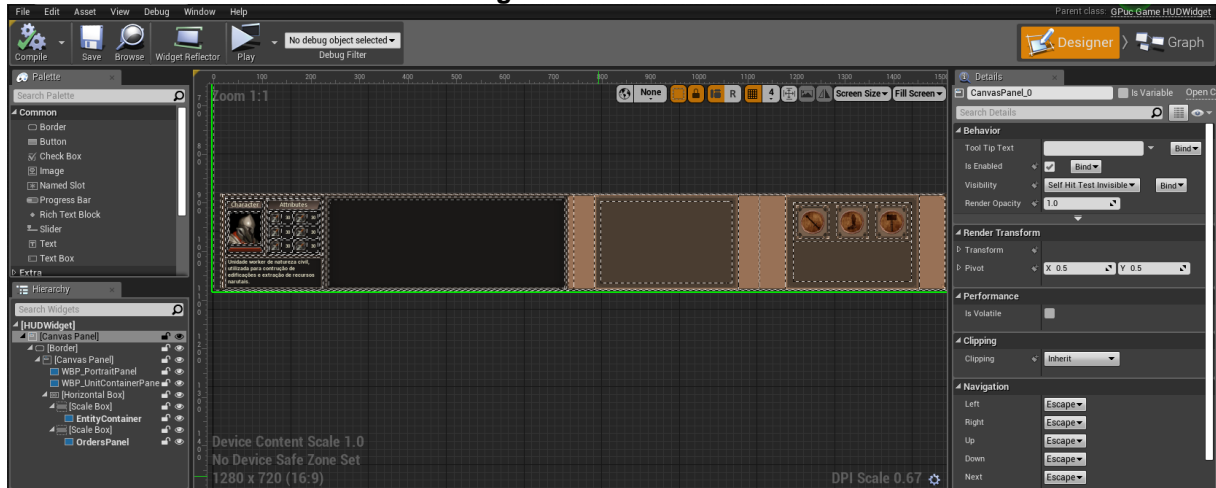
5.7 Interface gráfica do usuário

Para a implementação da interface gráfica do usuário, foi utilizado o *Unreal Motion Graphics UI Designer*, uma ferramenta específica para criação de elementos de interface do usuário, como HUDs e menus. A ferramenta conta com *Widgets* que possuem uma série de funções pré-definidas, e podem ser customizados utilizando *scripts blueprint* ou código C++ (EPIC GAMES, 2015).

A interface procurou organizar todas as informações que um jogador precisa durante uma partida, apresentado variações de acordo com os objetos de jogo selecionados. A utilização do editor, permitiu a criação do design, de forma visual,

garantindo produtividade durante o desenvolvimento, conforme observa-se na figura 53 a seguir.

Figura 53 - Editor UMG



Fonte: Produzido pelo autor

Através de código C++, foi possível acessar e vincular todas as implementações dos principais objetos do jogo, como unidades, edificações e recursos. Dessa forma, foi possível criar widgets de botões em tempo de execução, para associar ao sistema de habilidades. As informações da própria interface bem como os dados referentes aos atributos, eram facilmente acessadas em instância única, em razão do padrão de projeto *Flyweight* outrora implementado.

Consequentemente, a implementação da interface gráfica do usuário teve resultado dentro do esperado, sendo capaz de exibir e executar as funções necessárias de acordo com o objeto de jogo selecionado pelo jogador.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

A presente investigação buscou “desenvolver um estudo sobre jogos de estratégia em tempo real, contemplando seus principais fundamentos, elementos de *game design* e o seu processo de desenvolvimento, tendo como base os recursos padrões do motor Unreal Engine 4”.

A problemática deste trabalho foi centrada na carência de produções científicas que tem por objeto o estudo sobre jogos digitais, sob a égide da disciplina do desenvolvimento de jogos digitais, quando comparadas às outras disciplinas acadêmicas, especialmente no Brasil.

Para tanto, foram compilados os conceitos provenientes de teses, artigos e dissertações elencadas na revisão de estudos anteriores, bem como livros e artigos em sites especializados, provenientes de diversos autores que interpelam o tema da presente pesquisa, no intuito de fornecer uma elucidação abrangente dos fundamentos necessários para ao processo de desenvolvimento de jogos de estratégia em tempo real, multijogador em rede, utilizando o Unreal Engine 4.

Foram enfrentados desde os mais basilares conceitos, como a definição de jogo, a definição do termo estratégia no contexto de jogos, o gênero de jogos estratégia analógicos e digitais, e os dois principais subgêneros dos jogos de estratégias digitais, até os mais específicos ao gênero de estratégia em tempo real, contemplando a definição de 16 diferentes autores, além de introduzir os conceitos fundamentais do gênero, tais como dinâmicas, perspectiva de câmera e entidades do jogo, unidades, edificações e recursos. Também introduziu outros conceitos fundamentais da mecânica, como cadeias de produção, microgestão e macrogestão.

O objetivo geral dessa investigação foi atingido com a pesquisa e o desenvolvimento do protótipo de jogo de estratégia em tempo real, entretanto, não obstante uma série de relevantes contribuições de fundamentação teórica sobre jogos de estratégia em tempo real e seu processo de desenvolvimento, mister se faz refutar a hipótese levantada nesta investigação. Os resultados discutidos no capítulo 5, demonstraram que apenas a tecnologia nativa do Unreal Engine 4 não é suficiente

para viabiliza o desenvolvimento de jogos de estratégia em tempo real multijogador em rede no cenário da indústria independente de jogos digitais. O estudo demonstrou que o sistema de navegação padrão não é adequado para jogos desse gênero, o que afeta diretamente a capacidade do controle indireto das unidades, que é o principal alicerce da mecânica desse gênero de jogo.

Cumprir ainda esclarecer que o sistema de navegação adequado para jogos do gênero de estratégia em tempo real é um componente extremamente especializado, uma vez que integra o principal núcleo da mecânica do jogo, desta feita, vale salientar que o presente estudo não afirma que o Unreal Engine 4 é inadequado para o desenvolvimento do gênero, entretanto, é necessário a implementação de sistemas que ultrapassem as raias dos recursos padrões, necessidade esta, presente em qualquer outro motor que utilize a técnica de navmesh para o mapeamento em seus sistemas de navegação.

Os objetivos específicos delineados para o presente estudo foram alcançados. O primeiro objetivo específico, “mapear os estudos acadêmicos relacionados aos jogos de estratégia em tempo real, tendo por referência o *período de 2008 a 2018*” foi atingido conforme apresenta o capítulo 3 (revisão de estudos anteriores), que resultou no mapeamento de 17 trabalhos, sendo 6 nacionais e 11 internacionais.

O segundo objetivo específico, “contextualizar historicamente e compreender os fundamentos do gênero de jogos de estratégia em tempo real” foi alcançado com as descrições inseridas na seção 4.2 (história dos jogos de estratégia em tempo real), onde foram apresentados os jogos que contribuíram para formação do paradigma dos jogos de estratégia em tempo real modernos, detalhando todos os aspectos dessas contribuições.

O terceiro objetivo específico, “explicitar os conceitos de *game design* aplicados aos jogos de estratégia em tempo real” foi alcançado com o desenvolvimento da seção 4.3 (aspectos de *game design*), onde foram introduzidos os fundamentos da mecânica central e, explorado em detalhes, a sua aplicação em jogos de estratégia em tempo real. Também foram detalhadas outros aspectos, como por exemplo, o design da

interface gráfica do usuário, o modelo de interação, e o design detalhado e específico de cada elemento que compõe a mecânica central desse gênero de jogo.

O quarto objetivo específico “desenvolver artefatos relacionados a jogos de estratégias” foi concluído com a elaboração do Game Design Document, presente no Apêndice 01, documento este que descreve os diversos elementos do protótipo do jogo, como mecânica, interface, controles, jogabilidade dentre outros.

O quinto objetivo específico, “desenvolver um protótipo de jogo de estratégia em tempo real, utilizando o Unreal Engine 4”, foi concluído com a implementação do protótipo do jogo, que foi objeto de discussão no capítulo 5 (desenvolvimento do jogo e discussão de resultados), que descreve as principais etapas da implementação desse protótipo, discutindo os resultados obtidos em cada etapa.

Com relação ao procedimento metodológico apresentado no capítulo 2 (metodologia de pesquisa) e adotado nesta pesquisa, demonstrou-se especialmente útil para o desenvolvimento do protótipo do jogo de estratégia em tempo real, pois possibilitou a organização do processo de desenvolvimento em etapas de conteúdo, propiciando a discussão dos resultados por tópicos relevantes.

6.1 Trabalhos futuros

A presente pesquisa oferece um vasto acervo de temas a serem aprofundados, bem como de continuidade deste trabalho, em especial, um projeto com objetivo de desenvolver um conjunto de sistemas e ferramentas de inteligência artificial, para suprir a deficiência do sistema de navegação padrão do Unreal Engine 4, e implementar um sistema de navegação específico para jogos de estratégia em tempo real, fazendo uso de outras técnicas de mapeamento, algoritmos de busca de caminhos, técnicas para evitar colisões, implementação de mapas de influência, dentre outros.

6.1.1 Monitoramento e Avaliação da pesquisa

Em trabalhos futuros, a etapa de monitoramento e avaliação envolverá dados quantitativos e qualitativos que serão comparados entre si, de tal modo que permitam compreender o panorama do desenvolvimento da pesquisa e seus resultados. Envolverá a aplicação de questionários de identificação do contexto inicial para todos os atores sociais envolvidos no projeto (pesquisadores, professores, alunos, gestores, líderes locais e até membros das comunidades envolvidas, quando for o caso).

A sistemática de monitoramento e avaliação da pesquisa, em trabalhos futuros, terá por finalidades:

- a) Disponibilizar informações objetivas para análise do contexto e para corrigir problemas e distorções no processo de desenvolvimento da pesquisa, de modo a assegurar melhores condições de êxito.
- b) Acompanhar as atividades, visando sua correta execução;
- c) Disponibilizar as informações necessárias para a tomada de decisões sobre as ações em nível estratégico e também operacional;
- d) Acompanhar o processo de implementação da pesquisa para averiguar o controle dos objetivos e metas estabelecidos;
- e) Identificar ajustes necessários para a melhoria dos resultados;
- f) Fortalecer o envolvimento dos atores responsáveis;
- g) Fornecer informações para a prestação de contas aos agentes financiadores, aos órgãos de controle interno e externo e à sociedade;

Para nortear a sistematização do monitoramento e avaliação da pesquisa em trabalhos futuros, os seguintes critérios serão levados em consideração:

- a) **Eficácia:** Capacidade de gerar os artefatos esperados. Esse critério se aplica ao monitoramento das atividades e resultados parciais e intermediários das ações com a pesquisa;
- b) **Eficiência:** Uso otimizado dos recursos, no sentido de não desperdiçar insumos e alcançar o máximo de resultados. Esse critério se aplica ao monitoramento das atividades e resultados;

- c) **Efetividade:** Capacidade dos resultados parciais e finais produzirem as consequências pretendidas em termos de efeitos. No plano de monitoramento e avaliação, esse critério é aplicado às metas aos resultados parciais e finais, contemplando;
- Produção dos indicadores;
 - Publicações dos relatórios da pesquisa;
 - Acesso e uso de dos indicadores;
- d) **Tempestividade:** Capacidade de executar as ações a tempo para que sejam desenvolvidas com eficiência outras atividades que delas dependem. Considera-se esse critério em praticamente todas as atividades desenvolvidas pelos usuários da pesquisa.

A necessidade de observar e medir o uso dos artefatos pelos usuários, na solução do problema identificado, faz-se necessário. É neste momento que os requisitos definidos na conscientização do problema precisarão ser revistos e comparados com os resultados apresentados. Nos trabalhos futuros, essa avaliação acontecerá em contextos reais e experimentais.

A validação se dará em diferentes aspectos:

a) Ganho de funcionalidade

Avalia o impacto dos artefatos tecnológicos e experiência do usuário, verificando se as melhorias esperadas foram obtidas. Na etapa de planejamento, os indicadores e funcionalidades do jogo desenvolvido com o Unreal Engine 4 serão estabelecidos por este pesquisador e o orientador deste trabalho. As variáveis relacionadas à saúde e à funcionalidade serão mensuradas antes e depois do uso dos artefatos a fim de avaliar sua efetividade e seus benefícios. O tempo, entre as medidas, será estabelecido pela metodologia de validação de cada artefato.

b) Adaptação e satisfação do usuário

Para cada artefato tecnológico será desenvolvido um instrumento de avaliação da adaptação do usuário. O formulário será composto de duas partes: opinião do usuário e avaliação do profissional habilitado.

c) Aspectos físicos e financeiros para implantação

Os custos e dificuldades de desenvolvimento e implantação de cada artefato tecnológico serão avaliados e comparados com as alternativas disponíveis, em especial a intervenção considerada “padrão-ouro” para o problema em estudo. Não havendo alternativas prontas, a relação custo-benefício será avaliada.

6.1.1.1. As entrevistas com os participantes da pesquisa

Durante o desenvolvimento e avaliação da pesquisa, em trabalhos futuros, faremos entrevistas e também observações como um dos métodos de coleta de dados da investigação qualitativa, o que permitirá a aproximação do fenômeno investigado e apreensão das “*perspectivas dos sujeitos*”, entendidas, segundo Lüdke e André (1986), enquanto possibilidades de captar concepções e significados que esses sujeitos atribuem às suas ações.

A observação permite que o observador chegue mais perto da ‘perspectiva dos sujeitos’, um importante alvo nas abordagens qualitativas. Na medida em que o observador acompanha *in loco* as experiências dos sujeitos, pode tentar apreender a sua visão de mundo, isto é, o significado que eles atribuem à realidade que os cerca e às suas próprias ações.

Os encontros com os participantes da pesquisa representarão momentos oportunos para que sejam aplicados os instrumentos elaborados para a coleta de dados. Serão registradas informações em formulários eletrônicos, fotos e comunicação digital desde os primeiros contatos com os sujeitos dessa investigação.

O objetivo dos encontros será qualificar a aplicabilidade dos instrumentos de coleta de dados, com o objetivo de compreender como os sujeitos lidam com iniciativas que envolvem o desenvolvimento de jogos com o Unreal Engine 4.

6.1.1.2. Os sujeitos da pesquisa

Em trabalhos futuros, a investigação estará compreendida como uma pesquisa exploratória e o contexto delimitado e aplicação dos instrumentos de coleta de dados acontecerá com o envolvimento dos pesquisadores, colaboradores, professores, alunos e convidados que participam dos projetos de ensino, pesquisa e extensão com o Unreal Engine 4.

Como critério para a seleção dos sujeitos da pesquisa, será utilizado um questionário diagnóstico para selecionar os participantes. Os critérios utilizados serão os seguintes:

- a) Responder o questionário diagnóstico para identificação do participante.
- b) Para participar da pesquisa, os pesquisadores, colaboradores, professores ou alunos precisam ter um conhecimento mínimo sobre desenvolvimento de jogos digitais.
- c) Utilizar algum motor de desenvolvimento de jogos digitais e, se possível, como o Unreal Engine 4.

Inicialmente serão selecionados entre 3 e 5 participantes. O anonimato dos sujeitos desta pesquisa irá ocorrer durante todas as fases da coleta de dados e posterior a sua análise.

Será criado e disponibilizado para os participantes da pesquisa o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” pois questões éticas estão em evidência diante das pesquisas qualitativas, principalmente as relacionadas à educação. Oliveira (2012, p. 36) enfatiza que “é importante que se deixe bem claro e acordado com [...] os atores sociais que serão contatados para responder questionários e serem entrevistados, que existirá o compromisso formal da garantia do sigilo quanto aos dados coletados”.

6.1.1.3. Características da população participante da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa nos trabalhos futuros, inicialmente, serão pesquisadores, colaboradores, professores, alunos e convidados que participem dos projetos de ensino, pesquisa e extensão, com interesse em desenvolvimento de jogos com Unreal Engine 4.

6.1.1.4. Planos de recrutamento

O recrutamento acontecerá nas respectivas instituições dos participantes da pesquisa, onde entregaremos os questionários e o termo de consentimento. Os participantes da pesquisa também poderão participar utilizando a internet, e-mail, vídeos e demais tecnologias que permitam estabelecer interação e comunicação.

6.1.1.5. Critérios de inclusão

Os participantes da pesquisa precisam responder a um questionário diagnóstico para participar; precisam ainda ter conhecimentos básico de desenvolvimento de jogos digitais; utilizar algum motor de desenvolvimento de jogo digital.

6.1.1.6. Critérios de exclusão

Os participantes da pesquisa que não atenderem aos itens 6.1.1.2; 6.1.1.3; 6.1.1.4.

6.1.1.7. As medidas de proteção ou minimização de qualquer risco eventual

O anonimato dos sujeitos desta pesquisa ocorrerá durante todas as fases da coleta de dados e posterior a sua análise. O “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” será disponibilizado para os participantes, os mesmos poderão acompanhar todas as fases da pesquisa. Terão a liberdade de realizar questionamentos sobre a investigação e sair da pesquisa a qualquer momento.

O questionário e a entrevista buscarão fornecer informações pertinentes em relação aos objetivos da pesquisa. Não haverá contribuição em dinheiro por participar da pesquisa. Sigilo, privacidade, confidencialidade e anonimato dos dados coletados serão mantidos durante todas as fases da pesquisa.

6.1.1.8. O tratamento dos dados coletados

O tratamento dos dados coletados será realizado por meio de análises e reflexões a partir dos registros e questionários respondidos pelos participantes da investigação.

Faremos a transcrição das informações para softwares de “Planilha de Cálculo”, “Banco de Dados”, “Processador de Textos” e “Programas de Apresentação”, procedendo ao tratamento por meio da consolidação dos dados, elaboração de gráficos e cruzamento de informações, permitindo, assim, o estudo minucioso de todo processo considerado nessa investigação.

Realizaremos a leitura dos dados registrados para identificar os perfis dos sujeitos participantes da investigação, buscando fazer as reflexões articuladas entre teoria e prática que envolveram o problema proposto, os objetivos da pesquisa e os resultados obtidos.

6.1.2 – Comunicação da pesquisa

A macrofase de comunicação abará os procedimentos necessários para tornar os artefatos desenvolvidos disponíveis/implementados em larga escala.

De acordo com o público participante desta pesquisa, diferentes estratégias de comunicação serão adotadas:

a) Reuniões presenciais e virtuais

Nas reuniões presenciais e/ou virtuais serão discutidos diversos temas relacionados ao projeto em desenvolvimento para executarmos planos de trabalho a ser seguido durante a realização desta pesquisa.

Nesses encontros, quando necessário, traçaremos novos rumos de pesquisa, bem como demarcaremos progressivamente os avanços conquistados, contribuindo para a consolidação dos resultados e, também, auxiliando em sua divulgação. O acesso a essas reuniões contará, sempre que possível, com a participação de pesquisadores de outras instituições que possam contribuir com os estudos em andamento.

b) Site/Blog

Esta pesquisa prevê, como uma de suas atividades, a disseminação dos artefatos e conhecimentos desenvolvidos em nível nacional e internacional, a partir de um site/blog, ampliando a população atendida pelos produtos da presente proposta. Em outras palavras, o compartilhamento dos produtos da pesquisa será realizado através de plataforma online de compartilhamento, que consiste em um dos artefatos tecnológicos a ser desenvolvido no decorrer da pesquisa.

Os artefatos serão disponibilizados através de acesso gratuito e universal pela rede mundial de computadores. Os artefatos tecnológicos serão disponibilizados de diferentes formas. Esta será uma das formas de garantir a continuidade da pesquisa, do desenvolvimento contínuo e uso livre durante o projeto e após o seu término.

c) Redes Sociais

Os resultados parciais e finais de cada etapa serão disponibilizados algumas das atividades da investigação em redes sociais, destacando-se: Youtube, Facebook, Instagram, LinkedIn, SlideShare, SoundCloud, Twitter, Google+, Pinterest.

d) Projetos de Extensão

Permitem a implementação dos artefatos, compartilhamento do conhecimento desenvolvido e divulgação científica para diferentes públicos.

e) Eventos de divulgação

Espaço para divulgação científica voltado para comunidade da região. Permite a democratização do conhecimento desenvolvido, a partir do compartilhamento com a sociedade.

f) Capacitações em Unreal Engine 4

Os cursos de capacitação na utilização/implementação dos artefatos tecnológicos desenvolvidos serão na modalidade de educação a distância (EAD), com abrangência nacional. Para a obtenção de certificado, os participantes deverão completar as avaliações pré e pós-conteúdo, assim como pesquisa de satisfação e escala de auto regulação da aprendizagem. Cada módulo de aprendizagem, será baseada em *Self-pacing*, variando conforme o ritmo de aprendizagem de cada usuário. Os cursos serão abertos e sem custo. Para obtenção de certificação, o participante deverá pagar a taxa de emissão do mesmo. No caso de profissionais parceiros do projeto, os certificados serão gratuitos. Prevê-se, ainda, a médio prazo, o estabelecimento de redes de colaboração com outras instituições de ensino, pesquisa e extensão, aumentando a abrangência e capilaridade das atividades e a gratuidade da certificação.

g) Aplicação multicêntrica

Após a validação dos artefatos pelos participantes da pesquisa, passa-se à implementação ampliada, bem como a disponibilização do recurso via plataforma de compartilhamento com o objetivo de implementação em escala nacional e internacional.

h) Publicações em literatura especializada

O conhecimento gerado durante a pesquisa será sistematicamente publicado em periódicos de referência com o objetivo de submeter os resultados à avaliação por pares e de disseminar o conhecimento produzido.

i) Webinários

Tendo em mente que a disseminação do conhecimento gerado contribui significativamente para o avanço do conhecimento geral, a presente pesquisa prevê eventos de abrangência nacional e internacional, com assuntos que tratam do tema de desenvolvimento de jogos com Unreal Engine 4. Os webinários contarão com as seguintes atividades:

- Palestras de especialistas;
- Mesas redondas para discussão dos desafios no desenvolvimento e implementação de artefatos tecnológicos;
- Oficinas para desenvolvimento e implementação de artefatos tecnológicos;
- Apresentação de trabalhos relacionados ao tema.

6.1.3 Aspectos Éticos

O processo de validação dos artefatos tecnológicos desenvolvidos na presente pesquisa, requer o envolvimento de seres humanos em um contexto de criação, utilização e validação de artefatos digitais. A validação terá como um de seus objetivos a coleta de dados sob a ótica da pesquisa científica. Desta forma, a apreciação pelo “Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)” do protocolo de validação dos artefatos se fará necessária. Ou seja, durante a etapa de desenvolvimento de pesquisas futuras serão abordados aspectos éticos da validação em questão, sendo desenvolvido um “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” para os artefatos.

6.2 Outros artefatos a serem desenvolvidos

Em trabalhos futuros desenvolveremos os seguintes artefatos: (i) cursos e oficinas de curta duração (presencial e online); (ii) videoaulas; (iii) e-books; (iv) imagens / ilustrações; (v) infográficos; (vi) mapas mentais; (vii) guias de orientações didáticas; (viii) planos de aula.

(i) Cursos e oficinas de curta duração

Os cursos e oficinas serão uma opção sob medida, por exemplo, para todos os indivíduos que desejarem aprofundar e adquirir conhecimentos específicos sobre o desenvolvimento de jogos com Unreal Engine 4.

(ii) Videoaulas

As videoaulas serão um dos principais recursos desenvolvidos e disponibilizadas para os participantes de pesquisas futuras. Os participantes em trabalhos futuros também serão incentivados a desenvolver videoaulas com conteúdos relacionados ao desenvolvimento de jogos com Unreal Engine 4.

(iii) E-books

Nos e-books a serem desenvolvidos, os participantes da pesquisa terão acesso a tutoriais e orientações no formato digital, referentes a diversos assuntos relacionados ao desenvolvimento de jogos com Unreal Engine 4.

(iv) Imagens / Ilustrações

As imagens / ilustrações a serem desenvolvidas estarão disponíveis em alta e baixa resolução para que sejam utilizadas no desenvolvimento de conteúdos digitais, sendo que participantes da pesquisa também poderão contribuir para a ampliação do banco de imagens vetoriais.

(v) Infográficos

Os infográficos a serem criados, referente a criação de jogos com Unreal Engine 4, conterão gráficos com informações caracterizadas pela junção de textos breves com ilustrações explicativas para o leitor entender o conteúdo. Os infográficos serão usados onde a informação precisa ser explicada de forma mais dinâmica, como em mapas, jornalismo e manuais técnicos, educativos ou científicos. É um recurso muitas vezes complexo, podendo se utilizar da combinação de fotografia, desenho e texto, com o objetivo de facilitar a compreensão de matérias em que apenas texto dificultaria o entendimento.

(vi) Mapas mentais

Os mapas conceituais a serem criados em colaboração com participantes da pesquisa futura contribuirão para organizar e representar o conhecimento. Ou

seja, os mapas mentais serão estruturados a partir de conceitos fundamentais e suas relações que envolvem o desenvolvimento de jogos com Unreal Engine 4. A ideia principal da criação de mapas mentais é a de avaliar o que cada indivíduo compreendeu, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra os conceitos que envolvem o desenvolvimento de jogos com Unreal Engine 4.

(vii) Planos de aula

Os planos de aula terão um conjunto de atividades ligadas entre si, abordando o desenvolvimento de jogos com Unreal Engine 4, organizados para o ensino e aprendizagem dos principais conceitos e recursos abordados nesta pesquisa. Um aspecto importante presente nos planos de aulas a serem desenvolvidos é que serão propostas atividades que possibilitarão a argumentação permanente, o intercâmbio de ideias/hipóteses sobre atitudes e procedimentos tratados e o trabalho com diferentes formas de representação e uso do conhecimento que envolve o desenvolvimento de jogos com Unreal Engine 4. Os planos de aula contribuirão para que os participantes de pesquisa futura tenham um papel importante no processo de aprendizagem sobre o desenvolvimento de jogos com Unreal Engine 4, pois é ele um artefato importante que pode atuar na mediação de discussões propostas nas aulas baseadas da ferramenta em questão.

(viii) Guias de Orientações Didáticas

Tomando como referências as competências digitais que serão investigadas com profundidade, desenvolveremos “Guias de Orientação Didática” sobre o desenvolvimento de jogos com Unreal Engine 4, contemplando: a) os pressupostos teórico-metodológicos levados em consideração nesta pesquisa; b) a descrição das ferramentas; c) textos de fundamentação teórica e bibliografia de referência, de forma a promover o melhor desenvolvimento das atividades propostas.

Para o meu futuro acadêmico, darei sequência a essa linha de investigação para o doutorado com o apoio e participação em projetos de pesquisas que envolve o desenvolvimento de jogos digitais na interface com aspectos da inteligência artificial.

REFERÊNCIAS

- AARSETH, Espen. Playing Research: Methodological approaches to game analysis. **Proceedings of the digital arts and culture conference**, p. 28–29, 2003.
- ABBADI, Mohamed; DI GIACOMO, Francesco; ORSINI, Renzo; *et al.* Resource entity action: A generalized design pattern for RTS games. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 8427 LNCS, p. 244–256, 2014.
- ABBAGNANO, Nichola. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- ADAMS, Dan. **The State of the RTS**. IGN PC.com, 2006. Disponível em: <<http://www.ign.com/articles/2006/04/08/the-state-of-the-rts>>. Acesso em: 19 jun. 2018.
- ADAMS, Ernest. **Fundamentals of Game Design**. 2. ed. [s.l.]: Pearson Education, Inc, 2010.
- AFONSO, Nuno. Unreal Framework & Network. 2015. Disponível em: <<http://www.nafonso.com/home/unreal-framework-network>>. Acesso em: 31 ago. 2018.
- AYANGBEKUN, Oluwafemi J; AKINDE, Ibrahim O. Development of a Real-Time Strategy Game. **Asian Journal of Computer and Information Systems**, v. 02, n. 04, p. 2321–5658, 2014.
- BARRON, Todd. **Strategy Game Programming with DirectX 9**. [s.l.]: Wordware Publishing, Inc, 2003.
- BATISTA, Mônica de Lourdes Souza. Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos: Um estudo relacional entre gerenciamento de escopo e custos de desenvolvimento. **Revista Eletrônica da Faculdade Metodista Granbery**, p. 1–8, 2009.
- BAX, Marcello Peixoto. Design Science: Filosofia da Pesquisa em Ciência da Informação e Tecnologia. **XV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação - ENANCIB 2014**, n. Enancib, 2014.
- CASTRO, Israel Heringer Lisboa De. Um framework para pesquisa de inteligência artificial em jogos de estratégia por turnos. 2012.
- CHIKUN, Cho. **Go: A Complete Introduction to the Game**. [s.l.]: Kiseido Publishing Co, 2010.
- CUNHA, Renato Luiz De Freitas. Um Sistema De Apoio Ao Jogador Para Jogos De Estratégia Em Tempo Real, 2010.
- DETERDING, Sebastian. Living room wars: remediation, boardgames, and the early history of video wargaming. **Joystick Soldiers**, n. January 2009, p. 37–54, 2009.

DILLON, Roberto. **The golden age of video games: the birth of a multi-billion dollar industry**. [s.l.]: AK Peters/CRC Press, 2011.

DIXIT, Avinash K; SKEATH, Susan. **Games of Strategy**. [s.l.]: WW Norton & Company, 2004.

DOR, Simon. Strategy Games: Dictionary and Encyclopaedic Definitions for Game Studies. **Game Studies**, v. 18, n. 1, 2018. Disponível em: <http://gamestudies.org/1801/articles/simon_dor>. Acesso em: 23 ago. 2018.

DOR, Simon. A History of Real-Time Strategy Gameplay From Decryption to Prediction : Introducing the Actional Statement. **History of Games International Conference 2013 Proceedings**, n. January 2014, p. 58–73, 2012.

E-SPORTS EARNINGS. **Starcraft Brood War**. Disponível em: <<https://www.esportsearnings.com/games/152-starcraft-brood-war>>. Acesso em: 20 maio 2018.

GAMES, Epic. **Unreal Engine 4 Documentation**, 2015. Disponível em: <<https://docs.unrealengine.com/en-us>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

GHYS, Tuur. Technology trees: Freedom and determinism in historical strategy games. **Game Studies**, v. 12, n. 1, 2012. Disponível em: <http://gamestudies.org/1201/articles/tuur_ghys>. Acesso em: 23 ago. 2018.

GLAZER, Josh; SANJAY, Madhav. **Multiplayer game programming: Architecting networked games**. [s.l.]: Addison-Wesley Professional, 2015.

GREGORY, Jason. **Game Engine Architecture**. 2. ed. [s.l.]: AK Peters/CRC Press, 2014.

JUNIOR, Vanderlei Freitas; CECI, Flavio; WOSZEZENKI, Cristiane Raquel; *et al.* Design Science Research Methodology Enquanto Estratégia Metodológica para a Pesquisa Tecnológica. **Espacios**, v. 38, n. 6, p. 25, 2017.

LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; PROENÇA, Adriano; *et al.* DESIGN SCIENCE RESEARCH: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia. **Gestão Produção**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013.

LARA-CABRERA, Raul; COTTA, Carlos; FERNANDEZ-LEIVA, Antonio J. A review of computational intelligence in RTS games. **Proceedings of the 2013 IEEE Symposium on Foundations of Computational Intelligence, FOCI 2013 - 2013 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, SSCI 2013**, p. 114–121, 2013.

LEMES, David de Oliveira. **GAMES INDEPENDENTES: Fundamentos metodológicos para criação, planejamento e desenvolvimento de jogos digitais**. 2009.

LOGUIDICE, Bill; BARTON, Matt. **Vintage games: An insider look at the history of Grand Theft Auto, Super Mario, and the most influential games of all time.** [s.l.]: Elsevier, Inc, 2009.

MARQUES, Gabriel Cavalcanti. Introdução ao desenvolvimento de jogos digitais utilizando o motor de jogo UDK. 2015.

MOSS, Richard. **Build, gather, brawl, repeat: The history of real-time strategy games.** Ars Technica. Disponível em: <<https://arstechnica.com/gaming/2017/09/build-gather-brawl-repeat-the-history-of-real-time-strategy-games/>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

NAVES, Thiago França. Uma abordagem para maximização da produção de recursos em jogos RTS, 2012.

NYSTROM, Robert. **Game programming patterns.** Genever Benning, 2014.

NOVAK, Damijan; ČEP, Aleš; VERBER, Domen. Classification of modern real-time strategy game worlds. **GSTF Journal on Computing**, v. 6, n. 1, p. 2–6, 2018.

NOVAK, Jeannie. **Desenvolvimento de games.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PEFFERS, Ken; TUUNANEN, Tuure; ROTHENBERGER, Marcus A; *et al.* A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. **Journal of management information systems**, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007.

PHANTOM, et al. **The History of Real Time Strategy. A Gamereplays.Org Special Feature.** GameReplays.org. Disponível em: <https://downloads.gamereplays.org/history_of_rts/The_History_of_Real_Time_Strategy.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2018.

PINELLE, David; WONG, Nelson; STACH, Tadeusz. Using genres to customize usability evaluations of video games. **Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share**, p. 129–136, 2008.

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Regras do jogo: fundamentos do design de jogos.** São Paulo: Blucher, 2012.

SCHELL, Jesse. **The Art of Game Design: A book of lenses.** [s.l.]: Elsevier Inc, 2008.

SCHREIBER, Ian. Game Balance Concepts. 2010. Disponível em: <<https://gamebalanceconcepts.wordpress.com/>>. Acesso em: 22 ago. 2018.

WEBER, Ben. A Brief History of RTS AI Research. **Gamasutra.com**, 2016. Disponível em: <https://www.gamasutra.com/blogs/BenWeber/20161106/284970/A_Brief_History_of_RTS_AI_Research.php>. Acesso em: 1 set. 2018.

WIEMER, Serjoscha. Interface Analysis: Notes on the “Scopic Regime” of Strategic Action in Real-Time Strategy Games. **Computer Games and New Media Cultures: A Handbook of Digital Games Studies**, p. 75–91, 2012.

XIONG, Shuo; IIDA, Hiroyuki. Attractiveness of real time strategy games. **Computer Science and Information Systems**, v. 12, n. 4, p. 1217–1234, 2015.

APÊNDICES

Apêndice – 01

Game Design

Document

1 – Visão Geral

Este jogo é um artefato gerado através de uma pesquisa acadêmica que possui como objetivo geral, um estudo sobre jogos de estratégia de guerra em tempo real, contemplando seus principais fundamentos e elementos de game design, e o seu processo de desenvolvimento tendo como base os recursos padrões do Unreal Engine 4.

A investigação faz uso da metodologia de pesquisa científica de natureza qualitativa, do tipo descritiva, com origem de dados bibliográficos/documentais, com local de realização em campo sob o prisma epistemológico do *Design Science Research*, uma vez que enfrenta aspectos teóricos e empíricos, com intuito de cumprir seu objetivo geral.

1.1 – Gênero

O jogo pertence ao gênero de estratégia em tempo real, com modo exclusivo para multijogador online, tendo suas principais mecânicas inspiradas nos clássicos do gênero, como Dune, Warcraft, Starcraft e Age of Empires. A plataforma alvo é o Personal Computer (PC), para os sistemas operacionais Windows, Linux e Mac.

1.2 – Estilo estético

O projeto não possui produção artística autoral, de tal sorte que o acervo de assets que o compõe, ou foram adquiridos junto a Epic Marketplace, ou são de livre uso, disponibilizados em canais especializados.

Desta feita, a seleção de assets buscou um estilo estético Cartoon, ambientado em um mundo de fantasia medieval, priorizando questões de performance, nos quesitos de baixo número de polígonos e complexidade de shader.

2 – Gameplay e Mecânicas

2.1 – Geral

Este jogo é essencialmente competitivo, com sessões de jogo determinadas essencialmente em duelo entre dois a quatro jogadores conectados online. O desafio principal está em entender e prever as estratégias do adversário, jogando de acordo com suas ações, buscando uma vitória por dominação, destruindo a base principal da facção adversária.

Cada jogador controla diretamente facção, figurando como o comandante do exército. Este comandante convoca e comanda tropas, faz construções que auxiliam no domínio do campo de combate, faz a gestão de recursos para o desenvolvimento da economia. Para tanto, o jogador deve fazer uso das mecânicas de microgestão e macrogestão.

2.2 – Controles

Os controles do jogo seguem as convenções já estabelecidas em jogos clássicos do mesmo gênero. O jogador se movimenta através do teclado, utilizando as teclas mapeadas (ASWD) para determinar a direção do movimento, ou através do mouse, posicionando o ponteiro nas extremidades da tela, para fazer a câmera deslocar-se nessa direção. A função de zoom é encontra-se mapeada na roda de *scroll* do mouse.

A seleção das entidades do jogo é realizada através do clique do botão esquerdo do mouse sobre um ponto na tela, ou arrastando para criar uma área de seleção.

As ações disponíveis para cada entidade do jogo são apresentadas no Menu de Ações, que aparece na interface toda vez que alguma entidade é selecionada. O Menu de Ações realiza um filtro de ações, disponibilizando apenas as ações disponíveis de acordo com a entidade(s) selecionada(s).

2.3 – Progressão

O jogo não conta com uma estrutura de progressão muito marcante ou sequencial, visto que as partidas são independentes entre si, a única progressão está no entendimento e habilidade do jogador que domina melhor os conceitos do jogo entre uma partida e outra, podendo desenvolver estratégias mais avançadas contra outros jogadores.

Por esse aspecto forte de progressão baseada apenas na habilidade, deve haver um pareamento de jogadores com um nível de habilidade similar na busca de partidas. Utiliza-se como parâmetro o fator quantidade de partidas, e a razão quantidade de vitórias por quantidade de derrotas.

2.4 – Objetivos

A vitória é alcançada através da dominação: Um dos jogadores deve destruir a base do jogador adversário para ser vitorioso na partida.

2.5 – Mecânicas Gerais

As mecânicas gerais são compostas pelos seguintes itens:

2.5.1 – Facções

O jogador pode escolher uma dentre as 4 (quatro) facções disponíveis no jogo: **Humans**, **Sentinels**, **Undeads** e **Orcs**. O sistema de facções não é isométrico, de forma que todas as unidades de suas determinadas classes, possuem os mesmos valores de atributos, custos e requisitos.

2.5.2 – Unidades

As unidades concentram as principais ações do jogador, e o jogo contempla tanto unidades militares como não-militares. As unidades militares são a principal força de combate do jogo, utilizadas tanto como poder ofensivo quanto para o jogador defender-se das investidas de seus adversários. As unidades não-militares, por sua vez, permitirão ao jogador expandir seus domínios e fortalecer sua economia. Suas possíveis ações estão descritas no quadro a seguir:

Ação	Descrição
Mover	Move a unidade selecionada para o local indicado com um clique do mouse no mini mapa ou no mapa principal do jogo.
Atacar	Estabelece um alvo a ser atacado pelas unidades selecionadas. Este alvo deve ser de facção adversária, podendo ser unidades ou edificações.
Parar	As unidades selecionadas interrompem a tarefa atual.
Explorar	A unidade selecionada, irá explorar automaticamente, regiões do mapa ainda inexploradas.
Construir	Ativa o modo de construção, onde, através do Menu de Ações, pode-se selecionar uma Edificação a ser construída. O Menu de Ações é subdividido em duas opções. Uma para Edificações, e outra para edificações militares.
Extrair	A unidade selecionada irá extrair os recursos disponíveis de uma fonte de recursos naturais indicadas por um clique do mouse.
Reparar	A unidade selecionada, irá efetuar reparos na edificação danificada, indicada por um clique do mouse.

As unidades militares estão divididas em 6 (seis) classes distintas, e só existe um tipo de unidade não-militar no jogo. Seus detalhes estão discriminados nas seções a seguir:

2.5.2.1 – Unidades de combate corpo a corpo básicas

São as mais básicas de infantaria, e podem ser produzidas desde o início do jogo, sem a necessidade de upgrades ou requisitos tecnológicos. Estas unidades acumulam funções para exploração automatizada do mapa.



Ações

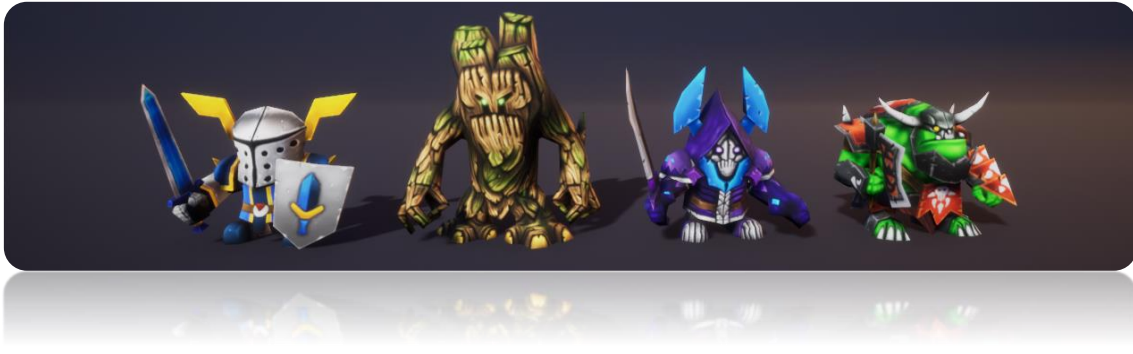
Mover, Atacar, Parar, Explorar

Seus atributos, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Atributos				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidade	Footman	Demon Hunter	Warrior	Berserker
Health				
Min. Damage				
Max. Damage				
Attack Power				
Defence Power				
Rate of Attack				
Range				
Damage Resistance				
Speed				
Custos				
Food	10	10	10	10
Wood	15	15	15	15
Stone	0	0	0	0
Iron	0	0	0	0
Requisitos				
Tecnologia	X	X	X	X
Upgrade	X	X	X	X
Edificação	Barracks	Barracks	Barracks	Barracks

2.5.2.2 – Unidades de combate corpo a corpo avançadas

São as unidades de elite do jogo, possuindo os melhores atributos de ataque e defesa, ao passo em que são as mais caras em matéria de custos de recursos. Estas unidades também possuem uma habilidade extra de ataque especial.



Ações

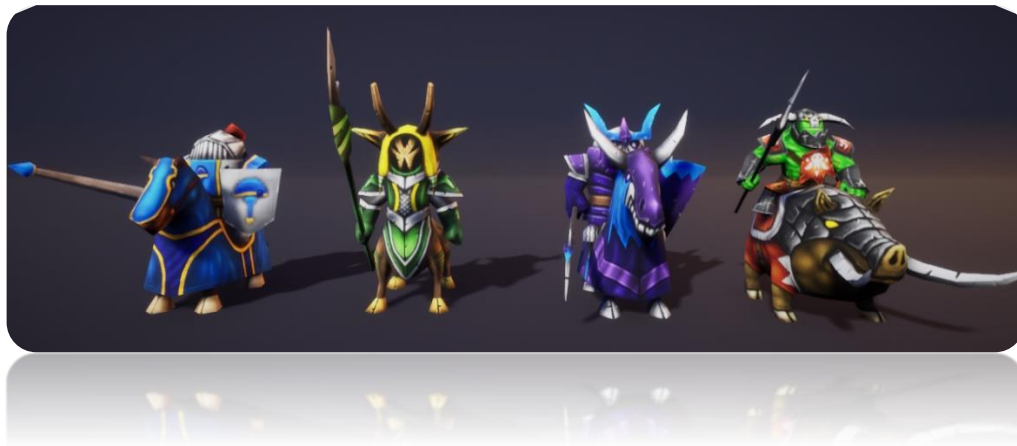
Mover, Atacar, Parar, Habilidade Especial (Skill)

Seus atributos, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Atributos				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidade	Knight	Treeant	Death Knight	Grunt
Health				
Min. Damage				
Max. Damage				
Attack Power				
Defence Power				
Rate of Attack				
Range				
Damage Resistance				
Speed				
Custos				
Food	40	40	40	40
Wood	30	30	30	30
Stone	10	10	10	10
Iron	50	50	50	50
Requisitos				
Tecnologia				
Upgrade				
Edificação	Castle / Blacksmith	Castle / Blacksmith	Castle / Blacksmith	Castle / Blacksmith

2.5.2.3 – Unidades de combate montadas

São unidade que possuem uma elevada capacidade de mobilidade, além de atributos de ataque e defesa superiores aos das unidades básicas, porém inferiores aos das unidades avançadas.



Ações

Mover, Atacar, Parar

Seus atributos, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Atributos				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidade	Horseman	Dryad	Death Rider	Hogrider
Health				
Min. Damage				
Max. Damage				
Attack Power				
Defence Power				
Rate of Attack				
Range				
Damage Resistance				
Speed				
Custos				
Food	30	30	30	30
Wood	15	15	15	15
Stone	0	0	0	0
Iron	25	25	25	25
Requisitos				
Tecnologia				
Upgrade				
Edificação	Stable / Blacksmith	Stable / Blacksmith	Stable / Blacksmith	Stable / Blacksmith

2.5.2.4 – Unidades de combate a distância

São unidades com poder equivalente às unidades básicas, porém, são capazes de efetuar ataques à longas distâncias.



Ações

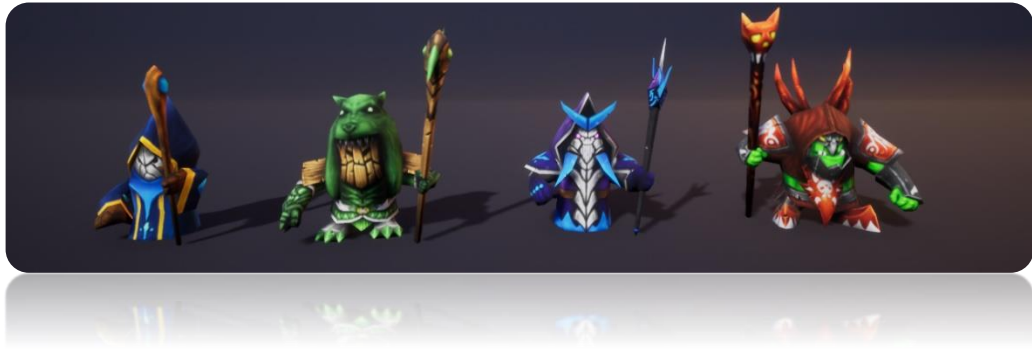
Mover, Atacar, Parar

Seus atributos, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Atributos				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidade	Archer	Ranger	Cross Bowman	Head Hunter
Health				
Min. Damage				
Max. Damage				
Attack Power				
Defence Power				
Rate of Attack				
Range				
Damage Resistance				
Speed				
Custos				
Food	20	20	20	20
Wood	20	20	20	20
Stone	0	0	0	0
Iron	0	0	0	0
Requisitos				
Tecnologia				
Upgrade	X	X	X	X
Edificação	Barracks	Barracks	Barracks	Barracks

2.5.2.5 – Unidades de combate mágicas

Assim como as unidades de combate a distância, as unidades mágicas podem lançar poderosos projéteis mágicos contra seus oponentes. Entretanto, estas unidades possuem uma baixa capacidade defensiva, e são incapazes de realizar ataques a curta distância. Sua capacidade ofensiva também está limitada ao consumo de mana.



Ações

Mover, Atacar, Parar

Seus atributos, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Atributos				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidade	Mage	Druid	Lich	Warrock
Health				
Mana				
Mana Recovery / S				
Min. Damage				
Max. Damage				
Attack Power				
Defence Power				
Rate of Attack				
Range				
Damage Resistance				
Speed				
Custos				
Food	25	25	25	25
Wood	20	20	20	20
Stone	10	10	10	10
Iron	10	10	10	10
Requisitos				
Tecnologia				
Upgrade				
Edificação	Arcane	Arcane	Arcane	Arcane

2.5.2.6 – Unidades de combate veículos

São unidade de artilharia com grande poder bélico para ataques a longa distância, porém, com pouca mobilidade e capacidade defensiva. Eficientes para investidas contra edificações adversárias.



Ações

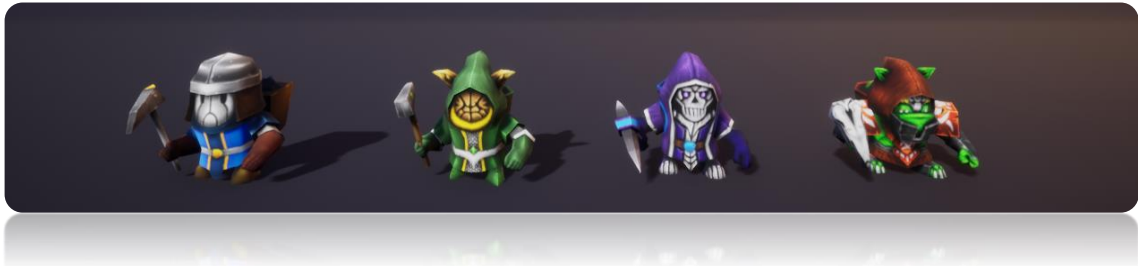
Mover, Atacar, Parar

Seus atributos, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Atributos de Classe: Veículo				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidade	Siege Engine	Rock Golem	Siege Engine	Warband
Health				
Min. Damage				
Max. Damage				
Attack Power				
Defence Power				
Rate of Attack				
Range				
Damage Resistance				
Speed				
Custos de Classe: Veículo				
Food	0	0	0	0
Wood	40	40	40	40
Stone	20	20	20	20
Iron	70	70	70	70
Requisitos				
Tecnologia				
Upgrade				
Edificação	Aviary	Aviary	Aviary	Aviary

2.5.2.7 – Unidades não-militares

Essas unidades podem ser produzidas desde o início da partida, sem a necessidade de upgrades ou requisitos tecnológicos. Possuem uma baixa capacidade ofensiva e defensiva, porém, são fundamentais para o desenvolvimento da partida, pois elas são responsáveis pela extração de recursos, além de construção e reparos de edificações.



Ações

Mover, Atacar, Parar, Construir, Extrair, Reparar

Seus atributos, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Atributos de Classe: Não-militar				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidade	Peasant	Knome	Slave	Minion
Health				
Min. Damage				
Max. Damage				
Attack Power				
Defence Power				
Rate of Attack				
Range				
Damage Resistance				
Speed				
Custos de Classe: Veículo				
Food	10	10	10	10
Wood	10	10	10	10
Stone	0	0	0	0
Iron	0	0	0	0
Requisitos				
Tecnologia	X	X	X	X
Upgrade	X	X	X	X
Edificação	Town Hall	Town Hall	Town Hall	Town Hall

2.5.3 – Edificações

2.5.3.1 – Town Hall

Trata-se da base principal do jogador. Ela não pode ser construída, e sua localização é determinada no início da partida. Esta edificação é responsável pela exibição da Arvore Tecnológica no Menu de Ações.



Os detalhes sobre tipo de produção, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Produção				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidade	Peasant	Knome	Slave	Minion
Custos				
Food	0	0	0	0
Wood	0	0	0	0
Stone	0	0	0	0
Iron	0	0	0	0
Requisitos				
Tecnologia	X	X	X	X

2.5.3.2 – Barracks

São edificações militares responsáveis pela produção de unidades de combate corpo a corpo básicas e unidades de combate a distância. Elas também são responsáveis pela pesquisa de upgrades dessas unidades.

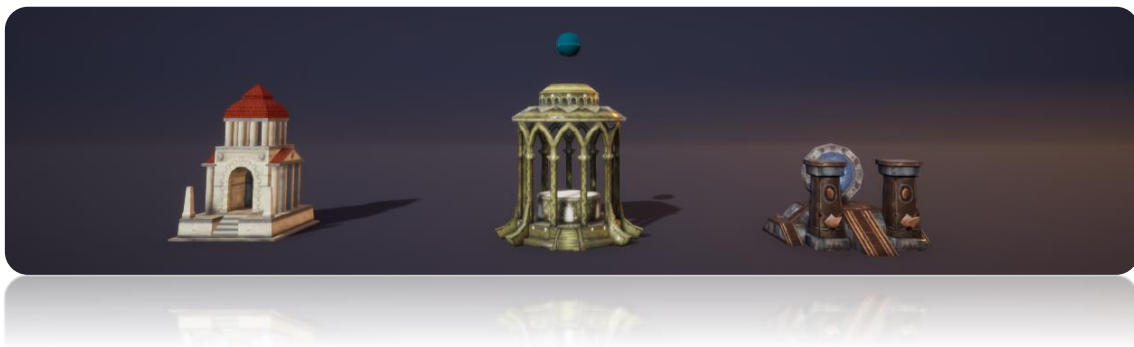


Os detalhes sobre tipo de produção, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Produção				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidades	Footman	Demon Hunter	Warrior	Berserker
Unidades	Archer	Ranger	Cross Bowman	Head Hunter
Custos				
Food	0	0	0	0
Wood	0	0	0	0
Stone	0	0	0	0
Iron	0	0	0	0
Requisitos				
Tecnologia	X	X	X	X

2.5.3.3 – Arcane

São edificações militares responsáveis pela produção de unidades mágicas, bem como são responsáveis pela pesquisa de upgrades dessas unidades.



Os detalhes sobre tipo de produção, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Produção				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidades	Mage	Druid	Lich	Warrock
Custos				
Food	0	0	0	0
Wood	0	0	0	0
Stone	0	0	0	0
Iron	0	0	0	0
Requisitos				
Tecnologia	X	X	X	X

2.5.3.4 – Castle

São edificações militares responsáveis pela produção de unidades de combate corpo a corpo avançadas, bem como são responsáveis pela pesquisa de upgrades dessas unidades.

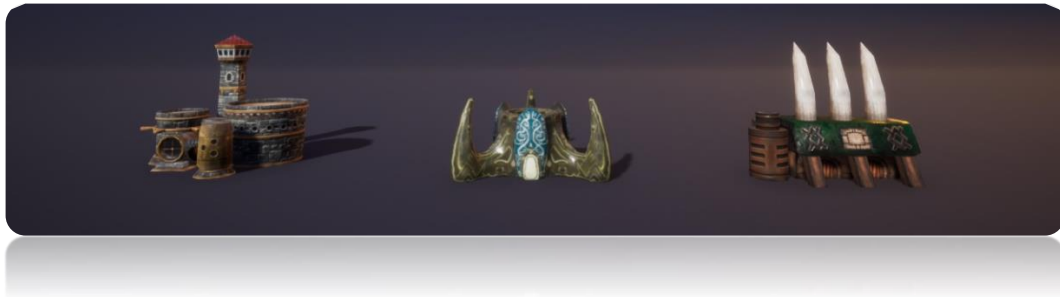


Os detalhes sobre tipo de produção, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Produção				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidades	Knight	Treeant	Death Knight	Grunt
Custos				
Food	0	0	0	0
Wood	0	0	0	0
Stone	0	0	0	0
Iron	0	0	0	0
Requisitos				
Tecnologia	X	X	X	X

2.5.3.5 – Aviary

São edificações militares responsáveis pela produção de unidades veículos, bem como são responsáveis pela pesquisa de upgrades dessas unidades.



Os detalhes sobre tipo de produção, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Produção				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Unidades	Siege Engine	Rock Golem	Siege Engine	Warband
Custos				
Food	0	0	0	0
Wood	0	0	0	0
Stone	0	0	0	0
Iron	0	0	0	0
Requisitos				
Tecnologia	X	X	X	X

2.5.3.6 – Blacksmith

Trata-se de uma edificação militar, responsável pelas pesquisas no aprimoramento das unidades. As pesquisas são pré-requisitos para construção de edificações, unidades e upgrades especializados.



Os detalhes sobre tipo de produção, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Produção				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Tecnologia				
Custos				
Food	0	0	0	0
Wood	0	0	0	0
Stone	0	0	0	0
Iron	0	0	0	0
Requisitos				
Tecnologia	X	X	X	X

2.5.3.7 – Tower

São estruturas defensivas, que oferecem um eficiente raio de visão para evitar sofrer ataques furtivos, além de ser capaz de disparar projeteis contra unidades adversárias que invadem seu alcance defensivo.



Os detalhes sobre tipo de atributos, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Atributos				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Health				
Min. Damage				
Max. Damage				
Attack Power				
Defence Power				
Rate of Attack				
Range				
Damage Resistance				
Custos				
Food	0	0	0	0
Wood	0	0	0	0
Stone	0	0	0	0
Iron	0	0	0	0
Requisitos				
Tecnologia	X	X	X	X

2.5.3.8 – Farm

São edificações não militares, responsáveis pela produção do recurso food (comida).



Os detalhes sobre tipo de produção, custos e requisitos seguem expostos nas tabelas a seguir:

Produção				
Facção	HUMAN	SENTINEL	UNDEAD	ORC
Extração / S				
Custos				
Food	0	0	0	0
Wood	0	0	0	0
Stone	0	0	0	0
Iron	0	0	0	0
Requisitos				
Tecnologia	X	X	X	X

3 – Plataformas de produção

A plataforma alvo é o Personal Computer (PC). Os requisitos iniciais planejados para execução consistem em um processador core I3 (AMD equivalente), 4Gb de memória RAM, e uma placa de vídeo compatível com DirectX 11 ou OpenGL 4.0, conexão com a internet, teclado / mouse.

4 – Hardware e Softwares de desenvolvimento

O desenvolvimento do projeto será executado em um hardware proprietário, com as seguintes configurações: Intel core I7, 32Gb de memória RAM, GeForce GTX 980, SSD 1Tb.

O projeto fará uso dos seguintes softwares:

- Unreal Engine 4 - <https://www.unrealengine.com>
- Adobe Photoshop - <http://www.adobe.com/>
- Github - <https://github.com/>

Apêndice – 02

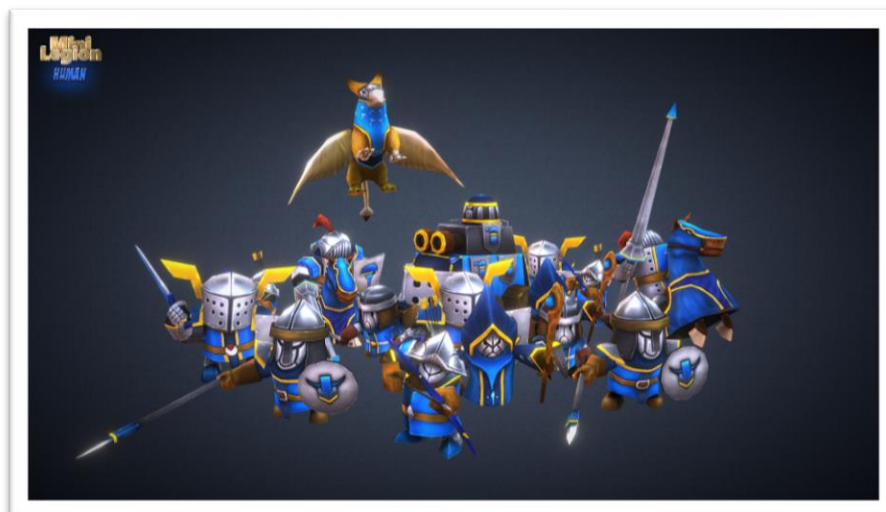
Relação de Assets

Unidades

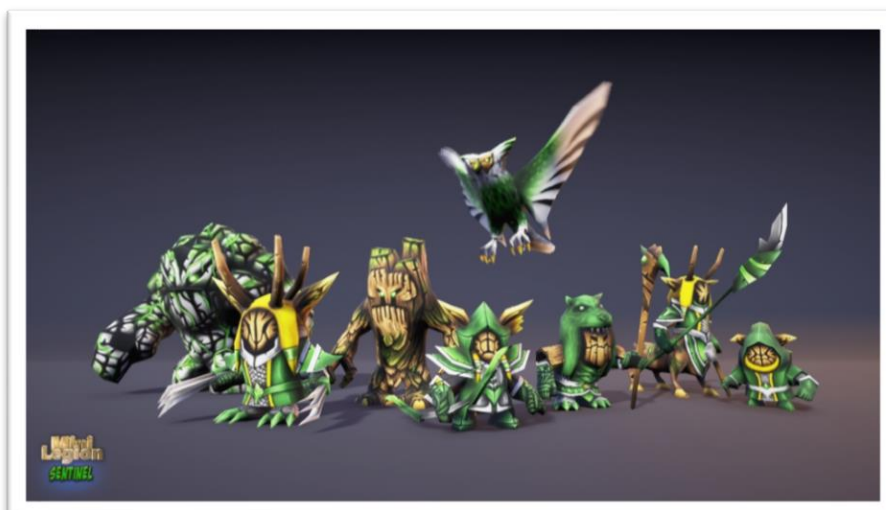
Os assets de unidades foram adquiridos na Epic Marketplace, sendo de autoria do usuário Dungeon Mason. Os pacotes são compostos por meshes de personagens rigados e animados, com contagem variando entre 180 a 500 vértices e texturas na resolução de 2048x2048.

O jogo conta com 4 (quatro) pacotes contendo personagens, quem formam as facções disponíveis para as partidas:

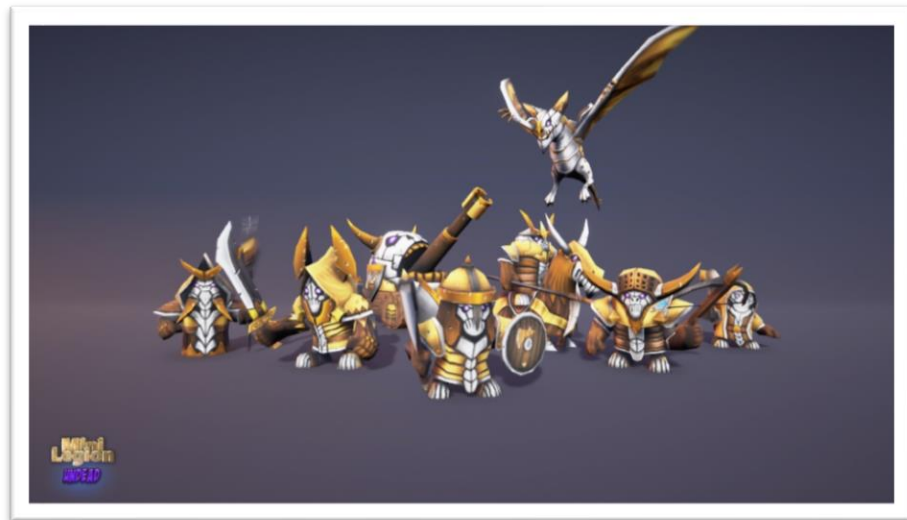
Mini Legion Human Army Handpainted



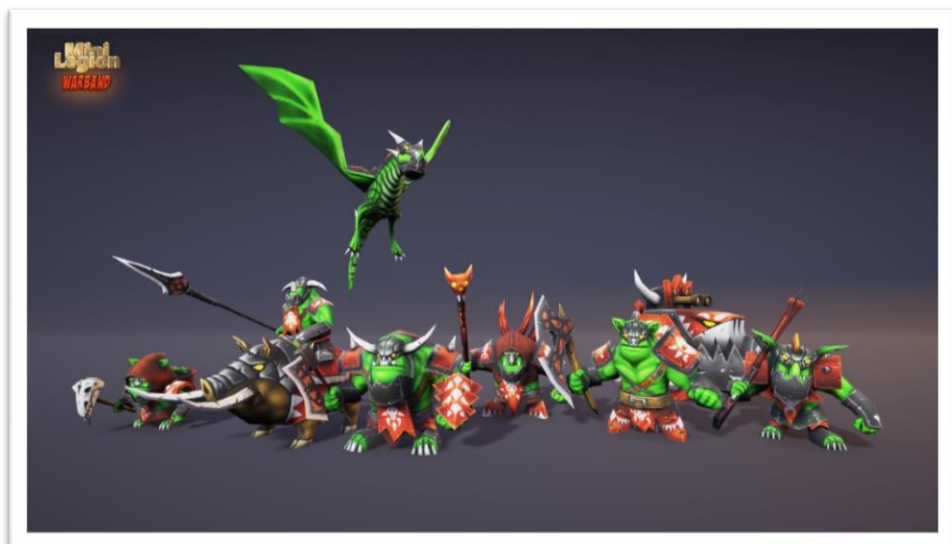
Mini Legion Elf Sentinel Handpainted



Mini Legion Undead Army Handpainted



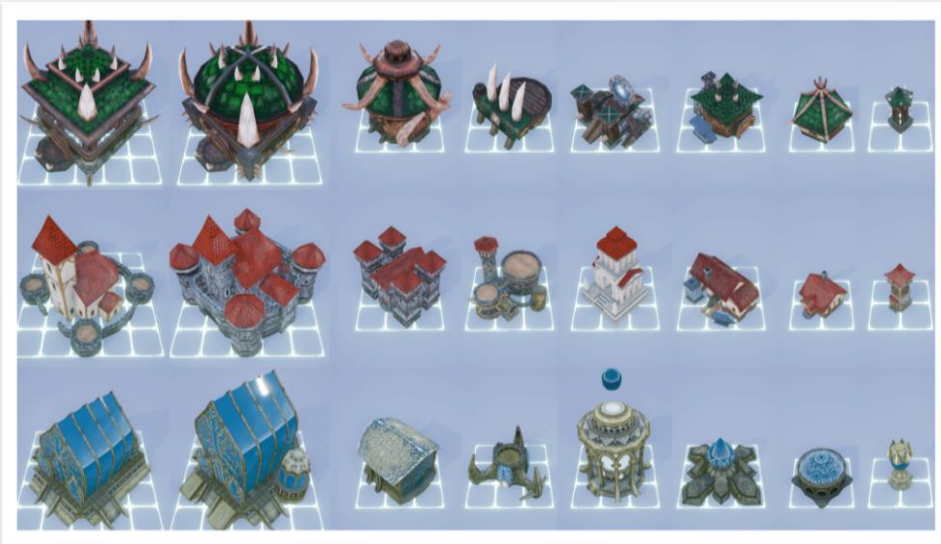
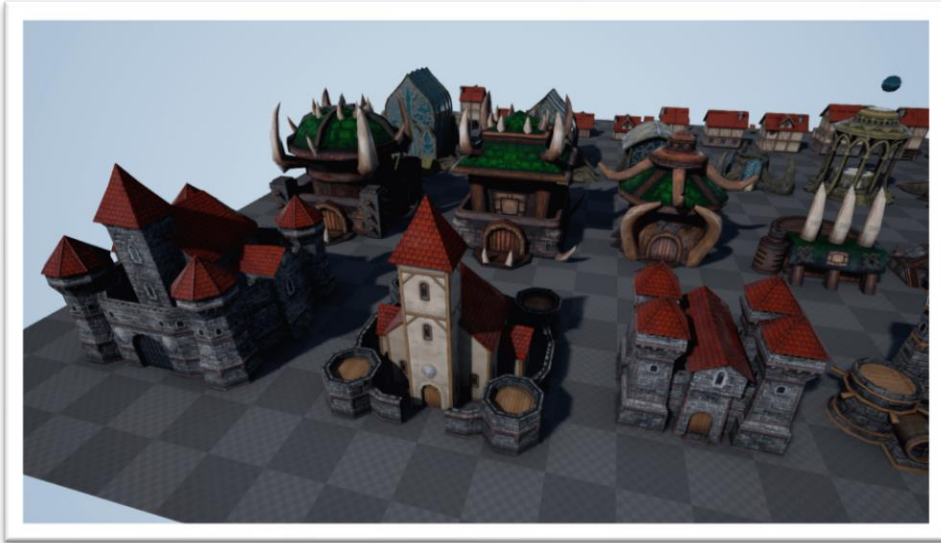
Mini Legion Orc Warband Handpainted



Edificações

Os assets de edificações também foram adquiridos na Epic Marketplace, sendo de autoria do usuário Dragan Maric. O pacote de assets de edificações contém um total de 24 edifícios low poly, além de 25 modelos de muros, para 3 (três) raças distintas.

RTS Fantasy Buildings





Environment

Os assets para Environment também foram adquiridos na Epic Marketplace, sendo de autoria do usuário Homarttaco. Trata-se de um pacote contendo 78 assets dedicados a criação de um ambiente de fantasia no estilo cartoon. O pacote conta com meshes e shaders.

RTS Cartoon Environment





ANEXO

ANEXO – 01

Mapa de

Orientação do

Desenvolvimento

da Dissertação

Elaborado por: Prof. Dr. Claudio F. André
claudiofandre@gmail.com - Fone (11) 99222-0789

ANEXO

Mapa de Orientação do Desenvolvimento da Dissertação

Elaborado por: Prof. Claudio F. André – claudiofandre@gmail.com - Fone (11) 99222-0789

Escala	Conceito
3	Adequado
2	Adequado com observações
1	Fazer / Rever totalmente
0	Não se aplica / Não é necessário / Opcional

Título:

Autor:

Orientador:

Instituição:

Artigo () - Tese () - Dissertação (X) - Monografia () - Projeto ()

Data: / /

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
01	Título	(01) O título está claramente relacionado com o conteúdo da investigação / proposta desenvolvida					

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
02	Pré-Texto (QUEM?)	(01) Capa					
		(02) Folha de rosto					
		(03) Folha de aprovação					
		(04) Dedicatória (Opcional)					
		(05) Agradecimentos (Opcional)					
		(06) Resumo (objetivo geral, justificativas, motivação, questão problematizadora, hipótese, metodologia da pesquisa, revisão de estudos anteriores, instrumentos de coleta de dados, referenciais teóricos, contexto da pesquisa, conclusões, resultados esperados / obtidos, sugestões para estudos futuros,..)					Ligar com itens 03 e 08
		(07) Palavras-chave (máximo 5)					Ligar com os Itens 03.06; 04.04; 05.03; 06

	(08) Abstract					
	(09) Keywords					
	(10) Lista de: Figuras / Tabelas / Gráficos / Quadros / Abreviaturas / Siglas / Símbolos (Opcional)					
	(11) Sumário					
	(12) Apresentação					

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
03	Introdução, Problema, Hipótese(s), Objetivos (PARA QUÊ? PARA QUEM? QUAIS VERBOS DA TAXONOMIA DE BLOOM? Justificativas (POR QUÊ É IMPORTANTE FAZER A PESQUISA?)	(01) O contexto (onde; quando; quem; como; porque;) da pesquisa está bem definida					
		(02) O problema (Por quê?; Como?; Qual?) e relevância (importância) do tema está claramente colocado					Ligar com os itens 05.05; 08.01
		(03) A(s) hipótese(s) está(ão) claramente definida(s)					
		(04) Os objetivos (geral e específicos) estão adequadamente colocados					Ligar com item 08.02
		(05) As limitações (tempo, espaço, público, local,...) do estudo estão bem estabelecidas					
		(06) As teorias/conceitos relevantes, bem como os principais autores / pensadores / documentos relacionados ao tema, estão adequadamente definidos e anunciados claramente					Ligar com itens 02.07; 06.01; 08.03
		(07) As justificativas (os motivos mais importantes do porquê fazer a pesquisa - acadêmicas, pessoais, profissionais, sociais,...) estão bem apresentadas / organizadas					
		(08) A trajetória (acadêmica, pessoal, profissional, social) está bem apresentada / organizada					

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
04	Metodologia da Pesquisa, Trajetória da Pesquisa, Procedimentos Metodológicos COMO? COM QUÊ? ONDE? QUANTO?	(01) A natureza/abordagem (qualitativa, quantitativa) da pesquisa está anunciada claramente					
		(02) O tipo/profundidade (descritiva, experimental) quantitativa) da pesquisa está anunciado claramente					
		(03) A origem e coleta dos dados (documental / bibliográfica, campo) da pesquisa está anunciada claramente					
		(04) O anúncio do recorte bibliográfico institucional (bases de referências de artigos, teses e dissertações) é descrito satisfatoriamente					Ligar com os itens 05.01; 05.02; 05.03
		(05) O anúncio do recorte bibliográfico temporal (ano, período) é descrito satisfatoriamente					Ligar com os itens 05.01; 05.02; 03
		(06) A população (sujeitos) é anunciada adequadamente					
		(07) Os métodos, procedimentos, instrumentos de coleta de dados (documental, bibliográfica, entrevistas, questionários, grupo focal, observação direta) e análise dados (análise de conteúdo, análise do discurso, estatísticas multivariada) estão anunciadas adequadamente					
		(08) O anúncio do cenário/contexto está anunciado adequadamente					
		(09) As considerações éticas, quando envolvem					

		peçoas, estão bem descritas (Comitê de Ética)					
		(10) Resumo do capítulo					
		(11) Gráfico de nuvem de palavras					

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
05	Revisão de Estudos Anteriores/ Relacionados QUAIS TESES? QUAIS DISSERTAÇÕES? QUAIS ARTIGOS? QUAIS LIVROS? QUAIS DOCUMENTOS? QUAL PERÍODO?	(01) A cobertura de estudos anteriores/relacionados é adequada					Ligar com os itens 02.07; 06;01
		(02) A revisão de estudos anteriores/relacionados está bem organizada (tabelas, figuras, gráficos, fluxogramas,...)					Ligar com o item 10.01
		(03) Os estudos anteriores/relacionados são examinados criticamente (resenhas)					Ligar com os itens 04.04; 04.05
		(04) Os estudos anteriores/relacionados estão de acordo com o que foi anunciado nos procedimentos metodológicos					Ligar com os itens 04.04; 04.05
		(05) A relação dos estudos anteriores/relacionados com o problema da pesquisa está clara					Ligar com o item 03.02
		(06) Resumo do capítulo					
		(07) Gráfico de nuvem de palavras					

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
06	Referencial / Embasamento Teórico; Principais conceitos	(01) O(s) principal(is) conceito(s) está(ão) bem definido(s) e explicado(s)					Ligar com os itens 02.07; 03.02; 05;01
		(02) O(s) principal(is) pensador(es) está(ão) bem definido(s)					
		(03) O(s) principal(is) livro(s)/documento(s)					Ligar com os itens 02.07;

	COMO EXPLICAR?	está(ão) bem definido(s) de acordo com o(s) principal(is) conceito(s) abordado(s)					
		(04) O(s) principal(is) conceito(s) aparece(m) de maneira bem articulada com a revisão de estudos anteriores					Ligar com os itens 02.07; 03.02; 05.01; 05.03
		(05) Resumo do capítulo					
		(06) Gráfico de nuvem de palavras					

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
07	Desenvolvimento da pesquisa APRESENTAÇÃO DO CONTEXTO	(01) O desenvolvimento do texto é adequado à solução do problema apresentado					Ligar com o item 03.02
		(02) Os métodos, procedimentos, instrumentos de coleta de dados são usados adequadamente					Ligar com o item 04.07
		(03) A população (sujeitos) é descrita adequadamente					Ligar com o item 04.06
		(04) O(s) cenário(s) / contexto(s) / local(is) é(são) descrito(s) adequadamente					Ligar com o item 04.08
		(05) As tabelas, gráficos, quadros e figuras são usados eficientemente					Ligar com os itens 12.02; 12.03; 12.04; 12.05
		(06) Resumo do capítulo					
		(07) Gráfico de nuvem de palavras					

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
08	Análise dos Dados; Resultados Obtidos REFLEXÕES	(01) Os resultados da análise são apresentados claramente, fazendo a articulação com o problema da pesquisa					Ligar com o item 03.02
		(02) Os resultados da análise são apresentados claramente, fazendo a					Ligar com o item 03.04

		articulação com os objetivos: geral e específicos					
		(03) Os resultados da análise são apresentados claramente, fazendo a articulação com os referenciais teóricos (conceitos)					Ligar com os itens 03.06; 06.01;
		(04) Os resultados da análise são apresentados claramente, fazendo a articulação com a revisão de estudos anteriores/relacionados					Ligar com os itens 03.06; 05.03;
		(05) Resumo do capítulo					
		(06) Gráfico de nuvem de palavras					

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
09	Considerações Finais, Conclusões	(01) As conclusões são anunciadas claramente, considerando o problema, a(s) hipótese(s) e os objetivos da pesquisa					Ligar com os itens 03.02; 03.03; 03.04
		(02) As conclusões estão substanciadas pelas evidências apresentadas					Ligar com o item 08
		(03) As generalizações restringem-se à população/situação de que se extraiu a amostra					Ligar com o item 04
		(04) Sugestões para pesquisas futuras					

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
10	Referências, Bibliografia, Links	(01) As referências são utilizadas corretamente, de acordo com as regras da ABNT					Ligar com o item 12

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
11	Pós-Texto	(01) Glossário (Opcional)					
		(02) Apêndice (Opcional)					
		(03) Anexos (Opcional)					
		(04) Índice (Remissivo) de Autores (Opcional)					
		(05) Índice (Remissivo) de Assuntos (Opcional)					

Item	Dimensão	Descrição	Escala				Comentário
			3	2	1	0	
12	Formatação geral, de acordo com as regras da ABNT	(01) A numeração das seções (títulos) e subseções (subtítulos) está adequada					
		(02) As ilustrações/figuras foram referenciadas de maneira correta					
		(03) As tabelas foram referenciadas de maneira correta					
		(04) Os gráficos foram referenciados de maneira correta					
		(05) Os quadros foram usados corretamente					
		(06) As abreviaturas e siglas foram usadas adequadamente					
		(07) Espaçamento entre linhas					
		(08) Numeração de páginas / Relação com o Sumário					
		(09) Tipo/Tamanho das letras (fontes)					
		(10) Alinhamento e formatação dos parágrafos					

Anotações Gerais		
Item	Dimensão	Descrição
1	Pré-Texto	
2	Título	
3	Introdução, Problema, Hipótese(s), Objetivo(s), Justificativa(s)	
4	Trajectoria Metodológica, Metodologia da Pesquisa, Procedimentos Metodológicos	
5	Revisão de Estudos Anteriores/ Relacionados	
6	Referencial Teórico (Conceitos)	
7	Desenvolvimento da pesquisa	
8	Análise dos Dados, Resultados Obtidos	
9	Considerações Finais, Conclusões	
10	Referências, Bibliografia	
11	Pós-Texto	
12	Formatação Geral	