



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

FACULDADE DE ARQUITETURA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Alessandro Peixoto de Lima

DESIGN E PRÁTICAS ÁGEIS:

Aplicação de Filosofia e Princípios Ágeis no Desenvolvimento de Modelos
Tridimensionais para Jogos Digitais

Porto Alegre

17 de julho de 2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

FACULDADE DE ARQUITETURA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Alessandro Peixoto de Lima

DESIGN E PRÁTICAS ÁGEIS:

Aplicação de Filosofia e Princípios Ágeis no Desenvolvimento de Modelos
Tridimensionais para Jogos Digitais

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação
em Design da Universidade Federal do Rio Grande do
Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre
em Design.

Orientador: Prof. Dr. José Luís Farinatti Aymone

Porto Alegre

17 de julho de 2015

CIP - Catalogação na Publicação

Lima, Alessandro
DESIGN E PRÁTICAS ÁGEIS: Aplicação de Filosofia e
Princípios Ágeis no Desenvolvimento de Modelos
Tridimensionais para Jogos Digitais / Alessandro
Lima. -- 2015.
189 f.

Orientador: José Luís Farinatti Aymone.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de
Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Métodos Ágeis. 2. Jogos Digitais. 3. Design
Digital. I. Farinatti Aymone, José Luís , orient. II.
Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

A Banca Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação intitulada "DESIGN E PRÁTICAS ÁGEIS: Aplicação de Filosofia e Princípios Ágeis no Desenvolvimento de Modelos Tridimensionais para Jogos Digitais" elaborada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design.

Porto Alegre, 17 de julho de 2015.

Prof. Dr. Régio Pierre da Silva - Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Design/UFRGS

Prof. Dr. José Luís Farinatti Aymone - Doutor em Engenharia Civil pela UFRGS
Programa de Pós-graduação em Design/UFRGS

Prof. Dra. Jocelise Jacques de Jacques - Doutora em Engenharia de Produção pela UFRS
Programa de Pós-graduação em Design/UFRGS

Prof. Dr. Marsal Avila Alves Branco - Doutor em Comunicação Social
ICSA - Instituto de Ciência Sociais Aplicadas/Feevale

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Design – PGDesign pela acolhida e pela oportunidade de realização deste trabalho em minha área de pesquisa.

Ao Prof. Dr. José Luís Farinatti Aymone, pela orientação e conhecimento compartilhado com o trabalho aqui realizado.

Agradeço a Prof. Dra. Marta Bez que por vezes me elucidou com questões envolvendo pesquisa acadêmica, bem como a Clinton Keith, renomado autor internacional, que por vezes me ajudou no entendimento das práticas ágeis, colaborando com este trabalho.

Por fim, agradeço aos colegas de trabalho da Universidade Feevale e Uniritter *Laureate International Universities* pelo apoio ao meu estudo de Mestrado. Aos colegas e amigos do PGDesign da UFRGS, bem como demais professores pelo apoio na realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa disserta sobre como a aplicação de filosofia e princípios ágeis podem contribuir para a melhoria de resultados de produção de modelos tridimensionais para jogos digitais. Na área da informática, os métodos ágeis são amplamente utilizados para gerir projetos e equipes de desenvolvimento. Tais métodos são guiados pelo manifesto ágil, elaborado pelos principais profissionais do setor como forma de estabelecer um padrão.

O manifesto ágil versa que indivíduos e interações são mais importantes que processos e ferramentas. Software em funcionamento é mais importante que documentação abrangente, bem como colaboração com o cliente é mais importante que negociação de contratos. Responder a mudanças é mais importante que seguir um plano. Pelo manifesto vê-se claramente uma tendência à valorização da pessoa frente ao processo, projeto ou produto, pois ela é o meio de realização destes. O manifesto ágil tem sua origem e fonte inspiradora na filosofia e princípios ágeis de *Lean*, utilizados pela Toyota em seu sistema de produção.

Estima-se que para o desenvolvimento de boas práticas ágeis específicas para a produção de modelos tridimensionais para jogos seja uma oportunidade de melhor atuar na indústria, uma vez que com elas pode-se arranjar um padrão de desenvolvimento. Para se conseguir elencar tais práticas, busca-se isto na fundamentação teórica sobre jogos digitais, design e métodos ágeis. É apresentado um experimento prático, onde se faz um cruzamento dos dados coletados com um conjunto de melhores práticas ágeis adotadas para o desenvolvimento de modelos tridimensionais para ambiente de jogos digitais.

Como resultados aponta-se que as práticas ágeis contribuem para o desenvolvimento de modelos desde que seu entendimento seja em todos os níveis organizacionais. Infere-se que o entendimento da filosofia *Lean* aplicada área de jogos digitais favorece o entendimento de quais práticas ágeis elencadas pode-se utilizar de fato.

Palavras-chave

Métodos ágeis, jogos digitais, design digital

ABSTRACT

This research presents how the application of agile principles and philosophy can contribute to the improvement of three-dimensional models production for digital games. In software development, agile methods are widely used to manage projects and development teams. Such methods are led by the agile manifesto, prepared by leading industry professionals as a way to establish a pattern.

The agile manifesto talk about people and interactions are more important than processes and tools. Software running is more important than comprehensive documentation and collaboration with the customer is more important than negotiating contracts. Responding to change is more important than following a plan. The manifesto sees clearly a trend towards appreciation of the person facing the process, project or product as it is the means of achieving these. The Agile Manifesto has its origin and source of inspiration in philosophy and agile principles of Lean, used by Toyota in its production system.

It is estimated that for the development of specific agile good practice for the production of three-dimensional models for games provide an opportunity to work best in the industry, since with them we can find a pattern development. To get to list such practices, is sought in theoretical foundations of digital games, design and agile methods. A practical experiment, where it is an intersection of the data collected with an agile set of best practices for the development of three-dimensional models for environment digital games is displayed.

As result, it is pointed out that agile practices contribute to the development of models since their understanding all the organizational levels. It infers that the understanding of the Lean philosophy applied area of digital games favor the understanding of which listed agile practices can be used in fact.

Key-words

Agile method, digital games, digital design

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem de personagens do filme Avatar (2009).	23
Figura 2 - Fluxograma de financiamento das desenvolvedoras de jogos digitais.....	28
Figura 3 - Estrutura da pesquisa.	33
Figura 4 – Três pilares de produção desta pesquisa com o modelo 3D.....	36
Figura 5 - Evolução histórica dos jogos.....	39
Figura 6 - Representação tradicional do desenvolvimento de software.	50
Figura 7- Representação do desenvolvimento iterativo de software.	51
Figura 8 - Cubo de Restrições definidos por Orth & Prikladnicki (2009).	63
Figura 10 - Fluxograma com a classificação da pesquisa.	95
Figura 11 - Fluxograma resumido da organização da metodologia de pesquisa.	96
Figura 12 - imagem do aplicativo <i>Gantter</i> para controle de cronograma.....	112
Figura 13 - Modelo de controle digital <i>Trello</i> que simula o <i>Kanban</i>	113
Figura 14 – Aplicação do Método de Ward (2008) pela ótica Ágil.....	114
Figura 15 - Imagem do software Togggl.....	118
Figura 16 - Imagem de planilha tabular para registro de dados de Tempo.	120
Figura 17 - Imagem de planilha tabular para registro de dados de Custo.....	120
Figura 18 - Imagem de planilha tabular para registro de dados de Escopo.	122
Figura 19 - Imagem de planilha tabular para registro de dados de Qualidade.....	123
Figura 20 - Mapeamento de todos os modelos de pacientes para o jogo <i>Health Simulator</i> com destaque ao universo de amostra do experimento.....	131
Figura 21 - <i>Moodboard</i> de exemplo para personagem de <i>Health Simulator</i>	133
Figura 22 – Comparação entre as proporções de um Homem e uma Mulher.....	135
Figura 23 – Comparação de alturas entre homens.	136
Figura 24 - Composição de partes personalizáveis do modelo base.	137
Figura 25 - Imagem do modelo básico devidamente modelado.	142
Figura 26 - Imagem do Layout UV do modelo básico.	143
Figura 27 - <i>Moodboard</i> para modelo feminino caucasiano adulta.....	144
Figura 28 - Listagem técnica de produção do modelo feminino caucasiano adulto.....	145
Figura 29 - Modelagem comparativa dos modelos básico e caucasiana adulta.	146
Figura 30 - Imagem de mapeamento do modelo caucasiana adulto.....	147
Figura 31 - Imagem de texturização com mapeamento exposto.....	148
Figura 32 - Representação da forma construtiva para o cabelo.....	149
Figura 33 - <i>Moodboard</i> para modelo feminino caucasiano jovem.	150

Figura 34 - Listagem técnica de produção do modelo feminino caucasiano jovem.	150
Figura 35 - Detalhe para a técnica de modelagem sem perder o UV já feito.	151
Figura 36 - Imagem demonstra o resultado final da modelagem.	152
Figura 37 - Mapeamento do modelo caucasiana jovem.....	153
Figura 38 - Texturização do modelo caucasiana jovem.	154
Figura 39 - construção do cabelo do modelo.	155
Figura 40 - Moodboard para modelo feminino caucasiano idosa.....	156
Figura 41 - Listagem técnica de produção do modelo feminino caucasiano idosa..	156
Figura 42 - Construção de modelagem sem perder o UV do modelo.	157
Figura 43 – Leiaute UV do modelo feminino caucasiana idosa.....	158
Figura 44 - Texturização com elementos parametrizados.....	159
Figura 45 - Variações dos modelos para diferenciação de biótipos.	160
Figura 46 - Variações dos modelos para diferenciação de biótipos.	161
Figura 47 - Interação com os modelos.	162
Figura 48 - Arquivos de texturas com variações entre os modelos.	163
Figura 49 - Modelos com as variações de geometrias e de texturas aplicadas.	163
Figura 50 - Verificação de modelos quanto a modelagem na <i>engine</i>	164
Figura 51 - Verificação de modelos quanto a texturização na <i>engine</i>	165

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quadro comparativo de etapas de produção de jogos digitais.....	41
Quadro 2 - Quadro comparativo de etapas de desenvolvimento de produtos.	48
Quadro 3 - Exemplo de tabela para elaboração de uma métrica ágil.....	62
Quadro 4 - Metodologias para Desenvolvimento de Modelo Tridimensional.	68
Quadro 5 – Categorias de Geometrias.....	70
Quadro 6 - Tipos de modelagem.....	72
Quadro 7 – Modelagem Geométrica Tradicional.....	74
Quadro 8 – Modelagem Geométrica por Linhas.....	75
Quadro 9 – Modelagem Geométrica por NURBS.....	75
Quadro 10 – Modelagem por Subdivision Surface.....	76
Quadro 11 – Modelagem por Metaball.....	76
Quadro 12 – Modelagem por Escultura Digital.....	77
Quadro 13 – Modelagem por Primitivas Paramétricas.....	77
Quadro 14 – Modelagem Geométrica Parametrizada.....	77
Quadro 15 – Modelagem Geométrica por digitalização Tridimensional (Scan 3D). ..	78
Quadro 16 – Técnicas de abertura de malha UV.....	82
Quadro 17 – Resolução de texturas em pixels.....	83
Quadro 18a - Tipos de Texturas Aplicáveis aos Jogos Digitais.....	85
Quadro 18b - Tipos de Texturas Aplicáveis aos Jogos Digitais.....	86
Quadro 19 – Técnicas de Texturização.....	87
Quadro 20 - Tipos de Malha para Texturização.....	88
Quadro 21 - Metodologia de Ward pelas óticas Tradicional e Ágil.....	101
Quadro 22– Procedimentos técnicos ágeis para modelo tridimensional.....	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Planilha de Tempo de desenvolvimento dos modelos.	167
Tabela 2 - Planilha de Custo de desenvolvimento dos modelos.	170
Tabela 3 - Planilha de Escopo de desenvolvimento dos modelos.....	171
Tabela 4 - Planilha de Qualidade de desenvolvimento dos modelos.	172

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – APRESENTAÇÃO DA PESQUISA	16
1. DEMARCAÇÃO DO FENÔMENO	16
1.1 INTRODUÇÃO.....	16
1.2 DESCRIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS OBJETIVAS.....	22
1.3 DELIMITAÇÃO DO NÍVEL DE INVESTIGAÇÃO DO FENÔMENO	24
1.4 PROBLEMA DE PESQUISA.....	26
1.5 OBJETIVOS DA PESQUISA	27
1.5.1 Objetivo Geral.....	27
1.5.2 Objetivos Específicos	27
1.6 HIPÓTESE DE PESQUISA	27
1.7 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	28
1.8 ESTRUTURA DE PESQUISA.....	32
1.9 RESUMO DO CAPÍTULO.....	34
CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	35
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	35
2.1 PANORAMA DE LIGAÇÃO ENTRE JOGOS DIGITAIS, DESIGN E MÉTODOS ÁGEIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS.....	35
2.2 JOGOS DIGITAIS.....	37
2.2.1 Conceitos Gerais	37
2.2.2 Histórico Evolutivo	38
2.2.4 Modelos do Processo de Desenvolvimento de Jogos	40
2.3 DESIGN.....	42
2.3.1 Conceitos Gerais	42
2.3.2 Metodologia Sistêmica	44
2.3.3 Modelos do Processo de Desenvolvimento de Projetos de Design.....	46
2.4 METODOLOGIA ÁGIL.....	49

2.4.1	Conceitos Gerais	49
2.4.2	Histórico Evolutivo	52
2.4.3	Filosofia e Princípios dos Métodos Ágeis	55
2.4.4	Métodos, Técnicas e Ferramentas	57
2.4.5	Métricas em Métodos Ágeis	59
2.4.5.1	Indicadores Métricos de Desempenho	61
2.5	MODELO TRIDIMENSIONAL.....	64
2.5.1	Conceitos Gerais	64
2.5.2	Modelos do Processo de Desenvolvimento de Objetos Tridimensionais.....	66
2.5.3	Modelagem.....	69
2.5.3.1	Geometrias.....	69
2.5.3.1.1	Definições Gerais.....	69
2.5.3.1.2	Categorias de Geometrias	70
2.5.3.2	Tipos de Modelagens	71
2.5.3.3	Técnicas de Modelagens	73
2.5.3.4	Além da Modelagem	78
2.5.4	Mapeamento de Superfícies.....	79
2.5.4.1	Definições Gerais	79
2.5.4.2	Técnicas de Abertura de Malha UV.....	81
2.5.4.3	Além do Mapeamento	83
2.5.5	Texturização	83
2.5.5.1	Definições Gerais	84
2.5.5.2	Tipos de Texturas.....	84
2.5.5.3	Técnicas de Texturização	86
2.5.5.4	Tipos de Malha UV para Texturização	88
2.5.5.5	Além da Texturização.....	89
2.6	JOGOS DIGITAIS, DESIGN E MÉTODOS ÁGEIS NO DESENVOLVIMENTO DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS	89

2.7 RESUMO DO CAPÍTULO.....	93
CAPÍTULO III – METODOLOGIA DE PESQUISA.....	94
3. DELINEAMENTO DOS MÉTODOS.....	94
3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA ADOTADA.....	94
3.1.1 Classificação da Pesquisa.....	94
3.1.2 Organização da Metodologia de Pesquisa.....	96
3.2 RESUMO DO CAPÍTULO.....	99
CAPÍTULO IV – CONJUNTO DE MELHORES PRÁTICAS ÁGEIS.....	100
4. CONJUNTO DE MELHORES PRÁTICAS ÁGEIS.....	100
4.1 ÓTICA ÁGIL APLICADA A PROCEDIMENTOS TRADICIONAIS.....	100
4.2 PRÁTICAS ÁGEIS.....	104
4.2.1 Elaboração de Práticas Ágeis.....	104
4.2.2 Conjunto de Melhores Práticas Ágeis Elencadas.....	104
4.3 RESUMO DO CAPÍTULO.....	108
CAPÍTULO V – EXPERIMENTO.....	109
5. EXPERIMENTO PRÁTICO.....	109
5.1 DEFINIÇÃO DO EXPERIMENTO.....	109
5.2 METODOLOGIA PARA EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	111
5.3 APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	116
5.4 ANÁLISE DE DADOS.....	116
5.4.1 Uso de Indicadores.....	117
5.4.2 Coleta de Dados.....	118
5.4.3 Catalogação e Mensuração de Dados.....	119
5.4.4 Análise de Dados.....	124
5.5 RECURSOS DE PRODUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	124
5.5.1 Ferramentas para Desenvolvimento de Modelos Digitais.....	124
5.5.1.1 Ferramentas de Criação e Design.....	124
5.5.1.2 Ferramentas de Gerenciamento e Controle.....	126

5.5.1.3 Ferramentas de Registro de Etapas e Dados Estatísticos	127
5.5.2 Bibliotecas	128
5.6 RESUMO DO CAPÍTULO	129
CAPÍTULO VI – RESULTADOS.....	130
6. RESULTADOS.....	130
6.1 AMOSTRAGEM DO UNIVERSO DE PRODUÇÃO	130
6.2 DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS	132
6.2.1 Entendimento do Contexto	132
6.2.1.1 Grupos de Classes.....	134
6.2.1.2 Proporções.....	135
6.2.1.3 Pontos de Encaixe	137
6.2.1.4 Intercâmbio de Partes	139
6.2.2 Escolha das Práticas Ágeis mais Pertinentes ao Experimento.....	139
6.2.3 Sequência de Produção	141
6.2.3.1 Modelo Tridimensional Básico.....	141
6.2.3.2 Modelo Caucasiana Adulta.....	144
6.2.3.3 Modelo Caucasiana Jovem	149
6.2.3.4 Modelo Caucasiana Idosa.....	155
6.2.3.5 Variação dos Biótipos.....	160
6.2.3.6 Testes dos Modelos na Engine	164
6.3 CATALOGAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	166
6.3.1 Planilha de Tempo.....	166
6.3.2 Planilha de Custo	170
6.3.3 Planilha de Escopo.....	171
6.3.4 Planilha de Qualidade.....	172
6.4 CONCLUSÕES SOBRE OS RESULTADOS.....	174
6.5 RESUMO DO CAPÍTULO.....	175
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	176

7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	176
7.2 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	179
REFERÊNCIAS.....	181
Apêndices.....	186

CAPÍTULO I – APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

1. DEMARCAÇÃO DO FENÔMENO

O presente capítulo irá dissertar sobre a contextualização do tema escolhido, delineamento do mesmo, problema de pesquisa, hipótese a ser testada e verificada, bem como os objetivos geral e específicos para a realização deste trabalho. Por fim, para encerrar este capítulo, apresenta-se a justificativa de escolha do tema.

1.1 INTRODUÇÃO

A área de jogos digitais em escala mundial tem alcançado grande e notável destaque na mídia. Tem feito grandes investidores voltar-se para esta indústria que, apesar de muito jovem, há aproximadamente 20 anos atrás iniciou uma escalada rumo ao seu crescimento profissional de forma massiva e hoje o está alcançando cada vez mais. Basta observar os principais lançamentos mundiais para se ter uma ideia deste mercado. Segundo o site *VGCharts*¹, jogos como *Grand Theft Auto V*, publicado pela desenvolvedora *Rockstar* para as plataformas PS3 e Xbox 360 venderam até o fim do primeiro semestre de 2014, mais de 31 milhões de cópias, sendo arrecadado algo em torno de mais de 1 bilhão e 800 milhões de dólares. Considerando ainda um custo de produção de 265 milhões de dólares (utilizando como exemplo um valor fixo de venda em torno de 60 dólares para cada caixa de jogo).

Para entender a potência da indústria de jogos, deve-se observar não apenas os jogos vendidos em caixas, mas também as transações online para se ter uma ideia da dimensão que estes dispositivos digitais chegam. O site *Steam*², desenvolvido pelo estúdio de jogos *Valve*, é hoje um dos principais portais de venda, compra, e uso de jogos de modo doméstico. Ele dispõe de um sistema de controle por meio de gráficos em que se podem ver a quantidade de usuários online e usuários jogando pelo mundo todo. Em consulta feita no dia 5 de setembro de 2014,

¹VGCharts. **CGChartz**. Disponível em:
<<http://www.vgchartz.com/>>. Acessado em: 05 de setembro de 2014 as 12 horas.

² Valve Software. **Steam Powered**. Disponível em:
<<http://media.steampowered.com/apps/dota2/workshop/Dota2CharacterArtGuide.pdf>>. Acessado em: 07 de novembro de 2014 as 18 horas.

as 13h 30min do horário de Brasília, haviam 5.141.298 jogadores online, sendo que destes, 1.397.118 estavam jogando. Os 5 principais jogos que estes jogadores estavam jogando eram, em ordem de número de aplicações iniciadas, *Dota 2*, *Counter-Strike: Global Offensive*, *Team Fortress 2*, *Football Manager 2014* e *Sid Meier's Civilization V*. Todos os jogos listados tem a opção de modo *Multiplayer* (Multijogador), ou seja, pessoas jogam contra pessoas utilizando entidades representativas de si mesmos dentro do jogo.

Outros grandes sites em que se pode adquirir jogos é o *Apple Store*³ e *Google Play*⁴, nos quais é possível obter jogos para *tablets* e aparelhos telefônicos para os sistemas operacionais *IOs* e *Android*. O site *Statista*⁵ fornece dados estatísticos mês a mês do total de *downloads* de jogos, sendo que no mês de junho de 2014 chegou a 74 bilhões de downloads em todo o mundo. O site *App Brain Stats*⁶, em consulta feita também no mês de junho de 2014, informa que a *Google Play* tem um arsenal de jogos com mais de 1.360.396 jogos disponíveis para download.

Uma das principais empresas pesquisadoras de mercado dos Estados Unidos, a *Garther Inc.* realizou uma pesquisa em 2010 para o site *Games Industry*⁷, onde revelou que nesta ocasião o faturamento de jogos era de mais de 67 bilhões de dólares e que haveria uma previsão de faturamento para mais de 74 milhões para 2011. Ainda para fins de comparação, a mesma pesquisa apontou que o mercado de cinema faturou em torno de 27 bilhões em 2010 e o mercado de música pouco mais de 40 bilhões de dólares.

³ Apple. **Itunes**. Disponível em:
<<https://itunes.apple.com/br/genre/ios/id36?mt=8>>. Acessado em 5 de setembro de 2014 as 15 horas.

⁴ Google. **Google Play**. Disponível em:
<<https://play.google.com/store>>. Acessado em 5 de setembro de 2014 as 16 horas.

⁵ Statista. **Statista**. Disponível em:
<<http://www.statista.com/statistics/263794/number-of-downloads-from-the-apple-app-store/>>.
Acessado em: 05 de setembro de 2014 as 14 horas.

⁶ App Brain. **App Brain Stats**. Disponível em:
<<http://www.appbrain.com/stats/number-of-android-apps>>. Acessado: em 05 de setembro de 2014 as 15 horas.

⁷ Games Industry. **Games Industry**. Disponível em:
<<http://www.gamesindustry.biz/articles/2011-07-05-more-than-USD74-billion-will-be-spent-on-games-in-2011>>. Acessado em: 7 de novembro de 2014 as 14 horas.

Uma pesquisa feita pela Associação Brasileira das Desenvolvedoras de Jogos Eletrônicos (ABRAGAMES, 2008) revelou que na ocasião, jogos do tipo *Next-gen* (referiam-se as “próximas gerações de consoles de vídeo games” como Xbox 360 e *Playstation 3*), contavam com crescimento de quase 40%. Para jogos voltados a celulares foi registrado 15% de crescimento, jogos para web registrou 35% e jogos para computadores apenas 10%.

O site *New Zoo*⁸ realizou uma pesquisa em 2014 para identificar o perfil de consumidor de jogos em escala mundial, bem como evidenciar os principais números de vendas e tipo de consumo de jogos por países no mundo. Este estudo revela que o Brasil está em décimo primeiro lugar no ranking do Mercado de jogos, ficando atrás de países como EUA, China, Japão, Alemanha, Reino Unido, França, Canadá, Itália e Espanha, que ocupam, respectivamente, do primeiro ao décimo lugar. Todos os 10 primeiros países deste ranking são as maiores potências em jogos conhecidos hoje. O estudo revela ainda que do universo de jogadores no Brasil que é de 48 milhões, 36% desta população consome jogos pelo menos uma vez por semana e que 61% gasta algum dinheiro com jogos. O estudo da *New Zoo* aponta ainda que 14 de 16 entrevistados afirmam que tem parentes que possuem o hábito de jogar. O estudo revela ainda que os dispositivos mais usados para jogar são o computador pessoal (com 47,1 milhões), telefones celulares (34, 6 milhões), consoles de entretenimento (33,7 milhões) e outros dispositivos portáteis (17,8 milhões). Por fim, o estudo aponta um mapeamento que representa o perfil do consumidor de jogos brasileiro: jogos do tipo social/casual são os mais jogados, sendo para isto utilizados consoles que tem saída gráfica em televisores ou mesmo telefones celulares.

Os jogos para computadores são notadamente aqueles que mais demandam recursos gráficos e tecnológicos, sendo alguns chamados de AAA (“Triple A”, em referência a jogos de altíssima qualidade), portanto são mais sofisticados com relação a *Smart Phones*, *Tablets* e jogos sociais como os *Advergamos*⁹. Segundo

⁸ *New Zoo*. **New Zoo**. Disponível em: <<http://www.newzoo.com/infographics/infographic-the-brazilian-games-market/>>. Acessado em: 05 de setembro de 2014 as 14 horas.

⁹ *Techtudo*. **Techtudo**. Disponível em: <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2013/12/advergamos-e-um-segmento-altamente-rentavel-nos-jogos-diz-executivo.html>. Acessado em 10 de fevereiro de 2015 as 11 horas.

artigo do site *Polygon*¹⁰, seus custos de produção são consideravelmente mais elevados, tanto pelo tempo que demoram para ser produzidos, quanto ao custo com profissionais envolvidos para sua produção. Conforme entrevista para o canal G1¹¹, a professora da USP Roseli de Deus Lopes e o Diretor Vice-Presidente da ABRAGAMES, Frederico Vasconcelos, enfatizam as várias posições de trabalho que a área de jogos permite atuar, mas ao mesmo tempo, deixam claro que faltam profissionais para ocupar devidamente estas posições por conta de falta de formação específica. Talvez este fato mude com os próximos anos, pois cada vez mais cursos de graduação e cursos tecnológicos estão abrindo e formando profissionais mais preparados para atender a demanda do setor.

Acima de tudo deve-se observar o mercado consumidor e o desenvolvedor de jogos, e através disto, buscar entender e identificar as melhores formas de produção que permitam a massificação de resultados. Para Keith (2010, p. 22), um dos benefícios dos desenvolvimentos interativos é a produção em pequenas etapas incrementais que vão satisfazendo o cliente final (que no contexto desta pesquisa pode ser um cliente interno – desenvolvedor -, como um cliente externo, que de fato paga pelo projeto).

Com relação ao corpo de desenvolvedoras no Brasil, em 2008, conforme pesquisa da ABRAGAMES (2008, p. 3), haviam 42 empresas produzindo jogos digitais, empregando em torno de 560 profissionais, a qual geravam um produto nacional bruto de 87,5 milhões de reais. Com relação ao perfil técnico destas empresas, os mais comuns eram artistas gráficos e programadores.

Em contrapartida, em 2014 foi feita uma nova e atualizada pesquisa financiada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para mapear a indústria global e nacional de jogos, liderada pelo professor Afonso Fleury (POLI-USP), em um trabalho que envolveu 25 pesquisadores de universidades de todo o país, como a PUC-SP, USP, UFRJ, UFBA, UFP, e a própria POLI. Esta pesquisa (FLEURY; NAKANO, 2014) revelou que atualmente no Brasil o corpo de desenvolvedoras apontadas adquiriu maior qualificação profissional para

¹⁰Polygon. **Polygon**. Disponível em:

<<http://www.polygon.com/2012/10/1/3439738/the-state-of-games-state-of-aaa>>. Acessado em 10 de fevereiro de 2015 as 11 horas.

¹¹G1. **Jornal Hoje**. Disponível em:

<<http://g1.globo.com/jornal-hoje/videos/t/edicoes/v/mercado-de-jogos-eletronicos-cresce-no-brasil-e-gera-empregos/2693525/>>. Acessado em 20 de dezembro de 2014 as 10 horas.

desenvolver um trabalho que possa se equivaler ao praticado no exterior, mas ainda assim carece de mais evolução. O estudo aponta que o faturamento médio anual das desenvolvedoras no Brasil, que contabilizam até 240 mil reais, corresponde a 74,4%. As demais, 21,6% que responderam a pesquisa informaram um faturamento maior que 240 mil reais, mas menor que 2,4 milhões de reais. E uma pequena minoria (apenas 4%) respondeu que tem faturamento anual maior que 2,4 milhões de reais ou iguais a 16 milhões. O mesmo estudo aponta ainda que estas desenvolvedoras são fundadas por pessoas jovens, que seu tempo de fundação não é maior que 5 anos e que o maior crescimento de criação de empresas no setor se deu de 2009 em diante.

Segundo esta pesquisa ainda, com relação as Instituições de Ensino Superior (IES), hoje existem mais de 40 instituições que fornecem subsídios para formar massa crítica e inteligência cultural na área. Isto contabilizando apenas as instituições que já passaram por todas as etapas de reconhecimento de curso proposto pelo MEC (FLEURY; NAKANO, 2014). Outras instituições que não as universidades também estão ofertando cursos profissionalizantes para a área de jogos digitais, como é o caso da escola Melies e do SENAC, além de cursos oferecidos pelo sistema PRONATEC, onde a instituição Uniritter *Laureate International Universities* oferta o curso de Programação de Jogos Digitais em Porto Alegre/RS.

A indústria de jogos digitais também é responsável por grande parte do desenvolvimento de novos *hardwares* para consoles de vídeo games, além de computadores e *Smart Phones*, pois estes precisam ser capazes de executar tais aplicações de jogos. Pesquisas intensas em equipamentos são feitas para atender a demanda dos jogos digitais, pois, a cada ano novos recursos gráficos são exigidos e o arsenal tecnológico precisa se renovar. A cada ano ainda, quanto mais processamento gráfico os dispositivos eletrônicos são capazes de processar, mais efeitos visuais e realismo gráfico são adicionados nos jogos digitais (FLEURY; NAKANO, 2014).

No Brasil a indústria está se organizando para absorver profissionais de tantas áreas quanto forem as necessárias para se desenvolver um bom projeto de aplicativo de jogo. A partir desta premissa, observa-se que se faz necessário buscar

profissionais realmente qualificados, e a academia acaba por proporcionar o melhor ambiente de formação destes profissionais.

Analisando então o contexto em que o Brasil se encontra, estima-se que o cenário de produção de jogos digitais pode se comparar a uma “verdadeira indústria de chão de fábrica” onde os recursos são escassos, o tempo é curto e a mão de obra precisa ser otimizada sempre que possível. Dentro da indústria de jogos digitais existem métodos e processos de produção que funcionam dentro de tempos estimados e permitem chegar aos mesmos resultados quando utilizados da forma correta no tempo certo.

Todavia, o que acontece quando estas mesmas metodologias precisam ser “estressadas” para ser utilizadas dentro de um prazo inferior ao que precisam para funcionar, resulta em verdadeiros erros de gestão. Bem antes de se pensar em desenvolvimento ágil aplicado aos jogos digitais, em 2005, Araújo e Galina apontam que

“Em uma realidade onde os prazos são cada vez mais curtos, onde cada correção de erro deduz um valor considerável em projetos, busca-se nas metodologias tais como: *XP*, *Scrum* e *Lean Software Development*, maneiras de agilizar o processo de desenvolvimento de software” (ARAÚJO; GALINA, 2005).

As metodologias ágeis são ferramentas que vieram dos preceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) que por sua vez vieram do que se conhece hoje como filosofia *Lean*. Esta filosofia, discutida mais adiante neste trabalho, busca a melhoria contínua a partir da observação do contexto geral de produção e dela, agregar ferramentas que possam assegurar o controle da produção de projetos de modo ágil e iterativo. São instrumentos que permitem acompanhar, gerenciar e definir aspectos de produção, bem como possibilitam a gestores e profissionais envolvidos, gerir de melhor maneira o tempo de produção, com melhorias contínuas.

Em produção de software, são mais conhecidas as ferramentas de *Scrum* e *Extreme Programming* (XP), também discutidas mais adiante neste trabalho. No desenvolvimento de software, para assegurar que um produto seja entregue com qualidade quando este tem seu prazo de desenvolvimento encurtado e um volume de atividades alto, utilizam-se metodologias ágeis. Nestas metodologias, tanto o

processo quanto o produto são verdadeiramente importantes, pois segundo Lacerda et al., “a complexidade em determinar que a qualidade é extremamente alta, é fruto de uma combinação de elementos subjetivos e quantitativos” (2011, p. 34).

O presente trabalho versa sobre como desenvolver modelos tridimensionais aplicados em jogos digitais, produzidos com a metodologia sistematizada do design, aplicando-se filosofia e princípios de métodos ágeis. Visa-se então chegar a um conjunto de melhores práticas ágeis aplicáveis ao desenvolvimento de modelos tridimensionais. Desta forma estima-se contribuir para que o profissional possa desenvolver seu produto dentro de prazos curtos, mas ainda assim com flexibilidade de produção e metodologia sistematizada de forma a melhor gerir o processo como um todo. Entenda-se que aqui não se está considerando “ágil” como o profissional rápido na velocidade de execução de atividades, mas sim aquele que “melhor entende o contexto” e dele consegue definir prioridades e ferramentas necessárias para realizar o projeto do melhor modo.

1.2 DESCRIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS OBJETIVAS

O estado atual de produção de modelos digitais nunca esteve tão evoluído: conta com tecnologia de *hardware* e *software* o suficiente para que complexas geometrias sejam produzidas. Alguns profissionais realmente são qualificados e experientes para utilizar tais ferramentas e produzir modelos fantásticos, ricos em detalhes e acabamentos. Mas o que define uma pessoa como capaz ou não de realizar um bom modelo digital? Pode-se dizer que, a partir do domínio técnico mínimo de uma determinada ferramenta, com o tempo, a pessoa é capaz de produzir artefatos de arte desde que observe o que intenciona produzir e que tenha boa bagagem de conhecimento prévio.

Este fenômeno é observado na indústria do cinema quando Lucena explica sobre como se dá o processo evolutivo da arte de animar (LUCENA, 2002). Segundo este autor, na evolução histórica do cinema, sempre que uma variável técnica (por exemplo, o desenvolvimento de um novo equipamento) era inserida na produção cinematográfica, durante um tempo com este equipamento nada de arte era produzido. Com o tempo, com a execução repetida da mesma, resultados estéticos mais refinados surgem. Durante certo período este ciclo se mantém, até que uma nova variável seja inserida no meio (por exemplo, outro equipamento técnico mais

evoluído e com novos recursos), causando uma nova evolução nas técnicas. Inicia-se novamente o processo de entendimento da técnica, produção de artefatos estéticos funcionais e em seguida passando-se a fazer artefatos mais bem-acabados, chegando ao nível de arte.

É preciso ter em mente que os modelos tridimensionais são usados em diferentes mídias conhecidas, como os jogos digitais, cinema, publicidade e propaganda, sendo que os modos de produção para um e para outro se assemelham em alguns pontos, mas ainda assim, são distintos. Alguns profissionais possuem técnicas tão apuradas de desenvolvimento destes modelos que são capazes até mesmo de confundir a audiência sobre a existência ou não destes quando vistos em tela. Como exemplo, pode-se citar o artista Neville Page¹², responsável pela criação de personagens do filme *Avatar*, dirigido por James Cameron, lançado em 2009. Ele foi responsável pela produção dos modelos de personagens do filme, na questão da escultura digital. Dependendo da cena em que estão aparecendo, conforme a Figura 1 ilustra, aliado a todos os efeitos especiais, animação e revestimento em textura dos modelos, estes podem convencer de que realmente são seres que existem.

Figura 1 - Imagem de personagens do filme Avatar (2009).



Fonte: site de Imdb¹³.

¹²Hero Complex. **Hero Complex**. Disponível em: <<http://herocomplex.latimes.com/uncategorized/avatar-designer-asnwars-the-delgo-criticisms-its-so-apples-and-oranges/>>. Acessado em 10 de novembro de 2014 as 10 horas.

¹³IMDB. **IMDB**. Disponível em: <www.imdb.com/media/rm3888877056/tt0499549?ref_=ttmi_mi_all_sf_75#>. Acessado em: 05 de novembro de 2014 as 17 horas.

Assim como na indústria do cinema, a indústria de jogos tem seus modos de produção de modelos. Diferentes autores [(FOX, 2004, p. 120) e (Lima & Meurer, 2011, p. 21)] definem a forma como os modelos tridimensionais precisam ser construídos, mas em suma, eles intencionam dizer o mesmo: deve haver antes de tudo a preocupação operacional de construção de modelos, compreendida por aspectos técnicos e funcionais, seguida posteriormente de preocupação estética.

1.3 DELIMITAÇÃO DO NÍVEL DE INVESTIGAÇÃO DO FENÔMENO

Considerando a realidade do Brasil na questão do desenvolvimento de jogos digitais, onde os profissionais atuam com várias limitações (orçamentárias, ferramentas de produção ou mesmo qualificação específica e adequada ao trabalho, bem como o próprio tempo para o trabalho), deve-se esperar que os profissionais envolvidos na área busquem alternativas de produção de seu trabalho. Nesta ótica, cabe aqui a inserção de novas técnicas ou, melhor ainda, a aplicação de filosofia e princípios eficazes comprovados de outras áreas, como as da produção ágil de softwares, que deriva dos preceitos da produção enxuta do modelo Toyota de Produção.

Tal filosofia e princípios, não tratam apenas sobre o uso de ferramentas ágeis que permitem desenvolver as tarefas dentro de prazos curtos, tratam de questões ideológicas e culturais, que quando entendidas e bem aplicadas, permitem um melhor padrão metodológico de desenvolvimento de modelos tridimensionais, observando a necessidade real de desenvolvimento. Liker (2005, p. 32) aponta que “o modo de pensar enxuto baseado no modelo Toyota envolve uma transformação cultural muito mais profunda e mais abrangente do que a maioria das empresas pode sequer imaginar”, sendo esta a razão pela qual se acredita que a inserção de filosofia e princípios enxutos irá contribuir para a melhoria incremental de desenvolvimento de modelos tridimensionais para a realidade de desenvolvimento de jogos digitais no Brasil.

Para Liker (2005, p. 31), apenas a adoção de ferramentas de produção (por exemplo, trabalho padronizado, sistema de puxar e verificação de erros) não são o suficiente para transformar uma empresa tradicional em uma empresa enxuta. Para ele, “o poder por trás do STP é o comprometimento administrativo de uma empresa

com o permanente investimento em seu pessoal e promoção de uma cultura de melhoria contínua”.

Questões como *Lead Time* (tempo de produção) são relevantes para a produção no sistema STP, pois ele refere-se a redução do tempo de produção “por meio da eliminação das perdas em cada passo de um processo e leva a uma melhor qualidade e à redução do custo, enquanto aumenta a segurança e o moral” (LIKER, 2005, p. 45). Do mesmo modo o *Just-in-Time* (JIT) “é um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas que permitem que a empresa produza e entregue produtos em pequenas quantidades, com *Lead Times* curtos, para atender às necessidades específicas do cliente” (LIKER, 2005, p. 43) que contribui para o *Kaizen*. A melhoria contínua é chamada de *Kaizen* e ela “ensina aos indivíduos as habilidades para trabalhar de modo eficiente em pequenos grupos, resolver problemas, documentar e melhorar processos, coletar e analisar dados e auto administrar-se num grupo de colegas” (LIKER, 2005, p. 44). Ou seja, o entendimento do *Kaizen* e sua implementação podem ajudar os profissionais a melhorar seu desempenho em projetos.

Já Beck (2010, p. 21) aponta que para o desenvolvimento ágil de softwares, o foco reside na construção do conhecimento sobre o valor, custo, tempo e ajuste do planejamento para a realidade. Beck (2010, p. 21) também aponta que para melhorar o custo e qualidade, os publicadores e desenvolvedores estão sempre tentando manter os custos baixos através da busca de oportunidades para desenvolvimento externo de arte e programação, baseando-se em soluções informatizadas e reduzindo o montante de conteúdo entregue do jogo.

Para compreender a eficácia da inserção de filosofia e princípios ágeis em processos de produção de modelos tridimensionais para jogos digitais, se faz necessário compreender sua produção hoje. Na grande maioria das vezes, eles são produzidos utilizando métodos sequenciais tidos aqui como tradicionais. Segundo Teles (2006, p. 30), o termo define que são projetos lineares que seguem uma sequência de fases. Em oposição, Teles (2006, p. 31) também aponta que os métodos ágeis são definidos como sendo iterativos, adotando em cada fase evolutiva do projeto um momento para revisões e ajustes antes de prosseguir as demais fases. Ou seja, nos processos ágeis o produto é desenvolvido aos poucos,

analisado e testado, onde a cada nova iteração de seu desenvolvimento, mais elementos são agregados e este, resultando em maior entrega de valor ao cliente.

Lacerda *et al.* (2004, p. 4) comenta que dentro desta diferenciação entre os métodos tradicionais e os ágeis, existe o enfoque na adaptação, a qual as atividades vão sendo administradas conforme a demanda. Scott *et al.* (2014, p. 57), comenta também que é percebido que características individuais afetam nos resultado de produção das equipes que utilizam métodos ágeis, o que pode influenciar os resultados. Cohn (2011, p. 305) aponta que os profissionais que trabalham com novas práticas de desenvolvimento de software são ágeis e não planejados, referindo-se ao fato de que o trabalho de desenvolvimento ágil é pautado na mudança e adaptação de situações.

Para a produção de modelos tridimensionais, especificamente na área de jogos digitais, algumas situações são difíceis de resolver, principalmente quando o tempo para se achar soluções é escasso. Problemas como os recursos humanos, o domínio de ferramentas, a preocupação com certas etapas desnecessárias, e mesmo, problemas orçamentários, são fatos corriqueiros na indústria de jogos, mas não exclusivamente, pois outras indústrias sofrem dos mesmos males. A partir da ótica ágil, infere-se que é possível resolver, ou ao menos amenizar tais situações. Por exemplo, considerando que o trabalho individual possa ser mais importante que os processos e ferramentas adotadas, bem como realizar o jogo de modo funcional é mais importante que documentar tudo, além da colaboração entre todos os desenvolvedores e maturidade na aceitação de mudanças são pontos que a ótica ágil parece poder contribuir para melhorar as práticas de desenvolvimento de jogos e objetos de arte.

1.4 PROBLEMA DE PESQUISA

Como a utilização de filosofia e princípios dos métodos ágeis de desenvolvimento de software no processo de design pode contribuir para o desenvolvimento de modelos tridimensionais personalizáveis para uso em jogos digitais?

1.5 OBJETIVOS DA PESQUISA

A seguir são apresentados os objetivos desta pesquisa. Tais objetivos são divididos em geral e específicos.

1.5.1 Objetivo Geral

Proposição de um conjunto de melhores práticas ágeis aplicáveis aos jogos digitais, tendo como referencial a filosofia *Lean*, com foco no desenvolvimento de modelos tridimensionais.

1.5.2 Objetivos Específicos

Investigar a fundamentação teórica sobre o tema delimitado;

Traçar um panorama sobre a ligação entre jogos digitais, design e métodos ágeis;

Identificar e documentar a filosofia e os princípios sobre metodologias ágeis;

Identificar e documentar técnicas e métodos de produção tradicionais de modelos tridimensionais para jogos digitais;

Elencar o conjunto de melhores práticas ágeis de desenvolvimento de modelos tridimensionais digitais, segundo a filosofia de trabalho dos métodos ágeis;

Realizar aplicação de experimento para o desenvolvimento de modelos tridimensionais com a utilização de práticas ágeis;

Mensurar os resultados de trabalho do experimento a partir das práticas ágeis elencadas, com base nos indicadores definidos.

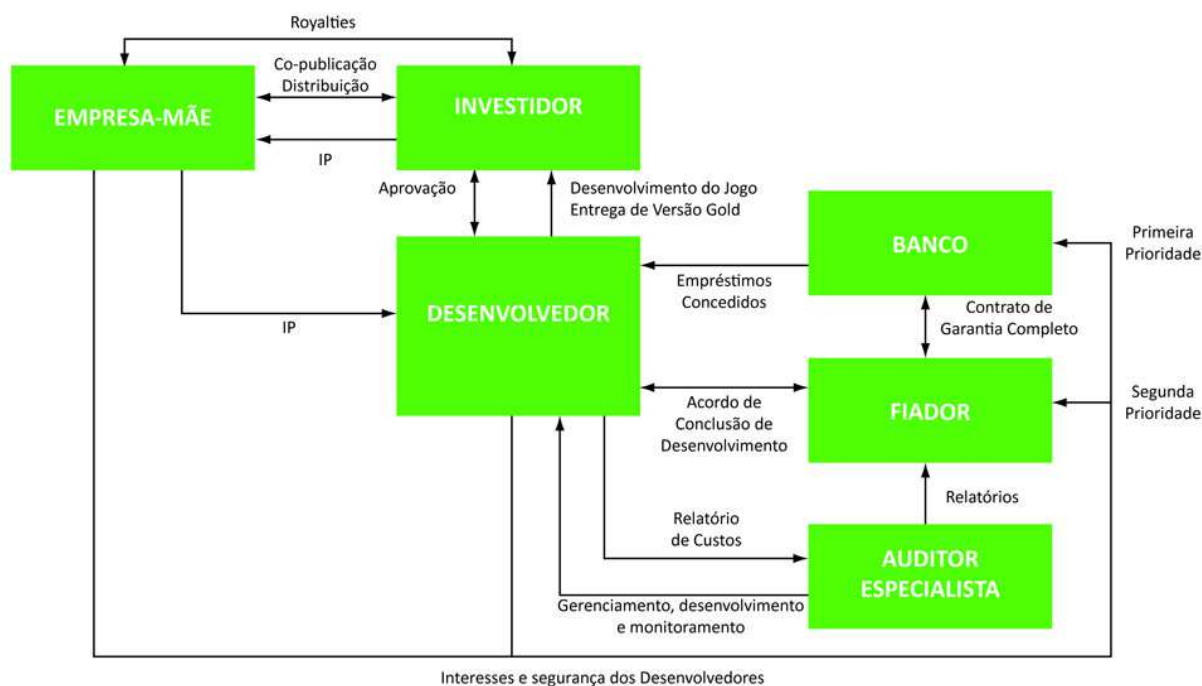
1.6 HIPÓTESE DE PESQUISA

A aplicação de filosofia e princípios de métodos ágeis de desenvolvimento de software, aliados ao design e devidamente adaptados ao desenvolvimento de modelos tridimensionais e digitais, contribuem para a melhoria incremental da produção de modelos personalizáveis para jogos digitais.

1.7 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A indústria de jogos digitais em nível global é muito bem estabelecida, tendo desde profissionais qualificados, a empresas técnicas e especializadas. Em termos de investimento muitas são as oportunidades disponíveis para quem tem capital disponível para investir, o que permite a oferta de mão-de obra. Um destes investimentos pode vir de um investidor anjo (conforme o site Anjos do Brasil¹⁴, o termo designa uma pessoa física que aplica seu capital em pequenas empresas, geralmente, *Startups*, que tenham alto potencial de crescimento), investidor de mercado ou mesmo por ações de financiamento coletivo como o *Kickstarter*. Segundo o site *Digi Capital*¹⁵, em pesquisa feita em 2011, a forma de aquisição de financiamento na área de jogos digitais hoje está muito próxima da área fílmica, conforme pode ser visto na Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Fluxograma de financiamento das desenvolvedoras de jogos digitais.



Fonte: Digi Capital (2011).

¹⁴ Anjos do Brasil. **Anjos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.anjosdobrasil.net/o-que-e-um-investidor-anjo.html>>. Acessado em 27 de setembro de 2014 as 11 horas.

¹⁵Digi Capital. **Digi Capital**. Disponível em: <<http://www.digi-capital.com/>>. Acessado em 10 de outubro de 2014 as 9 horas.

Segundo este fluxograma, o Investidor pode procurar um Desenvolvedor para que execute um projeto idealizado por ele mesmo. Ou ainda este mesmo Investidor pode dispor de capital para investir livremente, neste caso ele procura um desenvolvedor que possa aplicar este capital em um projeto inovador. As intenções podem variar, o Investidor pode já dispor de pesquisa prévia sobre quais os melhores tipos de jogos deve investir, ou pode aceitar propostas de desenvolvedores. Independente disto, o estúdio que irá desenvolver o jogo a qual o Investidor irá apoiar, recebe a visita de um Auditor Especialista que avalia se o referido estúdio de fato é capaz de executar o projeto. Os apontamentos do Especialista passam pela análise de um Fiador que pode dar um suporte adicional ao projeto. Ambas as análises são remetidas ao Banco financiador que por sua vez pode liberar um financiamento de capital do Investidor.

Os jogos digitais são hoje, conforme Novack (2010, p. 74) e Fleury & Nakano (2014), uma das principais ferramentas para Arquitetura e Construção Civil, Construção de Comunidades, Educação, Entretenimento, *Marketing* e Publicidade além de Recrutamento e Treinamento. Empresas têm investido pesado na capacitação de seus colaboradores por meio de produtos oriundos dos jogos digitais. Ou seja, elas têm solicitado a estúdios para que sejam desenvolvidos materiais de treinamento em formato de jogo.

Um dos pontos que pode favorecer ao financiamento de projetos é a capacidade produtiva de estúdios com metodologia clara e declarada. Um estúdio que possui todos os seus processos mapeados, que identifica claramente seus profissionais e pontua claramente seus pontos fortes e fracos, tem mais peso ao encaminhamento de projetos a órgãos de fomento, do que aquele estúdio que não tem seus processos devidamente mapeados e geridos.

A aplicação de práticas ágeis, por exemplo, permite desde o mapeamento de processos, até a organização de equipes para desenvolver projetos em nível administrativo e técnico mais bem resolvidos. Conforme (KEITH, 2010, p. 40), práticas ágeis nada mais são do que “um pequeno número de práticas simples que os times de desenvolvimento de jogos aplicam nos projetos”. Estas simples práticas possibilitam o desenvolvimento de atividades dentro de projetos, como uma forma de melhor conduzir os trabalhos.

O uso da filosofia e princípios ágeis do desenvolvimento de software, aliados ao desenvolvimento técnico tridimensional de modelos digitais para jogos pode gerar uma nova perspectiva de produção. Tal perspectiva pode ser desenvolvida e aplicada em vários campos de atuação de uma empresa de jogos digitais. Assim como ocorre na filosofia *Lean* e STP, a disseminação dos conceitos deve estar distribuídos, compreendidos e aplicados em todos os setores da empresa para que de fato os métodos ágeis de produção possam proporcionar os efeitos desejados.

Como exemplo, considera-se que um desenvolvedor para finalizar um modelo de personagem digital seriam necessários 5 dias úteis com 40 horas trabalhadas nesta atividade [considerando as regras da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) no Brasil, o dia de trabalho conta com 8 horas] para dispor o modelo finalizado desde sua modelagem, até o mapeamento e textura. Imaginando agora que este mesmo desenvolvedor foi convidado a participar de um projeto onde ele deve desenvolver um aplicativo de jogo multijogador, onde devem constar não um, mas 16 personagens diferenciados e que o prazo de entrega do aplicativo é de 3 meses a contar da data de assinatura de contrato. Em um cálculo rápido pode-se observar que este desenvolvedor levará 80 dias para desenvolver os modelos, o equivalente a pouco mais de 2 meses e meio, restando apenas 2 semanas para realizar todo o resto do processo (que consiste na preparação do modelo para animação, animação efetivamente, cenários, programações, testes, implementações, etc.). Fica claro que a viabilidade deste projeto nestas condições é baixa, mesmo assumindo que se pode contratar outros profissionais para ajudá-lo (fatalmente a equipe precisa estar integrada para que tudo funcione, o que pode aumentar as chances de conflitos internos por conta do entrosamento da mesma).

Pode-se buscar exemplos de produção onde o uso de métodos ágeis pode ajudar. Cita-se aqui que a Universidade Feevale conta com um Projeto de Ensino denominado *Health Simulator* (LIMA *et al.*, 2015)., a qual é um simulador de atendimentos clínicos que será utilizado para ajudar na aprendizagem de alunos da área da saúde com relação aos conteúdos vistos em aula. Tal simulador está em desenvolvimento e conta com interface tridimensional que dispõe de cenários e personagens. A demanda produtiva prevê a necessidade de animações, interfaces de comunicação com usuário, banco de dados, programação geral e de redes médicas relativas a doenças que os casos clínicos simulam. A demanda de arte e design deste projeto é muito elevada (para personagens, quase 300 modelos

distintos são previstos, por exemplo), de modo que, tradicionalmente no âmbito acadêmico os recursos são escassos e a mão de obra nem sempre é a mais qualificada. Grande desafio se encontra neste projeto na questão de sua produção de arte e design, onde infere-se que o uso de práticas ágeis advindas da filosofia *Lean* contribuem positivamente para a conclusão dos modelos. O projeto *Health Simulator* será melhor detalhado ao longo desta pesquisa, onde no Experimento, será utilizada uma amostra do universo de produção do mesmo como forma de testar a hipótese deste trabalho.

Neste contexto, mas agora observando áreas correlatas como a da Engenharia de Software, percebe-se que o conceito de métodos ágeis pode também ser um caminho para a otimização da produção de softwares mantendo um alto padrão de desenvolvimento, mas com a flexibilidade de se poder atuar em ritmo acelerado dentro de um padrão passível de replicação de resultados. Vários conceitos são associados a produção ágil de software, de modo geral levam em consideração a interação das pessoas nas atividades, considerando ainda o trabalho como sendo executado de modo incremental, aplicando melhorias em cada interação. Este modo de planejar e executar permite a eliminação de desperdícios de trabalho, seja de tempo, qualidade ou mesmo defeitos de produtos [(BECK, 2004), (COHN, 2011) e (SATO, 2009)].

Toda forma de conduzir projetos utilizando métodos ágeis, é pautado pelo manifesto ágil apresentado por Lacerda *et al.* (2004) e diversos outros autores, melhor discutido adiante nesta pesquisa:

Indivíduos e interação MAIS QUE processos e ferramentas;

Software em funcionamento MAIS QUE documentação abrangente;

Colaboração com o cliente MAIS QUE negociação de contratos;

Responder a mudanças MAIS QUE seguir um plano.

Este manifesto é o guia norteador de produção que utilize qualquer método ou sistema ágil de desenvolvimento de software, a qual vê-se claramente a preocupação com o indivíduo, o projeto e o valor de entrega ao cliente como sendo os pontos de maior relevância. Segundo Sommerville (2007, p. 5), a engenharia de software “é uma disciplina de engenharia que relaciona todos os aspectos da

produção de software, desde os estágios iniciais de especificação do sistema até a sua manutenção”. Pode-se inferir que outras disciplinas podem fazer uso desta relação, como por exemplo, os jogos digitais, mais especificamente a produção de arte. A área de jogos, em especial a arte tridimensional, para a situação apontada anteriormente, certamente poderia se beneficiar destas práticas para garantir que sua produção seja feita dentro do prazo do projeto e oferecendo a maior e melhor flexibilidade. Este trabalho se apresenta relevante para a área da pesquisa, pois busca estudar meios de viabilizar o desenvolvimento de arte de elementos de jogos, em condições que se requer abordagens diferenciadas com aporte de áreas com os métodos ágeis. A partir deste trabalho pode-se abrir espaço para se pesquisar, dentro dos jogos digitais, outras formas pela qual os métodos ágeis podem contribuir não apenas na arte ou programação, mas sim, diversas áreas do setor.

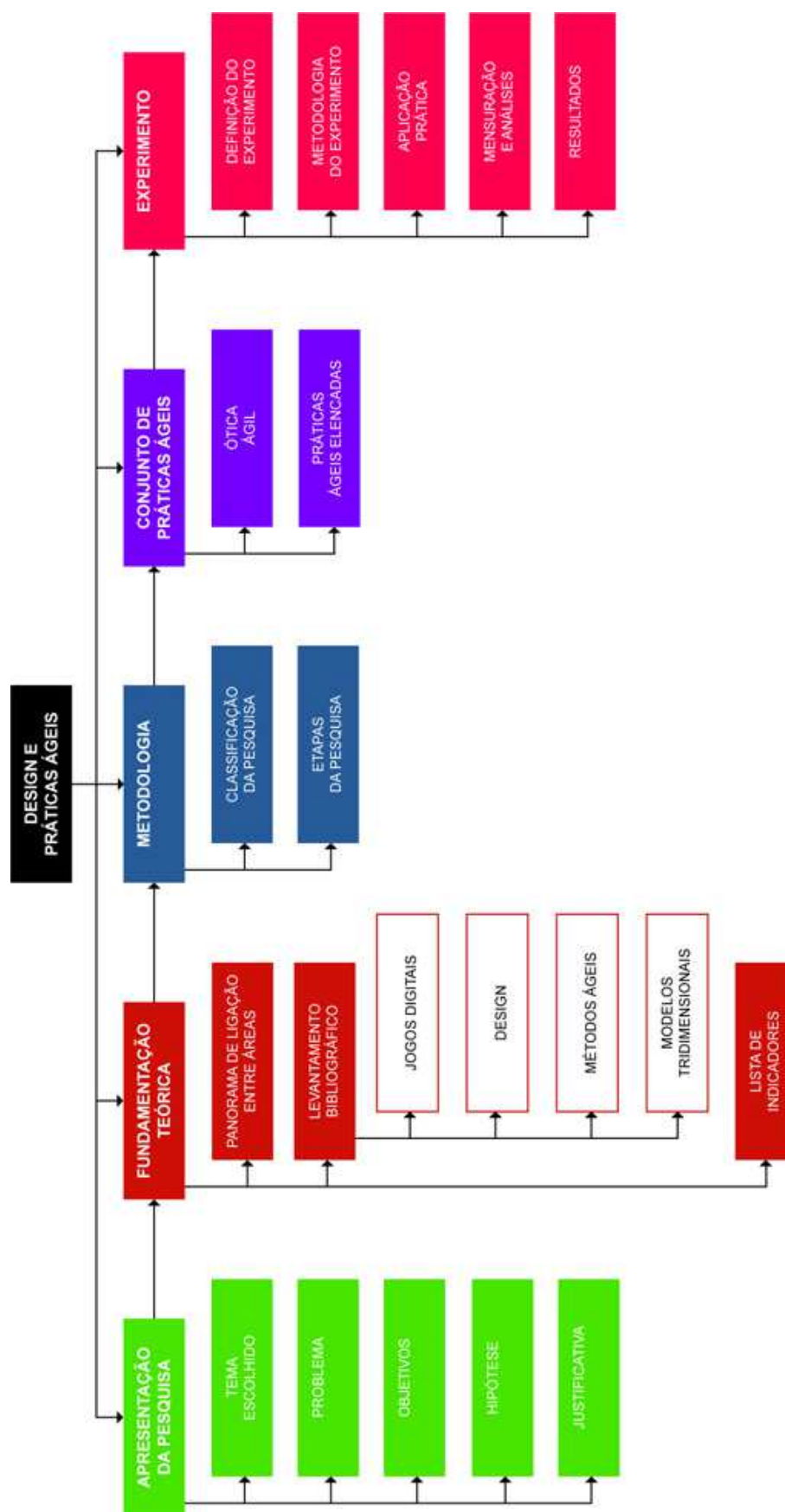
1.8 ESTRUTURA DE PESQUISA

A seguir é apresentada a Figura 3, que mostra a estrutura organizacional associada a esta pesquisa, como forma de ilustrar as etapas previstas e suas sub etapas. O trabalho inicia-se pela apresentação da pesquisa, onde são expostos os elementos de pré-projeto que definem o restante do trabalho.

Em fundamentação teórica são abordados os pilares principais desta pesquisa, que contam com jogos digitais para criar o contexto de trabalho e norte de produção de experimento prático, design e métodos ágeis atuam como elementos que fornecem bases metodológicas para a execução do experimento e modelos tridimensionais referem-se ao produto final que o experimento objetiva. Em lista de indicadores são elencados indicadores de produção para mensuração da pesquisa.

Em metodologia é apresentado o método definido para esta pesquisa, bem como suas etapas. Em conjunto de práticas ágeis, são abordadas as práticas ágeis elencadas como sendo as melhores para a aplicação em trabalhos que envolvam a produção de modelos tridimensionais para jogos digitais. Por fim, no capítulo de experimento é apresentado de fato o experimento prático, sua metodologia de desenvolvimento, aplicação, coleta e mensuração de resultados.

Figura 3 - Estrutura da pesquisa.



Fonte: elaborado pelo autor.

1.9 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentadas a introdução, tema, delimitação do tema e problematização acerca da presente pesquisa, além da contextualização geral do tema que este trabalho aborda. Foram apresentados também os objetivos, hipótese, justificativa e estrutura geral para o desenvolvimento desta pesquisa.

CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

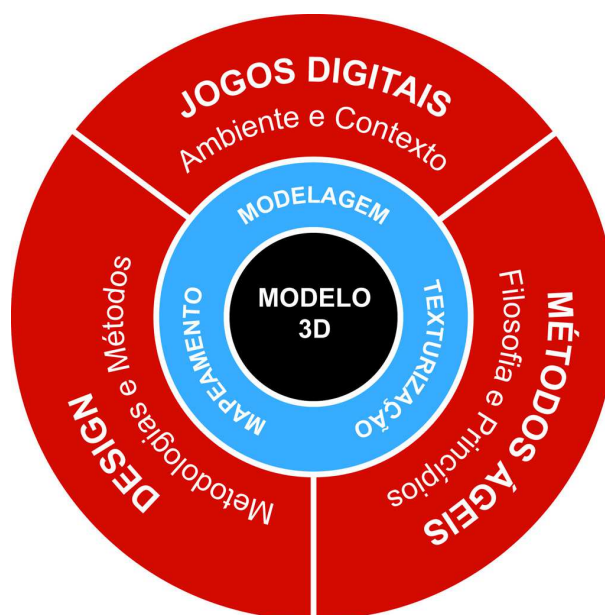
Este capítulo irá tratar da revisão teórica acerca do tema proposto, abordando áreas sobre jogos digitais, design, metodologias ágeis e modelos tridimensionais. É apresentada também a maneira como estas áreas irão se comunicar e como podem contribuir para o desenvolvimento de modelos tridimensionais.

2.1 PANORAMA DE LIGAÇÃO ENTRE JOGOS DIGITAIS, DESIGN E MÉTODOS ÁGEIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS

Conforme a literatura pesquisada, a maioria das aplicações de metodologias e práticas ágeis tem ocorrido na esfera gerencial de projetos, ao passo que nas execuções técnicas não se tem observado tais métodos e práticas sendo utilizados na arte. Existem algumas iniciativas que buscam resolver esta lacuna na programação, como por exemplo, a metodologia de *Extreme Programming* (XP), que ajuda no desenvolvimento técnico de códigos de programação. Práticas como a XP e *Scrum*, onde segundo Kniberg (2007, p. 78) aponta, “o *Scrum* é focado nas práticas de gerenciamento e organização, enquanto o XP dá mais atenção às tarefas de programação”, o que faz com que ambas as metodologias se complementem. Do mesmo modo, estima-se que dispor juntas filosofia e princípios de métodos ágeis com o desenvolvimento técnico de arte tridimensional em jogos digitais, pode resultar em uma nova perspectiva de como fazer arte para jogos.

A seguir é mostrada na Figura 4 um diagrama com a forma como as áreas de jogos digitais, design e métodos ágeis podem se comunicar para o desenvolvimento de modelos tridimensionais e digitais. Este diagrama demonstra também como elas podem atuar na produção de modelos tridimensionais. O disco interno define o objeto foco, o disco do meio define as etapas necessárias a realização deste objeto e o último disco (externo), define que áreas ou conhecimentos são necessários a sua realização.

Figura 4 – Três pilares de produção desta pesquisa com o modelo 3D.



Fonte: elaborado pelo Autor.

Estima-se que os jogos digitais, no âmbito desta pesquisa, podem fornecer o ambiente (cenário) de desenvolvimento da mesma, explicitando as regras e os contextos de produção que devem ser respeitados para o desenvolvimento de modelos tridimensionais e digitais. Para esta pesquisa ainda, a definição de um limite de atuação se torna essencial, pois permite atuar com maior precisão sobre o problema proposto. Após a definição deste ambiente de atuação, e o tipo de objeto de teste que se intenciona desenvolver para validar o estudo da pesquisa, define-se a metodologia de abordagem para o desenvolvimento de projetos da área de jogos. O design oferece então as melhores abordagens metodológicas para desenvolvimento de objetos tridimensionais, pois com suas premissas pode-se sistematizar processos de diferentes áreas de modo que se complementem e resultem em novos métodos.

Os métodos ágeis, por sua vez, podem contribuir nesta pesquisa com a filosofia e princípios adotados em seus processos. Desta forma estima-se que será possível elencar qualquer método de produção e a ele aplicar estes princípios. Por fim, como experimento prático e validador desta pesquisa, é feita a produção de modelos tridimensionais e digitais para o âmbito dos jogos digitais, com a aplicação de práticas ágeis e uso de métricas para mensurar a eficácia da presente pesquisa.

2.2 JOGOS DIGITAIS

Nesta seção são apresentados os principais conceitos sobre jogos digitais pertinentes ao escopo desta pesquisa. São apresentados conceitos sobre a área, breve histórico, bem como as metodologias empregadas.

2.2.1 Conceitos Gerais

A área de jogos desde muito cedo é explorada como recurso de diversão e interatividade que integra sociedades, pelo fato de que é uma atividade que permite a participação de mais de uma pessoa. Desde os primórdios da humanidade, o jogo tem sido mais utilizado como elemento de entretenimento do que algo mais sério, isto pelo caráter lúdico e cômico que a atividade de jogo proporciona (HUIZINGA, 2007, p. 9). Fato é que o conceito de que os jogos são uma atividade mais lúdica e recreativa do que uma atividade realmente séria e que permite o aprendizado ainda permanece arraigado na sociedade.

Os jogos hoje em dia evoluíram muito e estão praticamente em quase todas as ações de nossa vida, as quais muitas vezes as pessoas não percebem: estão presentes de modo real, eletrônico ou mesmo digital. Segundo Goulart (2010), Huzinga (2007), Luchese & Ribeiro (2009) e Marcelo & Pescuite (2009), os jogos podem ser reais, eletrônicos e digitais, sendo que enquanto reais (HUIZINGA, 2007) considera-se como exemplos os jogos desportivos como futebol ou mesmo xadrez. Jogos enquanto eletrônicos “remontam a características tecnológicas de um processo ou produto, utilizando-se um recurso automatizado, moderno e processado por uma máquina” (GOULART, 2010, p. 14). No entanto, segundo Luchese & Ribeiro (2009, p. 9), consideram que jogos enquanto digitais “estão intimamente ligados aos computadores, numa visão mais abrangente, como *PC's*, consoles de videogame e celulares”.

Entendendo-se os tipos tecnológicos de jogos, passa-se a escolher em qual atuar. Para esta pesquisa, é adotado o jogo digital, que estabelece as regras e requisitos técnicos de produção de quaisquer elementos de arte feitos no experimento desta pesquisa. Schuytema (2008) apresenta uma definição mais abrangente sobre jogos digitais e esta pesquisa tende a guiar-se por ela.

Um game é uma atividade lúdica composta por uma série de ações e decisões, limitado por regras e pelo universo do game, que resultam em uma condição final. As regras e o universo do game são apresentados por meios eletrônicos e 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 compõe a alma do game (SCHUYTEMA, 2008, p. 7).

O jogo digital assume condições regradas que permitem ao jogador entender a dinâmica, sistemática de ações e condições que lhe dão vitória ou perda, fazendo com que ele compreenda o que faz ganhar ou perder, bem como são controlados por programas digitais através de entrada e saída de dados eletrônicos. Para o correto entendimento desta pesquisa, define-se que o foco principal de tipo de jogo a qual se discorrerá o desenvolvimento de modelos tridimensionais, será feito com a aplicação para os dispositivos digitais. Por esta razão, as demandas de produção gráfica podem variar sensivelmente de acordo com o tamanho do projeto de jogo digital a ser desenvolvido e sua qualidade gráfica.

2.2.2 Histórico Evolutivo

Goularte (2010, p. 46) aponta que no começo, em torno de 1970, “as atividades de criação de jogos herdaram todo um estudo acadêmico baseado em tecnologias computacionais”. Segundo Novack (2010, p. 4), os jogos nasceram então com a vocação de uso militar para fins de treinamento, sendo que “os primeiros passos do setor foram dados em departamentos de pesquisa de universidades, laboratórios, instalações militares e por fornecedores de produtos de defesa”. No princípio, os jogos digitais foram desenvolvidos para fins de pesquisa e treinamento, mas com o tempo, foram associados ao entretenimento por sua compatibilidade de definição dos jogos analógicos.

Jogos digitais nasceram da produção de software, tanto que os primeiros jogos foram feitos por programadores, sem artistas ou designers. Em torno de 1980 (ALVES, 2005, p. 43), com o avanço da tecnologia e o desenvolvimento de processadores mais potentes, foram possíveis para os jogos assumirem estéticas mais bem elaboradas. Kelman (2005), Goularte (2010) e Pescuite (2009) apresentam uma linha evolutiva dos jogos apresentada pela Figura 5.

Figura 5 - Evolução histórica dos jogos.



Fonte: elaborado pelo autor a partir de Kelman (2005), Goularte (2010) e Pescuite (2009).

A seguir, serão vistos alguns dos autores que sua publicação possibilita o entendimento correto sobre como alguns métodos de produção de jogos digitais são praticados. Posteriormente é feito um cruzamento dos seus métodos para entender como eles funcionam.

2.2.4 Modelos do Processo de Desenvolvimento de Jogos

Nesta seção são apresentados autores que publicaram trabalhos sistematizando os métodos de produção de jogos, as etapas, conceitos e meios de se produzir um jogo digital para que de fato possam existir. É apresentado um breve resumo de cada autor também.

Eduardo Azevedo (2005, p. 32) coordenou seu livro que trata da produção de jogos digitais, em que se apresenta não uma metodologia especificamente, mas um conjunto de itens que devem estar presentes na produção de jogos digitais. Tal lista pode servir de guia para que nada se perca durante a produção do projeto de jogo.

Bob Bates (2004, p. 203) atua na indústria de jogos há muitos anos, tendo publicado livros orientando sobre o processo de desenvolvimento de projetos na área. Seu livro é bastante utilizado para compreender como os projetos de jogos devem ser geridos.

Nick Kelman (2005, p. 312) elaborou um livro onde ele aborda a questão de que jogos são um tipo novo e inovador de arte, ao fim, ele apresenta as etapas de desenvolvimento. Em seu livro, o autor procura estabelecer uma ligação da produção de jogos digitais, com aspectos de arte. Seu livro apresenta diversas referências de jogos conhecidos, a forma como foram produzidos, e todo o conhecimento elencado em cada um para que de fato existam.

Jeannie Novak (2010, p. XXII) atua na indústria de jogos, pelo lado da pesquisa e desenvolvimento. É fundadora da *Indie space*, uma das primeiras empresas de promoção e distribuição digital, a qual presta serviços de consultoria a profissionais de música, cinema e televisão, no intuito de conduzi-los para a área de jogos. É autora titular e editora da série de livros *Game Development Essentials* (Fundamentos do Desenvolvimento de Jogos), onde também é co-autora de mais três livros sobre entretenimento interativo. Possui mestrado em Gestão da

Comunicação pela Universidade da Califórnia do Sul (USC) e é formada em Comunicação de Massa pela Universidade da Califórnia em Los Angeles (UCLA).

Paul Schuytema (2008, p. 12), em seu livro *Game Design*, destaca que cada jogo passa por diversas etapas, mas estas podem ser agrupadas em apenas três grandes ciclos de desenvolvimento. Em seu livro, ele mapeia ainda não apenas a forma metodológica de produção de jogos, mas toda a cultura em torno desta.

A seguir é apresentado no Quadro 1 um comparativo com as principais etapas defendidas por cada um dos autores anteriormente apresentados. Os espaços não preenchidos neste quadro correspondem a etapas não cobertas por autores relacionados entre si.

Quadro 1 - Quadro comparativo de etapas de produção de jogos digitais.

METODOLOGIAS RELACIONADAS PARA DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS					
ETAPAS	AZEVEDO (2005)	BATES (2004)	KELMANN (2005)	NOVAK (2010)	SCHUYTEMA (2008)
CONCEITO	Ideias e Ações Briefing Tipo de Jogo	High Concept Proposta de Jogo Documento Conceitual	Conceito do Jogo Gênero Narrativa Cenas Personagens	Ideia do Jogo Conceito	
PRÉ-PRODUÇÃO	Assinatura Visual Roteiro Storyboard Regras do Jogo Recompensas Upgrades Score Conquistas	Documento de Projeto Plano de Produção Arte Documento Técnico Planejamento de Projeto Protótipo de Jogo	Prototipagem Desenhos de Conceito Áudio Planejado	Proposta do Jogo Planejamento do Jogo Protótipo	Ideias Conceito do Jogo
PRODUÇÃO	Modelagem Diversa Criação de Personagens Cenários Sons Testes Finalização Novos Testes Jogabilidade	Alpha Beta Congelamento do Código Lançamento Industrial Aditivos Atualizações	Produção de Arte Geral Programação Ajustes e Testes Qualidade	Produção de Arte Geral Programação Alpha Beta Ouro	Produção de Arte Programação
PÓS-PRODUÇÃO	Promoção Embalagem Manual de Instruções		Marketing	Aditivos Atualizações	Lançamento do Jogo Divulgação

Fonte: adaptado pelo autor.

Ao analisar este quadro observa-se que todos os autores tratam das mesmas etapas, mas em certos momentos fazem uso de uma ou outra nomenclatura. Os estúdios que produzem jogos podem adotar um meio de produção ou outro, ou mesmo, podem desenvolver seus próprios meios e procedimentos. É possível

verificar, pela simples análise de alguns autores, que certas etapas são constantes (por exemplo, conceito, pré-produção, produção e pós-produção).

Por inferência, observa-se que as etapas tendem a assumir um padrão linear de produção, onde uma etapa depende de sua antecessora. Isto configura o padrão de desenvolvimento de software definido como Cascata (Tradicional) neste trabalho. O que pode-se inferir a partir deste quadro é o fato de que os autores que falam sobre a produção de jogos digitais, ocupam-se em estabelecer metodologias com métodos macro de produção, e em alguns casos (como exemplo, Azevedo), existe um aprofundamento das etapas para demonstrar quais são as sub etapas (ou lista de itens) destas metodologias. Também se percebe o caráter linear de desenvolvimento de etapas, onde uma etapa parece liberar a próxima, desencadeando uma ordem de ações que somadas, ao final, geram o aplicativo de jogo.

2.3 DESIGN

Nesta seção serão apresentados os principais conceitos sobre design pertinentes ao escopo desta pesquisa, para que se possa compreender de que forma o design é utilizado na produção de modelos tridimensionais e digitais juntamente com os métodos ágeis, vistos mais adiante. São apresentados a conceituação sobre a área, bem como metodologias empregadas.

2.3.1 Conceitos Gerais

A produção de jogos digitais abrange um vasto campo interdisciplinar em que vários perfis de profissionais diferentes podem atuar juntos. Dentro dos estúdios de desenvolvimento de jogos, pode-se encontrar profissionais das mais variadas áreas. Perucia *et al.* (2007, p. 27) aponta que dentro desta diversificação de profissionais que atuam no setor de jogos, podem ser apontados profissionais das áreas da programação, arte e design, gerência em projetos, músicos e sonoplastas, além de testadores.

Cada área que participa de um projeto de jogo pode contribuir com suas melhores habilidades. Uma destas áreas é o design que pode contribuir com sua forma metodológica e sistematizada de desenvolvimento de produtos, além dos

fatores estéticos. Na ótica deste trabalho, os métodos norteadores da produção de modelos digitais devem ficar a cargo da orientação das metodologias de design, a começar pela definição do que é um projeto. Segundo Munari (2008, p. 10), “o método de projeto não é mais do que uma série de operações necessárias, dispostas em ordem lógica, ditada pela experiência”, bem como, o principal objetivo em projetos é “o de atingir o melhor resultado com o menor esforço” (MUNARI, 2008, p. 10).

A partir das definições anteriores sobre o que são projetos, pode-se buscar outros autores que falam sobre o mesmo tema, como, por exemplo, Redig (2005, p 32) em seu livro “O Sentido do Design”. Nele, o autor aborda que o

“Desenho industrial (design) é o equacionamento simultâneo de fatores ergonômicos, perceptivos, antropológicos, tecnológicos e ecológicos no projeto dos elementos e estruturas físicas necessárias à vida, ao bem estar, e/ou à cultura do homem”.

Desta forma ele elenca atributos relativos ao projeto e evidencia ainda que a figura do designer deve projetar seus produtos com foco no usuário. No contexto desta pesquisa, define-se aqui que usuário é o sujeito que manipula softwares tridimensionais e bidimensionais para gerar modelos para uso em ambiente de jogo, controlados ou vistos pelo jogador.

Já para Brown (2010, p. 20), todo projeto “é o veículo que transporta uma ideia do conceito à realidade” que ao contrário de outros processos, ele não é um composto contínuo de etapas, ele “tem começo, meio e fim” (Brown, 2010, p. 20). Em seu livro, “*Design Thinking*”, o autor faz diversos apontamentos acerca de se pensar diferente sobre os mesmos temas, e que isto acaba por ser benéfico aos projetos como se desenvolvem atualmente.

Pelo lado da gerência em projetos, Vargas (2003, p. 8) comenta que o

“Projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros pré-definidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade”.

Já Valeriano (1998, p. 19) comenta que projeto é um “conjunto de ações, executadas de forma coordenada por uma organização transitória, ao qual são alocados os insumos necessários para, em um dado prazo, alcançar um objetivo”. Entende-se que os projetos devem ser desenvolvidos sob uma ótica de que devem se iniciar em algum ponto, ter seu desenvolvimento e término programados adequadamente. Todo projeto deve então ser desenvolvido sobre um processo bem planejado e sistêmico, tornando-se passível de repetição, independente do indivíduo que esteja no controle do mesmo.

2.3.2 Metodologia Sistêmica

Todo produto que é elaborado pela ótica do design, é feito sob um ambiente controlado pelos padrões metodológicos que permitem a aplicabilidade e melhoramento do método. Para Lutters *et al.* (2014, p. 608), o design dos produtos é definido como sendo a “capacidade de repetidamente empregar a resolução de problemas, a criatividade e a tomada de decisão de forma controlada e eficiente para chegar a definição adequada de um produto”.

Para Baxter (2011, p. 19), “a atividade de desenvolvimento de um novo produto não é tarefa simples. Requer pesquisa, planejamento cuidadoso, controle meticuloso e, mais importante, o uso de métodos sistêmicos”. Assim como ocorre na indústria de jogos, especificamente a produção de modelos tridimensionais, fazer uso de métodos que possam ser sistematizados para posterior reaplicação é o caminho para manter o processo de produção sob controle.

O design oferece um campo muito favorável a integração de disciplinas em projetos, pois pela sistematização e explicitação de métodos, pode-se controlar etapas de produção de produtos ou mesmo, gerir pessoas envolvidas em projetos. Burdek (2006, p. 281) aponta que as disciplinas envolvidas na produção de projetos devem atuar de modo integrador, cruzando conhecimentos e melhorando processos, pois

A interdisciplinaridade (o trabalho em conjunto de diversas disciplinas) é hoje em dia muito valorizado, o que, em última análise, também é necessário pelas sempre mais complexas tarefas, onde a configuração tem sua participação” (BURDEK, 2006, p. 281).

Ainda segundo Burdek (2006, p. 225), para se obter o melhor aproveitamento de métodos e técnicas do design, estes tornam-se “reflexos objetivos de seus esforços que se destinam a otimizar métodos, regras e critérios”. Uma vez que os processos de design tenham sido compreendidos dentro de um projeto, estes podem ser replicados, repetidos e melhorados de forma incremental. Para Baxter (2011, p. 22), deve-se fazer uso de regras de projeto sistemático para que se possa estabelecer metas de desenvolvimento de novos produtos, adaptando a linguagem desta pesquisa, para o desenvolvimento de modelos tridimensionais aplicáveis em ambiente de jogo digital.

Em uma época em que os projetos tendem a ser cada vez mais interativos e menos lineares (conceitos vistos também em desenvolvimento de softwares, em especial quanto a utilização de métodos ágeis, discutidos mais adiante nesta pesquisa), fazer uso de sistemas que verificam a produção por metodologia sistematizada se torna essencial. Esta verificação de produção de modelos, leva ao raciocínio da seriação, a qual Redig (2005, p. 22) comenta que, utilizando como exemplo a fotografia, onde ela “se insere no esquema industrial de produção, porque permite a seriação através do uso de uma matriz (o negativo) a partir da qual se pode reproduzir quantas cópias se quiser”. Este conceito pode ser utilizado na produção de modelos tridimensionais a partir do momento em que se estabelece um meio de produção, seja ele linear (em Cascata), ou não linear e incremental (Iterativo).

Assumindo que o design fornece o campo em que se definem as metodologias, métodos e técnicas, e que este atua de modo sistêmico, ou seja, permite que estes processos sejam passíveis de replicação com resultado estimado, infere-se que a produção de modelos para jogos pode beneficiar-se de seus preceitos. Dentro da produção de jogos digitais, onde muitas vezes os prazos podem não coincidir com o tempo adequado ao desenvolvimento dos projetos, ou ainda de que modelos precisam ser feitos de forma semelhante com prazos justos, deve haver atualização na forma e na ótica sobre como são feitos.

2.3.3 Modelos do Processo de Desenvolvimento de Projetos de Design

Nesta seção são apresentados autores do design que em seus métodos, pode-se buscar aporte metodológico no desenvolvimento de modelos. Também são apresentados brevemente um resumo profissional de cada autor utilizado.

Baxter (2011) é renomado designer que leciona pelo curso de Design na Universidade de Brunel, além de lecionar cursos de ordem prática para diversas indústrias na Europa e Estados Unidos. É de sua autoria o livro “Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos”, onde ele aborda questões de desenvolvimento de produtos com foco nos processos de design.

Bonsiepe (2011) é outro renomado designer nascido na Alemanha, tendo sua formação acadêmica pela *Hochschule für Gestaltung* de ULM, tendo lecionado nesta até seu fechamento, em 1968. Bonsiepe trabalhou no Chile, Argentina e Brasil, tendo fundado em território nacional o Laboratório Brasileiro de Desenho Industrial. Seu trabalho é pioneiro em diferentes campos de abordagens do design, sendo um deles o da retórica na análise de propaganda.

Burdek (2006) é autor do livro “Design: História, teoria e prática do design de produtos”, a qual apresenta uma evolução histórica do design e as práticas de desenvolvimento de produtos. Estudou na Escola de Design de ULM e sua carreira foi feita em torno do design de produto e da história do design.

Gomes (2011) é bacharel em Desenho Industrial pela BDi, UFPE em 1980, Mestre em Ciências pela MSc, COPPE/UFRJ em 1986, Doutor e Filosofia (PhD na Universidade de Londres, 1991). Foi professor nas universidades UFPE, UFSM, UCS e Faculdade de Design Uniritter. Atualmente é professor adjunto na Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pela Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI). É diretor da Editora sCHDs a qual possui diversos títulos de livros lançados discorrendo sobre o Desenho Industrial e as práticas da área do design, sendo um de seus livros, utilizado nesta pesquisa.

Munari (2008) foi um artista, arquiteto, designer, educador e filósofo que nasceu em Milão na Itália, em 1907. Influenciado pelo movimento futurista, em 1927 mostrou seu trabalho em diversas exposições, sendo que de 1939 a 1945 atuou como designer gráfico para a Editora Mondadori, além de diretor de arte na revista Tempo Magazine. Em 1998 houve seu falecimento, deixando um legado gráfico registrado

em trabalhos e livros. Munari é muito conhecido por seus livros falando sobre design, entre eles, destacam-se “Das Coisas nascem Coisas” (utilizado nesta pesquisa) o qual fala, entre outros assuntos, sobre os métodos de design para desenvolvimento de produtos.

O Quadro 2 desta sessão de texto ilustra as principais etapas cobertas pelas metodologias propostas pelos autores anteriormente citados. Analisando cada uma individualmente, depois as pondo lado a lado, identificam-se seis grandes etapas que são persistentes nas metodologias analisadas, apresentadas como sendo:

Problematização – neste ponto estabelece-se o problema a ser resolvido, ou o entendimento do que se trata o mesmo.

Análises – aqui são feitas as análises que o problema requer para ser completamente compreendido. Também é uma etapa para realizar toda e qualquer pesquisa relevante a solução do problema.

Definição do Problema – neste ponto é possível definir melhor o problema a ser resolvido.

Geração de Alternativas – muitas alternativas que são soluções ao problema são geradas aqui, e diferentes técnicas podem ser utilizadas para se chegar as soluções do problema.

Projeto – nesta etapa de fato elabora-se o projeto final, realizando protótipos validadores ou mesmo o próprio projeto final.

Pós-projeto – certos ajustes ou verificações podem ser necessários, eventualmente uma etapa posterior a apresentação do projeto pode ser necessária.

A seguir é apresentado o Quadro 2 contendo as etapas principais das metodologias analisadas.

Quadro 2 - Quadro comparativo de etapas de desenvolvimento de produtos.

METODOLOGIAS RELACIONADAS PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM DESIGN		BAXTER (2011)	BONSIEPE (2011)	BURDEK (2006)	GOMES (2011)	MUNARI (2008)
ETAPAS						
PROBLEMATIZAÇÃO		Oportunidade de Negócio	Problematização	Problematização	Identificação Preparação	Definição do Problema Componentes
ANÁLISES			Análises	Análise da Situação	Incubação	Coleta de Dados Análise de Dados
DEFINIÇÃO DO PROBLEMA		Especificação do Projeto	Definição do Problema	Definição do Problema	Esquentação	
GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS		Projeto Conceitual Configuração do Projeto Projeto Detalhado	Anteprojecto Geração de Alternativas	Conceito Alternativas Valoração de Alternativas	Iluminação	Criatividade Materiais e Técnicas
PROJETO			Projeto	Planejamento da Produção	Elaboração	Experimentação Modelo
PÓS-PROJETO		Projeto Fabricado			Verificação	Solução do Problema

Fonte: elaborado pelo autor.

Percebe-se pelo Quadro 2 que existe forte preocupação com o entendimento do problema, para depois traçar um plano executor que realize um projeto de modo padronizado dentro de uma metodologia. Este pensamento parece estar de acordo com a proposta desta pesquisa, pois é necessário compreender o contexto para se traçar um plano de desenvolvimento de modelos para jogos. O pensamento sistêmico do design certamente pode auxiliar nesta tarefa.

2.4 METODOLOGIA ÁGIL

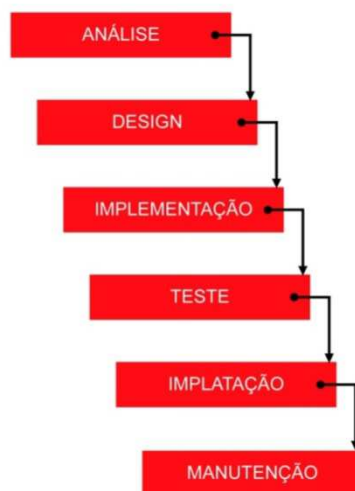
Nesta seção serão apresentados os principais conceitos sobre métodos ágeis pertinentes ao escopo desta pesquisa. São apresentados a conceituação sobre a área, breve histórico, bem como filosofia, princípios, metodologias e ferramentas empregadas.

2.4.1 Conceitos Gerais

Dentro da produção de softwares, existem meios próprios de desenvolvimento de aplicações que foram estudados ao longo dos tempos para que com estes métodos, fosse possível estabelecer um padrão de desenvolvimento. Tais métodos derivam da observação sobre como a indústria funciona. No começo, iniciou-se com procedimentos tidos como tradicionais, pois trabalhavam (e trabalham ainda hoje) com métodos de produção linear, em que uma etapa por vez é desenvolvida. Tais procedimentos são associados as metodologias tradicionais que também são chamadas de pesadas ou orientadas a documentação, pois são baseadas em um contexto de desenvolvimento de software muito diferente do atual.

Teles (2006, p. 30) comenta que existem métodos tidos como tradicionais de desenvolvimento de software, a qual se refere “aos projetos de software que se baseiam no desenvolvimento em Cascata” (Figura 6). Desta forma, ele faz referência a construção de sistemas de modo linear seguido de uma ordem sequencial de desenvolvimento de fases e dependentes das fases anteriores (este modelo remete ao modelo Clássico ou Cascata).

Figura 6 - Representação tradicional do desenvolvimento de software.



Fonte: Teles (2006).

Conforme a representação anterior, o sistema é desenvolvido passando por cada uma das etapas necessárias à sua construção, muito semelhante ao que acontece com a linha de produção de uma fábrica. Este desenvolvimento é sequencial e a etapa posterior a atual, depende diretamente desta para que o fluxo da produção prossiga adequadamente. Segundo Teles (2006, p. 32) ainda, além desta linearidade das atividades, existem outras grandes características pertinentes ao processo tido como tradicional de produção de software: “determinismo, especialização e foco na execução”.

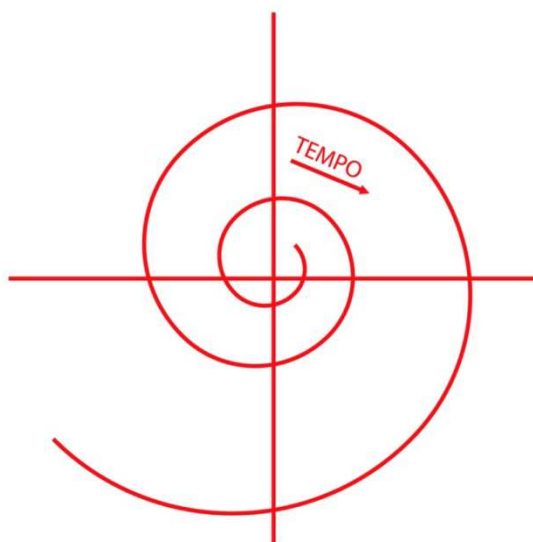
O determinismo aqui explicitado refere-se à eficiência da equipe em identificar situações e a elas, procurar adequadamente e rapidamente as melhores alternativas para resolvê-las. A especialização é um fator importante neste processo, pois quanto mais especialista o indivíduo for, significa que maior conhecimento de uma área específica ele domina e tem condições de atuar. E o foco na execução refere-se a habilidade de o sujeito em realizar a tarefa com extrema concentração, permitindo-lhe grande precisão.

O processo de produção tradicional de software remete aos processos de fabricação defendidos por Taylor (1990) para a indústria. Tais processos levam as indústrias a trabalharem de forma especializada e focada, pois neste formato de desenvolvimento de produção, dá-se prioridade ao sujeito com saber extremamente

especialista em sua área. Segundo Teles (TELES, 2006, p. 33), o produto final entregue neste sistema é um somatório de todas as etapas ao longo do processo de produção.

Com relação aos métodos ágeis de produção, Teles (2006, p. 31) explicita que “o termo ‘desenvolvimento ágil’, por sua vez, faz referência ao desenvolvimento iterativo, em espiral”, que é feito de modo incremental e que permite uma grande liberdade de transição entre as etapas, pois todas se conectam. Para Cohn (2011, p. 277), “desenvolvimento incremental envolve a construção de um sistema pedaço por pedaço. Primeiro uma parte é desenvolvida, depois uma próxima parte é adicionada à primeira e assim por diante”. Neste processo, segundo Teles (2006, p. 40) e Sommerville (2007, p. 39), cada etapa é trabalhada e analisada ao mesmo tempo, antes de passar a próxima etapa, muito similar a uma obra literária intelectual em que se percebe que sua produção “possui três características fundamentais: necessita de revisões, ausência de linearidade e ausência de determinismo”. O modelo explicativo de desenvolvimento iterativo é apresentado na Figura 7.

Figura 7- Representação do desenvolvimento iterativo de software.



Fonte: Adaptado de Teles (2006) e Sommerville (2007).

O grande diferencial dos métodos ágeis de desenvolvimento de software frente aos tradicionais acontece no enfoque dado durante a execução do projeto e os valores associados. Para Soares (2004, p. 5), “a ideia das metodologias ágeis é o enfoque nas pessoas e não nos processos ou algoritmos. Além disso, existe a preocupação de gastar menos tempo com documentação e mais com implementação”, fazendo com que, desta forma, se possa trabalhar mais as pessoas envolvidas no projeto, do que buscar resolver os problemas pontuais que atrapalham o dia-a-dia dos profissionais.

Segundo Carapeto (2012, p. 28), “as metodologias ágeis são caracterizadas por serem adaptativas e não preditivas, procurando se adaptar aos novos fatores do projeto durante o seu desenvolvimento e não tentando prever tudo que poderá vir a ocorrer”. O que significa que elas se adaptam ao meio (caráter adaptativo), ao invés de fazer com que o meio sofra adequação para se poder trabalhar com elas.

Exatamente por isto o método ágil adotado em cada projeto, precisa aceitar a mudança ao invés de tentar prever todas as situações (caráter preditivo). Outro ponto importante é a forma como são feitas as entregas do projeto. No método tradicional, o cliente vê o produto finalizado apenas no final do desenvolvimento, enquanto que nos métodos ágeis, em cada etapa o cliente recebe seu produto e o avalia, diminuindo muito os riscos de erros de produção. O termo cliente, no contexto desta pesquisa, já apresentado, é entendido não apenas como aquele que paga pelo produto ou serviço encomendado (cliente externo), mas também o sujeito que atua na produção de projetos (cliente interno).

2.4.2 Histórico Evolutivo

Iniciando a linha histórica, pode-se falar que Taylor é conhecido por desenvolver os princípios da administração envolvendo a maximização de resultados por meio da eliminação de desperdícios. O trabalho começa a ser tratado de forma sistematizada e organizada com as teorias de Taylor (1990, p. 24), por volta de 1911. Segundo o autor, “o principal objetivo da administração deve ser o de assegurar o máximo de prosperidade ao patrão e, ao mesmo tempo, o máximo de prosperidade ao empregado”.

Observando estes princípios, posteriormente Ford tratou de ampliar e aplicar em sistemas de produção na indústria automotiva, a qual foi um grande passo na forma como a mesma até então trabalhava. Segundo ele, sua ideia era a de que o “desperdício de energia e avidez do dinheiro impede a boa produção. O desperdício é devido em grande parte a não se compreender o que se faz, ou à falta de cuidado no que se faz” (FORD, 1967, p. 22), o que demonstra sua preocupação em evitar desperdícios a partir da observação sobre como trabalho é realizado. O que Ford fez para a indústria automobilística foi desmembrar a produção em pequenas ilhas em que cada indivíduo era extremamente especialista, podendo concentrar-se somente em suas tarefas (foco determinístico).

A renomada marca de fabricante de carros Toyota, no início de sua produção em larga escala, elaborou uma forma de trabalho a partir do estilo de vida de seus fundadores. Taiichi Ohno, fundador do Sistema Toyota de Produção (STP), enfatiza que eles procuram encurtar o tempo de produção de pedidos, no momento em que ele é recebido até a entrega ao cliente. No STP o que importa é o entendimento do contexto geral, buscando aperfeiçoar cada vez mais o processo de modo a encurtar as distâncias de pedidos feitos e entregas destes.

Por volta de 1950, Deming contribuiu para o crescimento no Japão com seu ciclo PDCA [*Plan* (planeje), *Do* (realize o projeto), *Check* (confira), *Action* (atue para corrigir erros)]. Baxter (2011, p. 38) comenta sobre a aplicação deste ciclo no controle e verificação de qualidade de desenvolvimento de projeto de produtos.

As metodologias ágeis nasceram do Manifesto Ágil¹⁶, elaborado por 17 profissionais em fevereiro de 2001 (LACERDA *et al.*, 2004, p. 5) a partir dos princípios do sistema STP, difundidos na época. Segundo o site do Manifesto Ágil. Os profissionais que fizeram parte da elaboração deste manifesto foram: Alistair Cockburn, Andrew Hunt, Arie van Bennekum, Brian Marick, Dave Thomas, James Grenning, Jeff Sutherland, Jim Highsmith, Jon Kern, Ken Schwaber, Kent Beck, Martin Fowler, Mike Beedle, Robert C. Martin, Ron Jeffries, Steve Mellor e Ward Cunningham.

¹⁶ Manifesto Ágil. **Manifesto Ágil**. Disponível em: <<http://manifestoagil.com.br/>>. Acessado em: 4 de setembro de 2014 as 14 horas.

Tal manifesto rege o seguinte:

1. Indivíduos e interação MAIS QUE processos e ferramentas;
2. Software em funcionamento MAIS QUE documentação abrangente;
3. Colaboração com o cliente MAIS QUE negociação de contratos;
4. Responder a mudanças MAIS QUE seguir um plano.

Importante notar que o indivíduo é sempre um fator importante nos métodos ágeis, pois é a partir dele que são desenvolvidas as atividades necessárias a execução do projeto. A interação também é fator importante nesta relação, pois ela permite a conversação com as ferramentas, onde se o indivíduo não é bem preparado, não se comunica adequadamente. Ter o software em funcionamento é mais importante que a documentação que o regula, isto, quando aplicado ao ambiente de desenvolvimento de jogos digitais, é uma grande verdade. O produto resultante (que no caso refere-se ao jogo digital), é mais importante que sua documentação, pois esta é usada apenas como guia de seu desenvolvimento. Com relação à colaboração ser mais importante que o contrato, também é chave para o desenvolvimento de projetos de softwares, pois é mais importante a compreensão do cliente sobre como o projeto é desenvolvido do que o contrato, pois assim ele sabe o que esperar.

Em 2003, tais princípios serviram de base para que Mary e Tom Poppendieck (POPPENDIECK, 2003, p. 3) identificassem semelhanças entre o desenvolvimento do sistema STP e os softwares, levando-os a elaborar sete princípios de desenvolvimento, referidos a seguir por Lacerda *et al.* (2004, p. 6):

- 1) Eliminar desperdícios;
- 2) Incluir qualidade no processo;
- 3) Criar conhecimento;
- 4) Adiar comprometeros;

- 5) Entregar rápido;
- 6) Respeitar as pessoas;
- 7) Otimizar o todo.

Keith (2010, p. 25), profissional da área de jogos que atua há mais de 20 anos, em seu livro “*Agile Game Development With Scrum*” publicado em 2010, apresenta uma versão do Manifesto Ágil aplicado a área de jogos digitais, devidamente adaptada, conforme a seguir (em tradução livre pelo autor desta pesquisa).

Trabalho Individual e Interações MAIS QUE Processos e Ferramentas;

Trabalho no Jogo MAIS QUE Documentação de Projeto;

Colaboração entre Publicador e Desenvolvedor MAIS QUE Escopo, Tempo e Orçamentos;

Resposta a Mudança MAIS QUE Seguir o Plano.

Todos os envolvidos no projeto devem estar cientes da necessidade de se trabalhar com os métodos ágeis para que desta forma se possa desenvolver adequadamente o projeto e devem aceitar seus riscos. Para que isto aconteça, é preciso entender a filosofia e os princípios que regem os métodos ágeis até hoje e como é possível fazer com que as pessoas os aceitem e os implementem em seu dia-a-dia, ponto em que se insere o *Lean Thinking* ou Mentalidade Enxuta.

2.4.3 Filosofia e Princípios dos Métodos Ágeis

Conforme Beck (2004) e Teles (2006), o processo de desenvolvimento de aplicações com metodologias ágeis utiliza ainda o desenvolvimento iterativo, permitindo que o software seja criado de forma incremental com um ciclo de vida conhecido como “espiral”, sendo testado em diferentes estágios de produção para validação junto ao

cliente interno ou externo. Infere-se que todas estas premissas derivam da filosofia definida como *Lean Thinking* (Mentalidade Enxuta ou Pensamento Enxuto).

Segundo Womack (2004) e o site *Lean Institute Brasil*¹⁷, por volta de 1980, a Toyota desenvolveu um sistema de gestão de negócios diferenciado que abrangia desde a manufatura na fábrica, indo ao desenvolvimento de produtos, relacionamentos com clientes e com fornecedores. A este sistema foi dado o nome de *Lean* e este foi cunhado a partir de um projeto de pesquisa do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) sobre a indústria de automóveis da época. Este sistema, na verdade, é uma filosofia (*Lean Thinking*) que visa aumentar a satisfação das pessoas envolvidas (clientes internos e externos) durante o desenvolvimento de projetos ou produtos, bem como a gestão dos recursos. A forma como a gestão por sistema de *Lean Thinking* atua é a de procurar fornecer valores aos clientes com baixos custos (propósito), buscando identificar melhorias nos fluxos de valor primários e secundários (processos), buscando envolver as pessoas mais qualificadas, motivadas e com iniciativa para isto (pessoas).

A filosofia *Lean* rege toda e qualquer metodologia ágil, pois ela fornece as bases sobre como tais metodologias devem seguir ou se comportar. Considera-se então os métodos ágeis como apenas ferramentas que podem ser utilizadas por empresas, assim como o papel e o lápis são ferramentas para designers e artistas: de posse dos conceitos, faz-se qualquer projeto com qualquer ferramenta disponível. Segundo Womack (2004), a filosofia *Lean* se apoia em cinco princípios enxutos e norteadores, definidos por:

Valor – Aqui é definido como sendo o ponto de partida essencial para o pensamento enxuto e é um princípio que é definido para o cliente final (interno ou externo) e que é significativo apenas quando expresso em termos de produto, bem ou serviço, mas de forma tal que atenda às necessidades do referido cliente. Ou seja, aqui define-se o que é importante desenvolver.

Fluxo de Valor – Segundo Womack (2004, p. 8), “o Fluxo de Valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico ao fim”. O fluxo deve passar por três tarefas de nível gerencial que é definido por

¹⁷Lean Org. **Lean Instituite Brasil**. Disponível em: <http://www.lean.org.br/o_que_e.aspx>. Acessado em: 17 de setembro de 2014 as 15h.

projetar o produto, bem ou serviço, produção deste segundo cronograma detalhado; entrega da matéria prima transformada em produto ao cliente final.

Fluxo – O fluxo (WOMACK, 2004, p. 11) refere-se a focalizar o produto ou serviço e suas necessidades para que seja desenvolvido ou implementado, e não focar em uma ferramenta ou equipamento específico. Isto faz com que as atividades necessárias a conclusão do mesmo ocorra desde o ato de projetar, pedir e fornecer o produto finalizado, ocorrendo de modo contínuo.

Puxar – Para Womack (2004, p. 60), o termo puxar está associado aos princípios de *Lean*, e define que não se deve produzir um bem ou serviço sem que haja demanda pelo cliente (no caso de desenvolvedoras de jogos, sem que alguém da equipe solicite). O produto em desenvolvimento é feito sempre que estiver na cadeia de produção, mas suas partes constituintes podem ser feitas sob demanda específica, pois o que importa é ao fim obter o produto finalizado.

Perfeição – O termo perfeição (WOMACK, 2004, p. 85) aqui deve ser entendido como “sinônimo da total eliminação de desperdício”, mas entende-se que é praticamente impossível chegar a este nível. Os gerentes devem realizar todos os esforços para que o projeto ou desenvolvimento de produtos tenha suas etapas e processos o mais estáveis quanto possível, evitando variações no desempenho normal da equipe de desenvolvimento.

Seja qual for o método ou ferramenta utilizada para gerir equipes ou mesmo indivíduos por meio da filosofia e conceitos de métodos ágeis, deve haver ênfase nas pessoas, eliminação de desperdícios, manter tudo organizado e o mais simples quanto possível, bem como aceitar as mudanças como algo positivo. Estes conceitos podem ser aplicados em qualquer nível de produção em estúdios.

2.4.4 Métodos, Técnicas e Ferramentas

A partir destes princípios, formas e métodos ágeis de desenvolvimento de softwares começaram a surgir. Algumas são mais populares do que outras, as mais conhecidas são o *Scrum* e a *Extreming Programing* (XP). O método definido como *Scrum* é mais voltado ao gerenciamento de processos dentro de projetos, ao passo que a XP está mais associada a processos de desenvolvimento técnico de software.

Conforme Carapeto (2012, p. 30), o método de *Scrum* “foi criado para ser usado no desenvolvimento de softwares, onde é amplamente utilizado”, sendo seu nome inspirado em uma jogada realizada pelo jogo de *Rugby*, na qual o time se posiciona de maneira circular para planejar a jogada seguinte. Segundo Lacerda et al.(2004, p. 6),

Seu principal objetivo é prover um *framework* para gerenciamento de projetos onde, a partir de um *backlog* inicial (conjunto de atividades de uma entrega), prioriza-se o trabalho que será realizado na iteração (denominado *sprint*), gerando um potencial produto no final de cada ciclo. Este trabalho é desenvolvido com acompanhamento diário (*daily scrum meetings*) e de final de sprint (*Sprint retrospective*), com o objetivo de reduzir riscos e promover a melhoria contínua).

Por esta razão o *Scrum* é usado no desenvolvimento de projetos de natureza digital com muito sucesso. Por outro lado, Beck (2004, p. xiii), criador do método ágil conhecido como *Extreme Programming* (XP) comenta que “a XP é uma maneira leve, eficiente, de baixo risco, flexível, previsível, científica e divertida de desenvolver softwares”. Hoje em dia, os estúdios precisam desta flexibilidade no desenvolvimento de seus projetos, pois a comunicação é mais acelerada, os clientes são mais exigentes e conscientes do que desejam. Teles (2006, p. 21) comenta também que “o XP é um processo de desenvolvimento que busca assegurar que o cliente receba o máximo de valor a cada dia de trabalho da equipe de desenvolvimento”.

Kniberg (2007, p. 7) comenta sobre o foco de métodos ágeis e aponta que

“O *Scrum* é focado nas práticas de gerenciamento e organização, enquanto o XP dá mais atenção às tarefas de programação mesmo. Aí está o porquê de elas trabalharem bem juntas – elas abrangem áreas diferentes e uma complementa a outra”.

A metodologia de XP, como dito anteriormente, é mais focada a processos de desenvolvimento técnico de software. Como exemplos de aplicação da XP, pode-se citar aqui algumas técnicas de codificação de softwares, organização de recursos e práticas dentro da produção de software, de nível técnico, não gerencial.

Evidentemente, o uso de métodos ágeis no gerenciamento de produção de jogos digitais de modo geral é muito bem-vindo, mas as práticas ágeis podem ser implementadas, com a devida interpretação, em subáreas de desenvolvimento, como a programação, arte e design também. Os métodos ágeis, neste sentido, funcionam como ferramenta integradora de áreas interdisciplinares como as ditas acima.

2.4.5 Métricas em Métodos Ágeis

Toda a produção de jogo deve ser medida a fim de verificar a qualidade do processo e posterior entrega de produto final. Segundo Pressman (1995, p. 60), deve-se medir os softwares por muitas razões, sendo algumas delas definidas como: indicar a qualidade do produto, avaliar a produtividade das pessoas que produzem o produto, avaliar os benefícios derivados de novos métodos e ferramentas de software, formar linha básica para estimativas e ajudar a justificar os pedidos de novas ferramentas ou treinamento.

Antes de se determinar as métricas adotadas em um projeto, é oportuno estabelecer à diferenciação de termos necessários a correta mensuração de dados. Conforme Sato (2009, p 7), o primeiro termo refere-se a palavra medida, que é definido como uma avaliação em relação a um padrão determinado. Tomando como exemplo o desenvolvimento de software, o número de linhas de um código pode ser uma medida. A palavra indicador é uma variável que pode ser configurada para um determinado caso e que através dele se possa determinar a frequência de ocorrências. A palavra métrica é então definida como sendo um método para se determinar se um sistema, componente ou processo possuem certo atributo.

Dentro dos métodos ágeis, a medição do processo e dos resultados através das métricas é um momento muito importante, pois é através delas que se pode validar se o uso dos métodos de fato proporcionou eficiência no desenvolvimento de produtos ou serviços. Conforme Cohn (2011, p. 460), é importante identificar métricas que mostrem se o objetivo foi atingido ou se está sendo atingido. Tais métricas podem variar seu tipo conforme o projeto, cabendo aos gerentes de produção e equipe, definirem quais serão estas métricas de medição.

A elaboração destas métricas, no começo do projeto pode parecer um tanto obscura, especialmente quando o projeto a ser desenvolvido nunca foi feito pela equipe ou membros desta. Segundo Cohn (2011), é essencial que se conheçam dois pontos críticos para a elaboração destas métricas:

O volume do trabalho a ser executado - Quanto de trabalho deve ser feito ou qual ênfase e força de atuação devem ser implementadas em determinadas atividades, devem ser levadas em consideração para se buscar a melhor métrica de produção.

A taxa de progresso esperada pela equipe no decorrer desse trabalho – A qual faz-se uma estimativa inicial do volume e progresso de trabalho a ser feito, onde gradativamente deve-se ir checando e validando na prática se a estimativa se confirma, ou se precisa ser ajustada até o fim do projeto, o que afeta diretamente o resultado de uma métrica de produção.

Como classificação, segundo Sato (2007, p. 42), as métricas utilizadas para medir padrões de desempenho em métodos ágeis podem ser classificadas em:

Organizacional – são métricas que medem a quantidade de valor do produto entregue ao cliente;

Acompanhamento – provê informações que ajudam o time no entendimento e melhoria do processo que produz valor ao produto.

Objetiva – o valor de uma métrica depende somente do objeto em questão;

Subjetivas – depende do objeto em questão e do ponto de vista de quem está interpretando;

Qualitativa – o valor de uma métrica qualitativa é aquele que é representado por palavras, símbolos ou figuras ao invés de número; métricas desta natureza geralmente são subjetivas;

Quantitativa – o valor de uma métrica quantitativa pertence a um intervalo de certa magnitude e é representado por um número; métricas desta natureza geralmente são objetivas;

O correto estabelecimento do tipo de métrica a ser adotada facilita o entendimento dos dados coletados, além de tornar mais claro o tipo de dado coletado para posterior estudo.

2.4.5.1 Indicadores Métricos de Desempenho

Sabendo-se que as métricas de produção devem ser elaboradas pelos gerentes de equipe e a própria equipe, deve-se voltar a atenção para atividades as quais serão desenvolvidas juntamente com o produto que cada uma irá fornecer em sua produção e término. Para Beck (2004, p. 33), têm-se “aqui um modelo de desenvolvimento de software através da perspectiva de um sistema de variáveis de controle. Neste modelo, existem quatro variáveis no desenvolvimento de software”, que podem ser convertidas em indicadores métricos:

Custo – Esta variável controla o custo de produção do projeto como um todo, ou em suas etapas. Pode-se adotar aqui o custo como um valor monetário, ou o custo expresso de outra forma que teria efeito positivo ou negativo no projeto, dependendo do seu resultado.

Escopo – Nesta métrica sugerida por Beck, busca-se identificar se o que está sendo produzido ou já produzido está em conformidade com o planejado, ou seja, se o que foi pretendido desenvolver e entregar de fato está sendo feito, ou já foi feito.

Qualidade – Esta variável visa medir a qualidade estética de produção em projetos, sendo que no contexto desta pesquisa se aplica a produção de jogos digitais, especificamente na área de arte e design, portanto, pode-se estabelecer sub-métricas de qualidade. Em desenvolvimento de software, a quantidade de alterações e ajustes permite definir a qualidade do produto, quanto menor seu número, maior qualidade ele possui. Pelo lado da codificação, pode-se estabelecer parâmetros de qualidade para o código, como por exemplo a escolha de classes e comandos mais enxutos, bem como, a quantidade reduzida de linhas de códigos pode ajudar na qualidade da mesma.

Tempo – A variável de tempo controla a produção do projeto por um determinado período, podendo medir desde a velocidade de *hardwares* específicos, *softwares*, ou mesmo velocidade de produção de profissionais atuando no projeto.

As métricas para medir o desenvolvimento de projetos de softwares (caso em que entram os jogos digitais, considerando estes como um produto digital), devem ser escolhidas para que estejam correlacionadas ao modo que se quer trabalhar. Como exemplo a arte e design, seria a medição do volume de malha geométrica de modelos tridimensionais, que poderiam ser inclusos em uma métrica como a Qualidade, por exemplo. Pois a qualidade de construção geométrica de elementos a serem usados dentro do jogo é um ponto importante para os jogos que adotam o estilo tridimensional (KEITH, 2010). Por outro lado, a estética visual dos modelos pode variar conforme a percepção de pessoa a pessoa, precisando de métricas com parâmetros bem definidos para tentar buscar um bom entendimento sobre a mensuração estética do modelo. Eventualmente, a subjetividade da métrica desta natureza deve ser confrontada com os requisitos de projeto sobre o qual o modelo deve ser usado, para que assim se localize mais facilmente que parâmetros utilizar na criação de sua métrica.

Para elaborar uma boa métrica ágil de desempenho para métodos ágeis, Sato (2007, p. 51) apresenta um quadro com um conjunto de questões em formato de lista de verificação, apresentados no Quadro 3:

Quadro 3 - Exemplo de tabela para elaboração de uma métrica ágil.

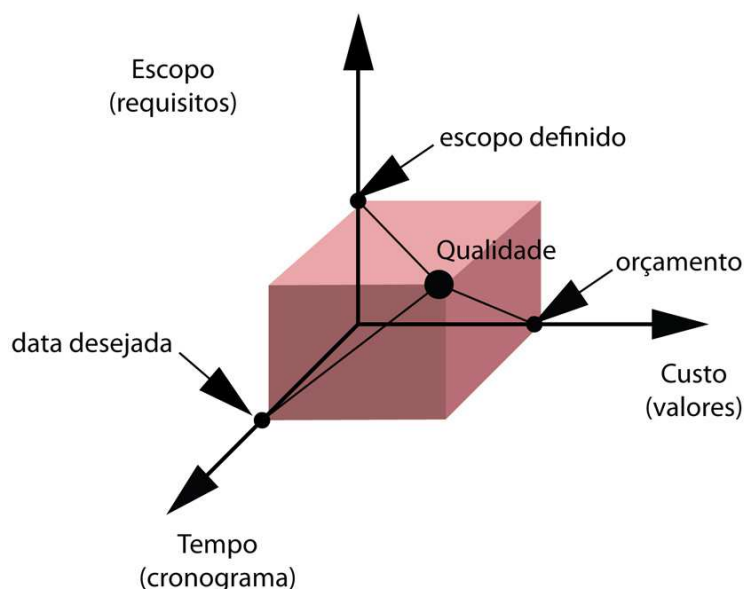
LISTA DE VERIFICAÇÃO DE MÉTRICA ÁGIL	
CARACTERÍSTICA	DESCRIÇÃO
NOME	Deve ser bem escolhido para evitar confusão e ambiguidade;
CLASSIFICAÇÃO	Deve apresentar classificação compatível com sua finalidade avaliativa;
OBJETIVO	O que a métrica pretende medir? Incluir motivação, preocupação, objeto
PERGUNTA	Toda métrica deve estar associada a uma pergunta que se quer medir;
BASE DE MEDIÇÃO	Uma clara definição das medidas utilizadas para cálculo da métrica;
SUPOSIÇÕES	Devem ser identificadas para um claro entendimento do que os dados representam;
TENDÊNCIA ESPERADA	Uma ideia de qual comportamento esperado para a métrica;
QUANDO UTILIZAR	Deve esclarecer os motivos que levaram a criação da métrica;
QUANDO PARAR DE UTILIZAR	Definir o ponto em que a métrica não é mais útil;
FORMAS DE MANIPULAÇÃO	Definir a forma de apropriação de valores, para evitar a manipulação
CUIDADOS E OBSERVAÇÕES	Recomendações sobre outras métricas similares;

Fonte: adaptado de Sato (2007).

Segundo Sato (2007), é necessária a construção deste quadro para a elaboração de métricas ágeis que estejam em conformidade com o projeto em questão. A utilização de ferramentas como esta ajuda a elucidar sobre quais são as melhores métricas que devem ser utilizadas.

Para validar os estudos de modo quantitativo, Cohn (2011, p. 47) aponta também que “como parte de uma estratégia de comunicação geral, as métricas fornecem um ótimo reforço das principais razões para a mudança” Tais variáveis podem ser convertidas em indicadores de produção de *software*, capazes de validar o quanto o método é eficaz, ou não. Por outro lado, pela visão da gestão de projeto, estes quatro indicadores também constam no Cubo de Restrições de projeto segundo Orth & Prikladnicki (2009, p. 103) visto na Figura 8, que evidencia se o projeto se desenvolve conforme o esperado. Estes indicadores regem as restrições pela qual o projeto deve vencer para ser considerado um sucesso

Figura 8 - Cubo de Restrições definidos por Orth & Prikladnicki (2009).



Fonte: Adaptado de Orth & Prikladnicki (2009).

Para Beck (2004, p. 80) ainda, “a métrica é a ferramenta básica de gerenciamento” e por esta razão, dentro do escopo desta pesquisa, elas serão

adotadas e implementadas no controle de desenvolvimento de objetos de cunho artístico dentro dos jogos digitais. No contexto desta pesquisa ainda, serão adotadas métricas que estejam em conformidade com os preceitos de Beck (2004, p. 33) para definir e mensurar um projeto de software, sendo elas o custo, escopo, tempo e qualidade. Tais métricas serão interpretadas para que se possa verificar a produção de modelos tridimensionais utilizados em jogos digitais, com foco em seu desenvolvimento de modelagem, mapeamento e texturização.

2.5 MODELO TRIDIMENSIONAL

Nesta seção são apresentados os principais conceitos sobre o desenvolvimento de modelos tridimensionais pertinentes ao escopo desta pesquisa. É também exposta a conceituação sobre o que são modelos tridimensionais, como são constituídos, metodologias e técnicas empregadas.

2.5.1 Conceitos Gerais

Um modelo tridimensional, segundo a ótica da Computação Gráfica apresentada por Santos & Scherer (2005, p. 33), é uma entidade geométrica representativa de um objeto real ou fictício, onde envolve problemas de “tratamento de imagens e a reconstrução de superfícies”. Ele é composto de um conjunto de malha que organizada de modo correto, permite o reconhecimento de um objeto em âmbito digital. Logo, é uma entidade em três dimensões construída com ferramentas de modificação de malha, que ocupa espaço em um cenário digital.

Ward (2008, p. 5) comenta que há um conjunto de regras que precisa ser seguido para a criação de um modelo tridimensional utilizado em jogos digitais: sua topologia (malha tridimensional) precisa ser limpa e organizada, deve deformar convincentemente durante os movimentos animados e sempre que possível sua silhueta deve demonstrar seu perfil. Segundo Ward (2008, p. 5) ainda e Murdock (2006, p. 44), é preciso ter cuidado com o “*edge loop*” do modelo, a qual segundo os autores é definido como sendo simplesmente o fluxo das linhas sobre a superfície do objeto. O local destas linhas define onde e como o objeto deve se deformar durante os movimentos animados, resultando em um modelo eficiente. O “*edge loop*” é um

ponto importante na construção do modelo tridimensional, pois ele permite a correta construção do mesmo.

Para Fox (2004, p. 113), um objeto tridimensional é composto por partes geométricas dadas como: “pontos no espaço 3D (chamados de vértices), as conexões entre estes pontos (chamadas de bordas) e então os planos que estes pontos e bordas formam (chamados de polígonos)” Segundo Fox (2004, p. 121) ainda, a forma como se conseguem desenvolver modelos críveis se dá a partir do momento em que o sujeito constrói uma malha base e depois, paulatinamente, vai evoluindo esta, até assumir a forma que deseja, partindo do nível técnico e funcional, indo ao estético. Lima & Meurer (2011, p. 21) também fazem o mesmo apontamento, ao declarar que o modelo tridimensional precisa resolver a três aspectos de produção:

Técnico – a qual é definido como sendo o entendimento para onde o modelo será usado e desta forma, produzir sua malha tridimensional adequadamente. Por exemplo, se o modelo será usado em cinema, sua malha deve ser de acordo com a linguagem do cinema (*highpoly*, alta contagem de polígonos), se for para jogos digitais, sua linguagem deve ser de acordo (*lowpoly*, baixa contagem poligonal);

Funcionalidade – aqui define-se aspectos de construção de malha dos modelos que permitem seu funcionamento animado;

Estética – por fim, depois de resolver aspectos técnicos e funcionais, pode-se trabalhar a estética do modelo, sendo esta praticamente uma decorrência dos dois aspectos anteriores. Este é o momento de se trabalhar também as questões visuais mais refinadas do modelo.

Para a construção de modelos tridimensionais e digitais, devem ser seguidos certos passos para que seu desenvolvimento ocorra de modo controlado e planejado. É sabido (Lima & Meurer, 2011) que algumas práticas nem sempre são vistas como aspectos metodológicos, e sim, dogmas passados de maneira informal por tutoriais, cursos, artigos de blogs, fóruns, redes sociais, conversas com designers, artistas, profissionais e afins. Todavia, alguns autores mapeiam e documentam seus processos de modo a que se possam explorá-los e reconstruí-los.

Para este trabalho, serão utilizados métodos de produção de modelos tridimensionais e digitais com foco em apenas três etapas dentro destes métodos:

Modelagem – elaboração da malha geométrica tridimensional de modelos digitais voltados ao uso em jogos digitais.

Mapeamento – etapa dedicada à preparação de modelos para receber arquivos de textura e revestimento em superfícies.

Texturização – etapa dedicada à construção de texturas para revestimento da superfície tridimensional digital.

O trabalho a ser realizado nesta pesquisa, prevê o desenvolvimento de modelos tridimensionais e digitais para jogos digitais. Tal desenvolvimento servirá como forma de verificar a maneira que estes métodos podem contribuir para o desenvolvimento de modelos tridimensionais para uso em jogos digitais a partir de metodologias sistêmicas vindas do design.

2.5.2 Modelos do Processo de Desenvolvimento de Objetos Tridimensionais

Para se desenvolver modelos tridimensionais é necessário conhecer os passos para sua construção. Neste sentido, é preciso observar como outros autores descrevem o ato de desenvolver modelos tridimensionais. Na maioria das vezes, os métodos descritos em metodologias para desenvolvimento de modelos tridimensionais assumem o caráter tradicional (modelo em Cascata), sendo observado que em determinadas etapas pode-se ir a uma anterior ou avançar linearmente a outras etapas.

A seguir são apresentados alguns autores conhecidos e um breve resumo de seus trabalhos metodológicos, as quais abordam a questão do desenvolvimento de modelos tridimensionais.

Fox (2004, p. 33) tem seu método definido para a construção de modelos *highpoly* utilizados para animação com *rendering* (apresentação) posterior e pós-produção. Sua metodologia pode ser implementada na produção de modelos *lowpoly* utilizados em jogos digitais, bastando para isto aplicar a devida interpretação para que os modelos assumam a linguagem geométrica *lowpoly* necessários a correta exibição em tempo real nos jogos.

Murdock & Allen (2006), em seu livro "*Edge Loop Character Modeling for 3D Professionals Only*", aborda procedimentos que devem ser seguidos para a construção de um modelo tridimensional e não uma metodologia declarada.

Silva & Aguiar (2005), apresenta o processo de construção de modelos tridimensionais de jogos digitais através de etapas resumidas conforme exposto em seu livro. Basicamente a divisão de etapas é feita em apenas três momentos: modelagem, mapeamento e texturização.

Steed (2005) em seu livro "*Modeling a Character in 3Dds Max*"(2005) ele explica todos os passos para a construção de modelos *lowpoly* usados na indústria de jogos. O autor tem experiência na indústria, tendo atuado em projetos como *Quake Arena* lançado no final de 1999 pelo estúdio *id Software*.

Ward (2008, p. 18) atua na indústria de Computação Gráfica (CG) e hoje tem 3 livros lançados. O método descrito a seguir, é disponibilizado em seu segundo livro, "*Game Character Development*", de 2008 e é utilizado como metodologia principal na etapa de experimentação desta pesquisa, com a devida adaptação segundo a ótica ágil de desenvolvimento de software.

A seguir é apresentado o Quadro 4 com um comparativo em que podem ser vistas as metodologias juntas de desenvolvimento de modelos tridimensionais apresentadas anteriormente. É possível observar também que pelas suas etapas, pode-se transitar para frente e para trás, mas um trabalho mais livre e dinâmico parece difícil de realizar, haja vista seu caráter mais em Cascata de produção.

Observa-se, portanto, que as metodologias apresentadas explicitam um caráter de desenvolvimento semelhante ao encontrado no método tradicional de desenvolvimento de software (modelo em Cascata). Infere-se aqui que uma etapa atual permite retroceder um nível ou mais para corrigir erros, bem como avançar.

Quadro 4 - Metodologias para Desenvolvimento de Modelo Tridimensional.

METODOLOGIAS RELACIONADAS PARA DESENVOLVIMENTO DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS		WARD (2008)	STEED (2005)	SILVA E AGUIAR (2005)	MURDOCK (2006)	FOX (2004)
AUTORES						
DOCUMENTAÇÃO						
CONCEITO		Projeto (Design)			Projeto de Personagem	Esboços
CONSTRUÇÃO 3D	Modelo Básico Otimizações			Modelagem	Corpo e Partes	Modelo 3D
MAPEAMENTO	Leaitue UV	Texturização		Mapeamento	Refinamento na Textura	Textura
TEXTURIZAÇÃO	Texturização					
RIGGING					Rigging Skinning Animação	Animação
SKINNING						
ANIMAÇÃO						
TESTES ENGINE	Testes na Engine					

Fonte: elaborado pelo autor.

Pela ótica desta pesquisa, estima-se que o processo na verdade deva ocorrer de modo interativo e incremental, onde todas as etapas sejam acessíveis em vários níveis. Desta forma é possível ter uma maior versatilidade na produção dos objetos tridimensionais.

2.5.3 Modelagem

Nesta seção são apresentados os conceitos sobre o desenvolvimento de modelos tridimensionais e digitais pela sua modelagem. São apresentados conceitos sobre geometrias e formas construtivas de modelos tridimensionais voltados aos jogos digitais.

2.5.3.1 Geometrias

Nesta seção são apresentadas questões apenas envolvendo a construção geométrica de modelos tridimensionais. São apresentadas também as principais ferramentas e técnicas construtivas de malhas tridimensionais.

2.5.3.1.1 Definições Gerais

A palavra geometria vem do grego antigo, e significa *geo*-“terra” e *metria*-“medida”, sendo que é um ramo da matemática que se ocupa de questões sobre a forma, tamanho e posição de elementos no espaço. A geometria pode ser dividida ainda em vários ramos, um deles, a geometria descritiva, que se ocupa de representar objetos em três dimensões em um plano bidimensional, sendo o fundamento para a representação espacial de geometrias digitais de softwares tridimensionais.

O espaço tridimensional de softwares para construção de geometrias se baseia na sua grande maioria em um universo de três dimensões representados pelos eixos XYZ. Para a correta exibição do modelo em tela, conforme Fox (2004) e Lima (2011b), sua topologia (composição geométrica), deve estar devidamente constituída, tendo bem resolvido seus aspectos técnicos, funcionais e estéticos.


A geometria de um modelo tridimensional (FOX, 2004, p. 113) é dada pelo conjunto de elementos de vértices, linhas e polígonos organizados, conforme mencionado anteriormente, formando um modelo reconhecível no espaço

tridimensional. Keller (2008, p. 14) explica que a menor unidade dentro do espaço tridimensional é o vértice e cada um tem uma posição definida neste espaço nos eixos XYZ. Dois vértices permitem a criação de uma linha (ou *edge*). Três vértices com três linhas conectadas formam um triângulo, que é a menor unidade poligonal de um objeto tridimensional. Logo, a posição espacial de cada polígono é dada pela posição de XYZ dos vértices que o compõe. A topologia passa a ser a forma como é representada a organização desta malha dos modelos vistos em âmbito digital. Basicamente, se pode desenvolver geometrias tridimensionais dentro de softwares especialistas através de métodos e técnicas de construção de superfícies tridimensionais, ou pode-se proceder a aquisição de dados a partir da digitalização de modelos reais, convertidos em geometrias de modelos digitais.

2.5.3.1.2 Categorias de Geometrias

A aplicação de modelos digitais hoje acontece nas mais diversas áreas conhecidas: cinema, televisão, publicidade, jogos de *vídeo game* e afins. Os autores Lima & Meurer (2011), Murdock (2006) e Ward (2008) categorizam conforme o Quadro 4:

Quadro 5 – Categorias de Geometrias.

CATEGORIAS DE GEOMETRIAS TRIDIMENSIONAIS	
	<p>MODELOS LOWPOLY Poucos polígonos tridimensionais, geralmente utilizados em ambiente de jogos digitais. A seguir imagem de modelo tridimensional desenvolvido para ambiente de jogo digital. Fonte: elaborado pelo autor.</p>
	<p>MODELOS HIGHPOLY Muitos polígonos, usados geralmente em ambiente cinematográfico televisivo, de cinema ou mesmo em publicidade. A seguir imagem de modelo com alta contagem poligonal. Fonte: elaborado pelo autor.</p>
	<p>MODELOS DE ESCULTURA DIGITAL Modelo esculpido, geralmente com muitos polígonos, usados também em ambiente cinematográfico televisivo, de cinema ou mesmo em publicidade. Não são modelos utilizados para animação devido a sua alta quantidade de malha tridimensional, mas a partir deles podem-se criar versões de modelos com menos polígonos e que podem ser animados. A seguir imagem de modelo esculpido em software de escultura digital. Fonte: elaborado pelo autor.</p>

Fonte: elaborado pelo autor.

Cada área pode necessitar de um determinado gênero de modelo. O desenvolvedor deve estar atento a isto e desenvolver o mesmo adequadamente.

2.5.3.2 Tipos de Modelagens

Dentro da construção de elementos tridimensionais, existem tipos de abordagens estéticas para se construir geometrias. Independente de qual seja o tipo a ser adotada para o projeto de jogo, a forma como são construídas utilizam as mesmas ferramentas que qualquer um dos tipos descritos a seguir. Esta diferenciação é útil na identificação exata do estilo gráfico a ser adotado.






Lima & Meurer (2011, p. 72) apresentam uma tipificação dos estilos de modelagem. Esta tipificação é apresentada com a leitura de modelos para jogos digitais, demonstrando a aplicabilidade de cada tipo. Cada projeto pode necessitar de um estilo visual específico, e o profissional encarregado do desenvolvimento do modelo deve estar atento ao tipo adotado para o projeto em questão.

O estilo orgânico é bastante versátil e é utilizado com certa frequência na produção de modelos de personagens. Mas também é um tipo de modelagem que pode contribuir para a construção de modelos orgânicos que não necessariamente são personagens. O estilo de modelagem automotiva é especial, pois ela utiliza conceitos de construção de malha orgânica com superfícies retas, caracterizando como um dos tipos de modelagem mais complexos.

O tipo arquitetônico é bastante utilizado para definir ambientes arquiteturais tanto internos quanto externos dos espaços de cenários. Os estilos cartoon ou realista podem recorrer a qualquer um dos tipos anteriores, sendo tratados estes, respectivamente, com exagero ou realismo, quando do momento de construção dos modelos digitais.

O Quadro 6 apresenta os tipos de modelagens.

Quadro 6 - Tipos de modelagem.

TIPOS DE MODELAGEM	
	<p>ORGÂNICA Neste tipo de modelagem estão incluídos os modelos com formato anatômico não-retilíneos, as quais assumem um visual muito complexo para sua representação tridimensional. Fonte: http://www.gameartisans.org/portfolios/art.php?uid=20580&aw=16116</p>
	<p>AUTOMOTIVA Objetos inclusos neste tipo de modelagem compreendem aqueles que estão ligados ao transporte. O termo “automotivo” refere-se ao fato do tipo de modelagem desenvolvida requerer conceitos orgânicos e retilíneos para objetos automotivos com a máxima eficácia do modelo. Fonte: http://www.gameartisans.org.</p>
	<p>ARQUITETÔNICA São objetos feitos para a arquitetura e tipicamente são mais retilíneos. Possuem necessidades técnicas específicas de produção tanto para a geometria, como para sua forma de texturização, sendo uma área bem abrangente para estudo. Fonte: http://www.gameartisans.org.</p>
	<p>CARTOON O tipo cartoon refere-se aos modelos com aspectos visuais específicos e caricatos, geralmente associado aos desenhos animados. Fonte: http://www.gameartisans.org/portfolios/art.php?uid=26233&aw=16239</p>
	<p>REALISTA O tipo realista é o mais complexo de todos, pois é necessário fazer com que a audiência acredite no modelo através de sua construção corporal, e expressão corporal dentro do ambiente de jogo. Fonte: http://www.gameartisans.org/portfolios/art.php?uid=15875&aw=15793</p>

Fonte: elaborado pelo autor, a partir de imagens catalogadas pelo site *Game Artisans*¹⁸.

¹⁸ Game Artisans. **Game Artisans**. Disponível em: <www.gameartisans.org>. Acessado em: 01 de outubro de 2010 as 17 horas.

Cada tipo de modelagem é útil em diferentes projetos, sendo que o desenvolvedor precisa identificar o melhor tipo para desenvolver seus modelos em projeto. Geralmente o tipo de modelagem é definido pela estética intencionada para os projetos de jogos digitais.

2.5.3.3 Técnicas de Modelagens

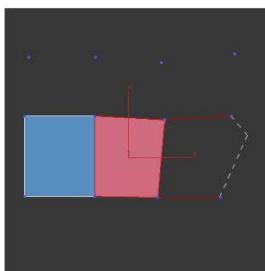
Uma vez que se tenha definido o tipo visual dos modelos, procede-se a determinação sobre qual a técnica construtiva será usada no mesmo. Em alguns casos, para o correto desenvolvimento destes, uma ou mais técnicas são usadas alternadamente, ou em paralelo, cabendo ao profissional incumbido do modelo, decidir os melhores caminhos.

Para se desenvolver bons modelos geométricos, devem-se conhecer muito bem algumas técnicas de construção poligonal, mas acima de tudo, deve-se compreender a anatomia do modelo a qual se intenciona desenvolver em âmbito digital. Murdock & Allen (2006, p. 26) apontam algumas das principais técnicas de construção de malha geométrica de modelos tridimensionais, as quais a estes, são acrescidos ainda as técnicas de Modelagem Geométrica Procedural e Modelagem Geométrica Parametrizada.

Tais técnicas são apresentadas nos Quadros 7 a 15.

Quadro 7 – Modelagem Geométrica Tradicional.

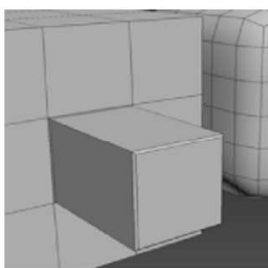
MODELAGEM GEOMÉTRICA TRADICIONAL



POINT MODELLING

Criam-se diversos pontos (vértices) no espaço tridimensional de modo que de sua união se construa um modelo tridimensional.

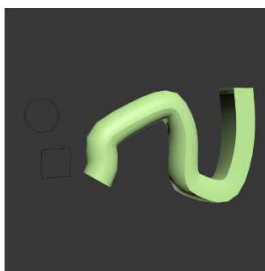
Fonte: elaborado pelo autor.



BOX, SPHERE MODELLING

A modelagem aqui é feita a partir de uma cubo (box) ou esfera (sphere), partindo para ações de modelagem poligonal.

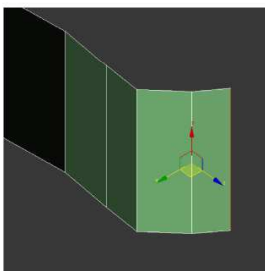
Fonte: elaborado pelo autor.



LOFT MODELLING

A construção de malha por loft é aquela em que se utilizam linhas como caminhos e outras como formas para se gerar uma nova geometria.

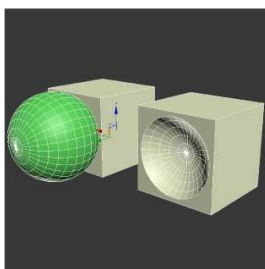
Fonte: elaborado pelo autor



STRIP MODELLING

A malha é construída a partir do puxar de linhas, gerando novos polígonos. Esta abordagem eventualmente pode ser chamada de modelagem feita “polígono por polígono” (face-by-face).

Fonte: elaborado pelo autor.



BOOLEAN MODELLING

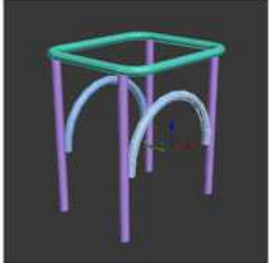
A malha gerada é feita a partir de uma ação entre dois objetos distintos, chamada aqui de “ação booleana”. Esta ação permite adicionar, subtrair, utilizar áreas coincidentes entre os modelos e áreas não coincidentes.

Fonte: elaborado pelo autor

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 8 – Modelagem Geométrica por Linhas.

MODELAGEM GEOMÉTRICA POR LINHAS



SHAPE MODELLING
Consiste da criação de objetos fechados do tipo linhas bidimensionais, as quais recebem modificações para assumir volume tridimensional por meio de recursos especiais.
Fonte: elaborado pelo autor.



PATCH MODELLING
Esta técnica consiste da criação de malha geométrica baseada em caminhos. Geralmente se utiliza esta técnica na construção de terrenos.
Fonte: elaborado pelo autor.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 9 – Modelagem Geométrica por NURBS.

MODELAGEM GEOMÉTRICA NURBS




NURBS MODELLING
Construção de geometrias inteligentes que criam uma malha densa controlada por uma gaiola de malha resumida, tendo seu controle definido por pontos de curva do tipo Bezier.
Fonte: elaborado pelo autor.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 10 – Modelagem por Subdivision Surface.

MODELAGEM POR SUBDIVISION SURFACE

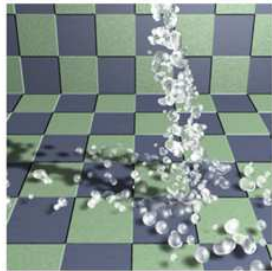


SUBDIVISION SURFACE MODELLING
A técnica de Subdivision Surface é a mesma encontrada em modelos da categoria Highpoly: são objetos geométricos construídos com uma malha base bem elaborada, que recebe uma modificação de suavização que força a subdivisão de malha em pelo menos mais quatro polígonos de quatro lados cada. Esta suavização respeita o volume e forma do modelo, desde que sua malha base tenha sido devidamente confeccionada para isto.
Fonte: elaborado pelo autor.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 11 – Modelagem por Metaball.

MODELAGEM GEOMÉTRICA POR METABALL



METABALL
A técnica de modelagem por metaball é aquela em que objetos são associados a outros de modo a mesclarem-se entre si, criando emendas nas junções. Esta técnica simula com certa equivalência o que acontece com partículas de água que se tocam: elas se unificam, criando um novo elemento.
Fonte: site de ajuda online do Autodesk 3ds Max e adaptado pelo autor.

Fonte: site de ajuda online do Autodesk 3ds Max¹⁹ e adaptado pelo autor.

¹⁹ Autodesk. **Ajuda Online da Autodesk**. Disponível em: <<http://docs.autodesk.com/3DSMAX/15/ENU/3ds-Max-Help/index.html?url=files/GUID-FC1E1B94-5B60-41A5-8948-D0676702A767.htm,topicNumber=d30e3986>>. Acessado em: 8 de outubro de 2014 as 18 horas.

Quadro 12 – Modelagem por Escultura Digital.

MODELAGEM GEOMÉTRICA POR ESCULTURA DIGITAL



ESCULTURA DIGITAL

A técnica de modelagem por meio de escultura está presente em vários softwares tridimensionais. Softwares de escultura digital como o Pixologic ZBrush e Autodesk Mudbox são especialistas na produção de modelos desta natureza. A forma como estas ferramentas interagem com a superfície tridimensional descreve uma interação com a topologia dos modelos através do contato de puxar, empurrar e suavizar geometrias com o cursor de mouse ou caneta ótica sobre as superfícies dos modelos.

Fonte: elaborado pelo autor.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 13 – Modelagem por Primitivas Paramétricas.

MODELAGEM GEOMÉTRICA POR PRIMITIVAS PARAMÉTRICAS



PRIMITIVAS PARAMÉTRICAS

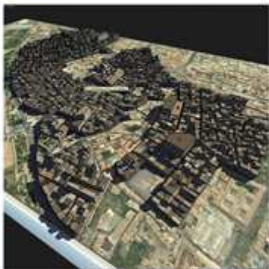
Este tipo de modelagem é feita a partir da construção de objetos por meio de recursos primitivos dos programas tridimensionais, como caixas (box), esferas (sphere), linhas (shapes), caixas com bordas suaves (chanfer box), entre outras.

Fonte: elaborado pelo autor.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 14 – Modelagem Geométrica Parametrizada.

MODELAGEM GEOMÉTRICA PARAMETRIZADA



MODELAGEM GEOMÉTRICA PARAMETRIZADA

Nesta técnica de construção geométrica utiliza-se a parametrização de elementos no intuito de se obter diferentes geometrias. Segundo Alvez (2013, p. 258), o design paramétrico é “um método fundamentado em técnicas de criação e modelagem digital, a partir de algoritmos e sistemas de programação que antecipam a tomada de decisões para uma etapa bastante inicial do processo de projeto”. Para haver a parametrização, os elementos devem receber comandos por meio de “inputs” numéricos, que ao se modificar os valores destes “inputs”, fazem com que o objeto se modifique.

Fonte: imagem feita com o Plugin Ghost Town para Autodesk 3ds Max.

Fonte: imagem feita com o *plugin Ghost Town* para Autodesk 3ds Max²⁰.

²⁰Kilad Ghost Down. **Kilad Ghost Down**. Disponível em: <http://kiladghosttown.blogspot.com.br/>. Acessado em: 22 de outubro de 2014 as 15 horas.

Quadro 15 – Modelagem Geométrica por digitalização Tridimensional (Scan 3D).

MODELAGEM GEOMÉTRICA POR DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL (SCAN3D)



MODELAGEM GEOMÉTRICA POR DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL (SCAN3D)

Nesta técnica de construção de malha tridimensional, adquire-se os dados tridimensionais por meio da digitalização de modelos. Tal digitalização pode ser feita por meio de aparelhos de digitalização profissionais, ou por meio de aquisição de fotografias (fotogrametria) em ambiente controlado, com envio destas a softwares especialistas para conversão e geração de malhas tridimensionais. A imagem acima apresenta um modelo digitalizado pelo estúdio Ten24 para o jogo War Thunder produzido pela Gaijinent, onde na esquerda está a malha original sem tratamento, ao meio a mesma com textura e a direita, uma versão de malha utilizável dentro de softwares renderizadores.

Fonte: adaptado do site do estúdio Ten24.

Fonte: adaptado do site do estúdio Ten24²¹.

Este apanhado de técnicas de modelagem oferece várias opções de se trabalhar com a produção de modelos para jogos digitais. Cabe ao desenvolvedor escolher a melhor técnica para o projeto em que atua.

2.5.3.4 Além da Modelagem

A modelagem geométrica é apenas uma das etapas necessárias para a correta exibição do modelo quando dentro de ambiente de jogo ou em uma apresentação de imagem ou vídeo. Faz-se necessário, para a correta exibição de cores e texturas do

²¹ Ten24. **Ten24**. Disponível em: <http://www.ten24.info/?page_id=1622>. Acessado em 22 de outubro de 2014 as 15 horas.

modelo, o mapeamento de sua superfície para que este oriente e exiba corretamente as texturas em ambiente de jogo digital.

2.5.4 Mapeamento de Superfícies

Nesta seção são apresentados os conceitos acerca do que é e para que serve o mapeamento aplicado a modelos tridimensionais de jogos digitais. Tais conceitos são aplicados a todos os tipos de modelos de arte utilizados em projetos de jogos tridimensionais e digitais.

2.5.4.1 Definições Gerais

O mapeamento de superfícies é uma das etapas que permite o modelo assemelhar-se mais com sua definição conceitual, pois é o momento em que se preparam as superfícies para que possam receber acabamento de textura. Steed (2005, p. 442) aponta que uma textura é um arquivo de imagem capturado por meio fotográfico ou produzido a partir de programas bidimensionais, as quais podem ser aplicados a uma superfície tridimensional.

O mapeamento de superfícies é uma área da computação gráfica que visa o estudo da simulação de aplicação de materiais e texturas em superfícies tridimensionais. Tal estudo foi feito inicialmente por Edwin Catmull, atualmente diretor do estúdio *Pixar Animations*, em sua tese de doutorado de 1974 pelo Departamento de Ciência da Computação da Universidade de *Utah*. Sua tese fala de um algoritmo de subdivisão de malhas curvas, as quais para resolver o problema de aplicação de revestimentos de texturas nestas, Catmull (1974, p. 36) explica que (em uma tradução livre feita pelo autor desta pesquisa):

Fotografias, desenhos, ou qualquer imagem podem ser mapeadas sobre manchas bivariadas. Esta é uma das consequências mais interessantes deste algoritmo de divisão. Ele fornece um método para puxar a textura, desenhos ou fotografias em superfícies. Ele também permite que se tenham reflexos em quadros, como em espelhos planos ou curvos.

A técnica desenvolvida por ele consistia basicamente da aplicação de texturas em superfícies bivariadas curvas (áreas que permitem mais de um tipo de análise sobre como o comportamento da textura deve se comportar) por meio do mapeamento destas. O mapeamento de superfícies na maioria dos softwares

tridimensionais atualmente consiste em ser, conforme Ward (2008, p. 74), “basicamente um modelo de pontos que armazena um conjunto de coordenadas, que normalmente varia de 0 a 1, o que corresponde a um ponto no pacote de textura”. Ou seja, o mapeamento de um modelo é a representação bidimensional de uma área tridimensional que pode ser revestida com textura.

Conforme Steed (2005, p. 442) aponta, o mapeamento de superfícies utiliza coordenadas UVW, que funcionam como representações do espaço tridimensional definido por XYZ (onde X define o eixo horizontal, Y o vertical e Z a profundidade). A letra U de UVW coordena o deslocamento do mapeamento em superfícies tridimensionais no sentido horizontal (X), enquanto que a letra V ajusta a repetição em sentido vertical (Y). Tavares & Lacerda (2005, p. 452) apontam que a letra W controla a profundidade equivalente a Z no espaço tridimensional. Nem toda superfície recebe ajustes em W, por exemplo, texturas de repetição recebem os três controles de UVW, mas uma textura que é aplicada a um modelo único (uma personagem, por exemplo), recebe ajuste apenas de UV.

Segundo Lima & Meurer (2011, p. 137) e Tavares & Lacerda (2005, p. 452), a representação de cada polígono tridimensional no espaço UV é chamado de *Cluster*, sendo que para a aglutinação de mais de um cluster dá-se o nome de Ilha de *Clusters*. Um dos principais objetivos na abertura de malha de modelos é o de proporcionar o melhor ambiente para que se possa aplicar texturas por sobre este. Existem alguns aconselhamentos que podem ser seguidos para a construção de modelos utilizados em jogos digitais, divulgados pelo estúdio *Valve Software*²², utilizando como exemplo um estudo de caso de um de seus jogos (*Dota 2*), onde eles indicam (em uma tradução livre):

- Trabalhar com mapeamento espelhado para garantir a máxima resolução em textura;

- Ilha de *Clusters* do rosto ou cabeça de personagens devem ocupar 25% a mais de espaço na área útil do UV;

²² Valve Software. **Steam Powered**. Disponível em: <<http://media.steampowered.com/apps/dota2/workshop/Dota2CharacterArtGuide.pdf>>. Acessado em: 07 de novembro de 2014 as 18 horas.

- Para personagens, organizar o UV de modo que a região superior do corpo do modelo ocupe um local maior no espaço UV com relação a região inferior do mesmo modelo;
- Olhos devem ser mapeados de forma separada com relação ao UV do corpo de personagens;
- Eliminar os espaços vazios entre as ilhas de clusters, mas não ultrapassando 5 a 10 pixels (não se deve deixar mais que 20% de espaço de UV livre);
- Agrupar as Ilhas de *Clusters* por características de cores para facilitar o trabalho de texturização posterior.

Diversos softwares podem ser utilizados no processo de abertura de malha UV, sendo os mais comuns o Autodesk 3Ds Max, Autodesk Maya, Blender e Cinema 4D. Alguns softwares de escultura digital como o Pixologic ZBrush e Autodesk Mudbox possuem recursos simples de abertura de malha.

Por fim, a partir do trabalho de mapeamento de superfícies é possível revestir com texturas elementos tridimensionais. Formas distintas de organização deste espaço podem ser conseguidas, de acordo com o modelo e projeto a ser trabalhado, necessitando, em muitos casos, de métodos ou técnicas específicas de abertura de malha para os melhores resultados.

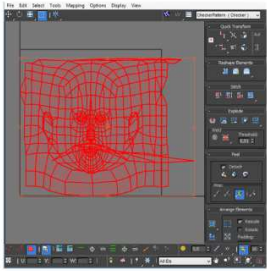
2.5.4.2 Técnicas de Abertura de Malha UV

Para se desenvolver a abertura de malha UV de modelos tridimensionais, certas técnicas podem ser requeridas, justamente em razão da volumetria geométrica do modelo. Para certos modelos, determinadas técnicas de abertura de malha são mais aconselhadas do que outras, muito embora se possa utilizar a mesma forma para um grande número de casos. Ideal é o desenvolvedor identificar os tipos das geometrias e dentro do seu conjunto de ferramentas, identificar aquela que melhor satisfaz a execução do trabalho.

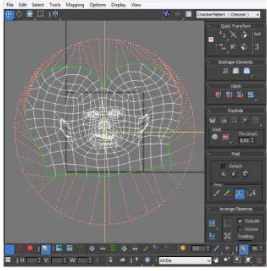
Alguns autores comentam sobre as técnicas de abertura de malha, as quais estas estão listadas a seguir no Quadro 15 a partir dos preceitos de Steed (2005), Ward (2008) e Ahearn (2008).

Quadro 16 – Técnicas de abertura de malha UV.

TÉCNICAS DE ABERTURA DE MALHA UV



PROJECTION MAPPING (MAPA DE PROJEÇÃO)
 Neste tipo de técnica de abertura de malha, utilizam-se coordenadas de projeção do tipo cilindro, caixa ou plano, por sobre objetos geométricos. Esta técnica pode ser usada como definitiva para os modelos, ou pode servir de início para um processo mais complexo de abertura de malha (Pelt Mapping, por exemplo).
 Fonte: elaborado pelo autor.



PELT MAPPING (MAPA DE PELE)
 Nesta técnica, o modelo tem sua malha UV aberta de modo total por meio de ferramentas específicas e de relaxamento de malha UV. O objetivo nesta técnica é relaxar a malha de modo bidimensional, sem sobrepor Clusters ou Ilhas de Clusters (evidentemente se for para ambiente de jogo e se esta sobreposição for benéfica ao modelo, deve ser aplicada).
 Fonte: elaborado pelo autor.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quando o modelo tem suas Ilhas de *Clusters* devidamente abertas e dispostas de tal maneira que são inteligíveis para o revestimento em textura, é o momento de preocupar-se com seu Layout UV. Segundo Ward (2008, p. 77) este processo consiste da aplicação de uma textura verificadora (*Checker*) para observação do modelo e de suas Ilhas de *Clusters* na tomada de decisão por sobre como dispor estas ilhas de maneira que ocupe o maior espaço possível, mas sem deformar o revestimento de textura. Pode-se implementar o espelhamento de Ilhas de *Clusters* para aumentar o espaço disponível, bem como trabalhar com transformações nestas ilhas como rotação ou mesmo escalas.

2.5.4.3 Além do Mapeamento

Definido o tipo de abertura de malha UV (mapeamento) e a técnica para se abrir esta, o desenvolvimento de abertura de UV deve se dar naturalmente. Uma vez que a malha de mapeamento seja finalizada, deve-se exportar um arquivo em formato que seja passível de edição em softwares de edição de imagens bidimensionais, como o *Adobe Photoshop*, por exemplo. Em certos softwares tridimensionais, existem ferramentas específicas para isto, que facilitam muito o trabalho. Conforme Ward (2008, p. 97) define, preferencialmente deve-se trabalhar para que sejam exportados arquivos de imagens em potência de dois quanto a sua resolução em pixels, pois justamente as *Engines* (motores de jogos) conseguem processar melhor as imagens nestas resoluções. No Quadro 17 é apresentado um exemplo de resolução em pixels que estes arquivos devem conter:

Quadro 17 – Resolução de texturas em pixels.

1 x 1	128 x 128
2 x 2	256 x 256
4 x 4	512 x 512
8 x 8	1024 x 1024
16 x 16	2048 x 2048
32 x 32	4096 x 4096
64 x 64	...

Fonte: elaborado pelo autor.

Seguindo este padrão para definir a resolução de imagens para confecção de texturas, as *Engines* não sofrerão com o cálculo de processamento de imagens. A seguir é descrito o processo de texturização de modelos tridimensionais, com apontamentos de suas técnicas de confecção de arquivos mais conhecidas.

2.5.5 Texturização

Nesta seção são apresentados os conceitos sobre o revestimento de textura aplicado a modelos. Tais conceitos servem de base para a correta construção do arquivo de textura dos modelos tridimensionais de modelos digitais aplicados a jogos digitais.

2.5.5.1 Definições Gerais

O revestimento em textura de modelos é o processo em que se define o aspecto em cores do modelo, bem como se definem outras propriedades como o relevo, reflexo ou transparência. Segundo Novack (2010, p. 172), “a texturização envolve a criação de texturas superficiais bidimensionais (por exemplo, pele e roupas), conhecidas como mapas de texturas, que os modeladores aplicam às malhas de fios tridimensionais”. A textura é utilizada para dar aparência de maiores detalhes do que a sua modelagem geométrica de fato tem, fator este determinante para aumentar o desempenho do modelo quando em ambiente de jogo em tempo real.

Quanto melhor for a abertura de malha UV, melhor é o processo de texturização. Diferentes modelos podem fazer uso de diferentes técnicas de criação de textura, mas todos são atrelados diretamente ao projeto a que serão utilizados (no contexto desta pesquisa, refere-se aos modelos utilizados dentro de *Engines* de jogos). As texturas são vistas nos modelos dentro do ambiente de jogo, em cenários, personagens, objetos decorativos, armas ou mesmo veículos que passam pela visão do jogador. Segundo Murdock & Allen (2006, p. 232), uma texturização bem realizada é o que pode ajudar um modelo a mostrar-se mais bem acabado e pronto para ser utilizado dentro do ambiente a qual foi destinado.

O processo de confecção ou captura de arquivos de texturas pode ser feito de várias maneiras, sendo as mais comuns as feitas por pintura digital, manipulação e fotocomposição de imagens ou mesmo captura de imagens por digitalização tridimensional. Independentemente do tipo de textura a ser criada ou extraída existem diferentes tipos de texturas que devem ser trabalhadas para que o modelo funcione adequadamente e que represente no projeto, o aspecto necessário para o convencimento do jogador de que o modelo de fato existe.

2.5.5.2 Tipos de Texturas

Existem vários tipos de texturas que podem ser associadas a diferentes tipos de materiais, onde cada tipo de textura serve para uma determinada situação. Nos projetos de jogos digitais, o processamento de imagem acontece em tempo real seguido de seu pós-processamento também em tempo real. Conforme Lima &

Meurer (2011, p. 140), Murdock (2006, p. 234) e Ward (2008, p. 117), os tipos de texturas mais comuns são apresentados no Quadro 18 a seguir.

Quadro 18a - Tipos de texturas aplicáveis aos Jogos Digitais.

TIPOS DE TEXTURAS APLICÁVEIS AOS JOGOS DIGITAIS	
	<p>ALPHA MAP (MAPA DE TRANSPARÊNCIA) O mapa de transparência é muito utilizado para aumentar o detalhamento de modelos sem a necessidade de acrescentar malha geométrica ao mesmo. Fonte: elaborado pelo autor.</p>
	<p>AMBIENTE OCCLUSION MAP (MAPA DE OCLUSÃO DE AMBIENTE) É utilizado para aumentar o realismo de ambientes e modelos tridimensionais, pois ele adiciona um mapa de iluminação por aproximação de malha dos mesmos. Fonte: elaborado pelo autor.</p>
	<p>DIFFUSE MAP (MAPA DE DIFUSÃO) São as texturas que cuidam do revestimento em cores dos modelos, fazendo com que estes simulem possuir mais detalhes do que realmente foi incluído em sua modelagem geométrica. Fonte: elaborado pelo autor.</p>
	<p>BUMP MAP (MAPA DE RELEVO) Arquivos que trabalham para dar a ilusão de saliência e sulcos em regiões do modelo a partir de arquivos em tons de cinza, em que branco eleva e preto afunda. Fonte: elaborado pelo autor.</p>

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 19b - Tipos de texturas aplicáveis aos Jogos Digitais.

TIPOS DE TEXTURAS APLICÁVEIS AOS JOGOS DIGITAIS	
	<p>DISPLACEMENT MAP (MAPA DE DESLOCAMENTO) O mapa de deslocamento atua gerando novas geometrias a partir de mapas em tons de cinza (branco eleva e preto empurra para baixo), sendo muito utilizado em cinema. Na imagem a seguir, o modelo recebeu um mapa de deslocamento, nos jogos utiliza-se um mapa similar, chamado de Height Map (Mapa de Alturas) ou ainda o Parallax Map, conforme a disponibilidade das Engines. Fonte: elaborado pelo autor.</p>
	<p>NORMAL MAP (MAPA DE NORMAL) Este tipo de mapa causa alto ou baixo relevo virtual em superfícies geométricas tridimensionais. Utiliza arquivos em escala de cores RGB (Red, Green, Blue), onde R controla o deslocamento em X, G controla o deslocamento no eixo Y e B controla o deslocamento no eixo Z dos modelos. Fonte: elaborado pelo autor.</p>
	<p>SPECULAR MAP (MAPA DE BRILHO) São arquivos de texturas que simulam alto ou baixo brilho em superfícies geométricas, geralmente trabalhando junto com mapas de difusão e relevos. Fonte: elaborado pelo autor.</p>
	<p>REFLECTION MAP (MAPA DE REFLEXO) Este mapa adiciona reflexo simulado a ambientes e modelos tridimensionais quando dentro de Engines de jogos. A maioria das Engines utilizam materiais com mapas de reflexo que simulam informações do ambiente as quais são utilizados (na linguagem dos jogos, trata-se de arquivos em formato de Cubo de Imagem - Cube Map). Fonte: elaborado pelo autor.</p>

Fonte: elaborado pelo autor.

Com texturas deste tipo, pode-se recriar qualquer mundo digital para os jogos digitais. Com a correta utilização e aplicação destes arquivos de texturas, podem-se desenvolver também modelos muito convincentes, capazes de fazer o jogador crer na existência dos mundos imaginários dos jogos.

2.5.5.3 Técnicas de Texturização

Para se obter uma boa textura para aplicação em modelos tridimensionais, algumas técnicas de aquisição de dados podem ser utilizadas. Os processos podem variar desde pela escolha estética adotada para o projeto de jogo, ferramentas disponíveis ou mesmo a habilidade do profissional encarregado da construção da textura. Acima

de tudo, o projeto em que o modelo será utilizado é o indicador que deve definir que técnica deve ser adotada. O Quadro 19 apresenta uma breve lista das principais técnicas de construção de textura para modelos tridimensionais conforme Fleming (2002), Fox (2004), Lima & Meurer (2011), Silva (2005) e Spencer (2008) comentam.

Quadro 20 – Técnicas de Texturização.

PRINCIPAIS TÉCNICAS DE TEXTURIZAÇÃO	
	<p>PINTURA DIGITAL Consiste da aplicação de cores em superfícies de modo que a mistura destas formem manchas gráficas que paulatinamente vão sendo reconhecidas como formas do modelo. Ao lado é apresentada uma imagem de pintura digital desenvolvida por Leonardo Amora. Fonte: Amore Leite. Amora Leite. Disponível em: <http://amoraleite.com/>. Acessado em 3 de novembro de 2014 as 10 horas.</p>
	<p>VETORIZAÇÃO DIGITAL A construção de arquivos vetorializados permite criar formatos de texturas estilizados. Conforme o projeto em que os modelos farão parte, esta técnica pode funcionar muito bem. Ao lado, imagem em formato de vetor extraída do site All Free Download. Fonte: All Free Download. All Free Download. Disponível em: <http://all-free-download.com/free-vector/vector-heart/heart_love_label_07_vector_182314.html>. Acessado em: 3 de novembro de 2014 as 10 horas.</p>
	<p>FOTOCOMPOSIÇÃO Esta técnica permite uma agilidade de trabalho muito grande se comparada a técnica de pintura digital, porém o profissional pode ficar limitado as fotos disponíveis para seu trabalho. Ao lado, imagem de exemplo elaborada por Dylan Cole, um dos maiores profissionais de computação gráfica na elaboração de fotocomposição. Fonte: Dylan Cole. Dylan Cole Studios. Disponível em: <http://www.dylancolestudio.com/>. Acessado em: 03 de novembro de 2014 as 10 horas.</p>
	<p>MANIPULAÇÃO DE TEXTURA INTERATIVA É uma variação das técnicas anteriores, com o diferencial de que pode ser aplicada diretamente por sobre a superfície do modelo, tratando desde pintura digital, até a aplicação fotográfica de elementos em uma superfície tridimensional. Ao lado, é apresentada uma imagem da interface do Pixologic ZBrush com sua ferramenta de aplicação de texturas. Fonte: Digital Tutors. Digital Tutors. Disponível em: Site <http://www.digitaltutors.com/tutorial/480-Projection-Painting-with-Spotlight-in-ZBrush>. Acessado em: 02 de novembro as 14 horas.</p>



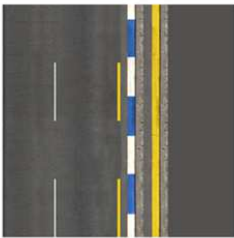

Fonte: adaptado pelo autor.

Dependendo da estética adotada em cada projeto, uma técnica ou outra pode se apresentar mais eficaz para desenvolver as texturas dos modelos. Cabe aos profissionais definir a melhor técnica a ser adotada, de modo que esteja em conformidade com o projeto de jogo.

2.5.5.4 Tipos de Malha UV para Texturização

Dentro do processo de abertura de malha UV para modelos digitais, encontram-se alguns tipos que são associados mais a certos modelos do que em outros. Geralmente, a forma do modelo e sua função ajudam a definir qual será o tipo de abertura de malha necessária a sua exibição em tela, seja para um modelo *lowpoly*, seja para um *highpoly*. Os tipos de abertura de malha mais comuns encontrados na literatura pesquisada [Ahearn (2008), Fox (2004), Lima & Meurer (2011, p. 140), Murdock (2006, p. 234), Silva & Aguiar (2005), Steed (2005) e Ward (2008, p. 117)], são apresentados no Quadro 20 a seguir.

Quadro 21 - Tipos de Malha para Texturização.

TIPOS DE MALHA PARA TEXTURIZAÇÃO	
	<p>SKIN (PELE) Este tipo de abertura de malha é associada ao termo Skin (Pele), pois faz referência aos modelos que precisam receber textura única para si, como é o caso de personagens utilizados em ambiente de jogo. Ao lado é apresentada imagem de textura para modelo de personagem tridimensional. Fonte: elaborado pelo autor.</p>
	<p>TILLED (REPETIDA) Este outro tipo de abertura de malha UV é utilizada para o revestimento de superfícies muito amplas e que requerem alta resolução de texturas em diferentes distâncias. Neste caso, como há a repetição horizontal e vertical do arquivo de textura por sobre uma superfície tridimensional, suas emendas não são visíveis. Ao lado, imagem de exemplo do site CGTextures.. Fonte: CGTextures. CGTextures. Disponível em: <http://www.cgtextures.com/>. Acessado em: 22 de outubro de 2014 as 18 horas.</p>
	<p>TRIM (APARAR) O tipo Trim é uma variação do tipo Tilled, pois ele aplica uma repetição da textura por sobre uma superfície tridimensional em um de dois sentidos (horizontal ou vertical). Na imagem ao lado, é demonstrada a repetição de texturas na vertical por arquivo de textura elaborada pelo autor, utilizadas em um cenário tridimensional. Fonte: elaborado pelo autor.</p>
	<p>ATLAS (ATLAS) O formato Atlas é utilizado para reunir e agrupar diferentes texturas Skin ou Trim, de modo a se dispor todos os elementos juntos em um único arquivo. Para Ahearn (2008, p. 8), "trata-se de tomar um grande grupo de texturas que estão relacionados de alguma forma (geralmente geograficamente próximos uns aos outros no mundo do jogo) e colocá-los juntos para criar grandes texturas". Fonte: elaborado pelo autor.</p>

Fonte: conforme indicações dentro do quadro para cada figura.

Uma vez que se tenha identificado o tipo de abertura de malha UV necessário ao modelo, deve-se identificar a melhor técnica de abertura de mapeamento, para posterior desenvolvimento do arquivo de textura de fato. Conforme o modelo, certa técnica pode ser mais eficaz do que com relação a outra, e mesmo a aglutinação de técnicas pode ser interessante de se aplicar.

2.5.5.5 Além da Texturização

Uma vez que o modelo tenha seu arquivo de texturização finalizado, ele está pronto para entrar em um projeto de jogo. Ele pode receber a construção de arquivos de ossos e ajuste de pele para animação, mas no escopo deste trabalho, estas etapas não serão abordadas.

2.6 JOGOS DIGITAIS, DESIGN E MÉTODOS ÁGEIS NO DESENVOLVIMENTO DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS

Na indústria de jogos (GOULARTE, 2010), que é derivada da indústria de desenvolvimento de software, algumas de suas técnicas são advindas de sua área mãe, que consiste basicamente em documentar as etapas e guiar a produção por meio de documentos reguladores. Já o design atua com processos metodológicos mais tangíveis, as quais se podem evidenciar etapas de modo sistemático. Para o design, é importante que se possam repetir processos em diferentes projetos, de forma que se esperem resultados equivalentes, ou muito próximos. Tais processos também não devem ser considerados como regras imutáveis, na verdade, segundo Munari (2008, p. 11), o projetista “pode modificar caso ele encontre outros valores objetivos que melhorem o processo” de desenvolvimento de projetos.

A área do design oferece um campo muito interessante para se integrar aos jogos digitais, que é ao mesmo tempo em que se sistematizam processos através de padrões metodológicos, a possibilidade de ajustar estes métodos, de acordo com a demanda de projeto. Novak (2010) comenta sobre qual seria o futuro dos jogos, elencando diversas questões para reflexão sobre o assunto. Segundo a autora (Novack, 2010, p. 413), uma de suas questões, referindo-se ao futuro do desenvolvimento de arte para jogos, elenca “quais são as mudanças mais prováveis

na arte, no design e na programação de games”, a qual é respondida em seu livro por Christopher Bretz, diretor de arte no estúdio *Secret Level*. Ele menciona que atualmente se podem desenvolver modelos com milhões de triângulos, com texturas de alta resolução e animação complexas que permitem criar personagens e objetos realistas, tudo isto sendo processado por poderosos hardwares de computadores. Neste contexto, (NOVAK, 2010, p. 415), infere que “as antigas restrições deixam de ser um problema e a questão real para um artista passa a ser: ‘como vou conseguir construir tudo isso dentro do prazo?’”.

Para se compreender de que forma o design, jogos digitais e métodos ágeis podem contribuir para o desenvolvimento de modelos tridimensionais, é importante lembrar do Manifesto Ágil de desenvolvimento de software e os princípios norteadores de *Lean Thinking*. Como dito anteriormente, Keith (2010, p. 25) apresenta uma versão do Manifesto Ágil aplicado a área de jogos digitais (em tradução livre pelo autor desta pesquisa) e consegue refletir bem quais pontos são mais importantes para a produção de jogos e todos os seus artefatos:

Trabalho Individual e Interações MAIS QUE Processos e Ferramentas

Durante o processo de desenvolvimento dos modelos tridimensionais, os indivíduos que irão desenvolver os modelos de jogo devem estar confortáveis no processo. Se houver mais de um profissional responsável pelo desenvolvimento de um único modelo, os envolvidos devem conversar antes da produção para ajustar pontos de preferência em comum ou pontos não identificados previamente, mas que podem ser necessários ser discutidos. Os processos e ferramentas necessários ao trabalho devem servir de apoio e base, não restringindo a capacidade individual dos envolvidos. O trabalho em jogos digitais envolve profissionais de áreas diversas, e integrar todos, às vezes pode ser difícil. Neste sentido, entender as habilidades individuais e como ocorrem as interações de desenvolvimento é mais importante que processos e ferramentas, efetivamente.

Trabalho no Jogo MAIS QUE Documentação de Projeto

Durante o desenvolvimento de modelos, é natural que em cada etapa sejam passados por avaliações e aprovações, mas acima de tudo, estes modelos devem estar funcionais e esteticamente bem resolvidos. O desenvolvimento destes modelos deve utilizar a documentação como guia norteador, sendo que os conceitos definidos para os mesmos devem ser obedecidos estritamente. Neste sentido, o trabalho no desenvolvimento do jogo é mais importante do que se preocupar com a documentação reguladora, pois afinal de contas, o que importa é o jogo estar pronto. Os documentos de projeto devem ser usados como guias e não como dispositivos que prendam o ritmo da produção do aplicativo.

Colaboração entre Publicador e Desenvolvedor MAIS QUE Escopo, Tempo e Orçamentos

A colaboração é uma das grandes chaves no processo de desenvolvimento de modelos tridimensionais. Diferentes profissionais podem estar envolvidos na produção de um único modelo (por exemplo, pode haver um profissional modelador e um texturizador, ao passo que pode haver um outro profissional que irá animar o modelo para ambiente de jogo). Neste ponto, todos devem dialogar e verificar o que um precisa que seja feito em uma determinada etapa, para que em outra o trabalho seja facilitado. Nesta seção há ênfase na colaboração entre os profissionais, independentemente de sua área de atuação, como sendo mais importante que o escopo definido, tempo e orçamento disponíveis. Todos devem trabalhar para que de fato o jogo seja construído e finalizado da melhor maneira quanto possível.

Resposta a Mudança MAIS QUE Seguir o Plano

Estar aberto a mudanças é sempre importante, pois dá a chance de corrigir etapas, mas ainda assim, deve-se estar atento ao plano inicial de projeto. É muito pior ter de alterar um plano de trabalho, reduzindo ou modificando um escopo, do que simplesmente organizar recursos humanos ou financeiros para pequenas mudanças ou correções de desenvolvimento. Esta é uma das grandes premissas dos métodos ágeis, que é a de trabalhar com a aceitação da mudança ser mais

importante que seguir um plano do início ao fim. Na maioria dos projetos em que se aplicam métodos ágeis, as mudanças são bem-vindas e até esperadas.

O Manifesto Ágil, apresentado de forma adaptada a área de Jogos Digitais, permite que seja totalmente aplicado as áreas de desenvolvimento de qualquer área da indústria de jogos, da arte a programação, da administração ao marketing. Definida esta aplicação, basta que dela se extraia a filosofia e princípios que estejam em conformidade e que possam ser aplicados na prática de desenvolvimento de jogos digitais.

Então, no contexto desta pesquisa, os jogos digitais fornecerão o ambiente de atuação, ou seja, a área onde a filosofia e princípios ágeis analisados serão utilizados. A partir desta delimitação espacial de atuação, define-se o objeto alvo de desenvolvimento, que no caso desta pesquisa foi determinado como sendo modelos tridimensionais e digitais, com foco na modelagem, mapeamento e texturização. Para sua correta construção, utiliza-se a visão metodológica e sistemática do design para explicitar o método necessário a sua construção. A partir deste traçado, acopla-se filosofia e princípios de métodos ágeis oriundos do *Lean Thinking*, as quais acredita-se que podem melhorar o desempenho de resultados no desenvolvimento destes modelos de modo iterativo.

Para Burdek (2006, p. 273), a metodologia do design tem uma meta clara e definida, que é “a de esclarecer o processo de projeto e fornecer as ferramentas necessárias para sua otimização”. Estas irão trabalhar em conjunto com o pensamento de *Lean*, fazendo com que este permita atribuir valores perceptíveis as tarefas necessárias ao desenvolvimento do projeto. Através da sistematização metodológica permite-se chegar a inovação, pois com o domínio de ações, pode-se isolar o raciocínio no intuito de melhorar as atividades.

Para Baxter (2011, p. 125),

O ambiente criativo depende das atitudes das pessoas na empresa, a começar pelo estilo gerencial adotado pela administração superior da empresa. Isso tudo contribui para a criação de uma ‘cultura’ empresarial, que é muito difícil de ser mudada. Assim, a capacidade inovadora de uma empresa não pode ser criada simplesmente mexendo no seu organograma. É necessário investir a médio e longo prazo na criação de um ambiente favorável à inovação, a partir da administração superior e perpassando por todos os níveis hierárquicos da empresa.

Para cada etapa do projeto, deve haver uma atribuição de importância que deve ser medida por meio de um indicador. O resultado a partir da medição com este indicador irá gerar um fator que determina se aquela etapa apresentou retorno positivo ou negativo quanto a sua execução (neste caso, aqui se refere ao termo ROI – *Return of Investment*, que define o retorno de investimento de projetos). O ROI é uma unidade de valor importante dentro dos métodos ágeis, pois ele especifica o quanto uma atividade executada dentro de um projeto forneceu retorno ao cliente (aqui considerando cliente interno e externo).

Para esta pesquisa, o ROI é essencial, pois ele ajuda a determinar se as etapas de desenvolvimento de modelos tridimensionais de fato forneceram um bom retorno (produto finalizado e entregue) de investimento (produto planejado, neste caso, se o tempo destinado foi suficiente, se o volume de trabalho planejado foi satisfatório para a entrega, etc.).

2.7 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentadas questões envolvendo a área de jogos digitais, seus conceitos, histórico evolutivo, além de seus processos de desenvolvimento. Para a área de design foram apresentados seus conceitos e principais aspectos metodológicos e sistêmicos. Para a área de metodologia ágil foram apresentados os principais conceitos, filosofia, princípios e ferramentas mais utilizadas. Para o desenvolvimento de modelos tridimensionais foram apresentados os conceitos envolvendo a construção de modelagem tridimensional, mapeamento e texturização de modelos para ambiente de jogo digital.

Este capítulo atingiu os seguintes objetivos específicos:

- Investigar a fundamentação teórica sobre o tema delimitado;
- Traçar um panorama sobre a ligação entre jogos digitais, design e métodos ágeis;
- Identificar e documentar técnicas e métodos de produção tradicionais de modelos tridimensionais para jogos digitais;
- Identificar e documentar filosofia e princípios sobre metodologias ágeis.

CAPÍTULO III – METODOLOGIA DE PESQUISA

3. DELINEAMENTO DOS MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento da pesquisa proposta. São apresentadas a classificação da mesma e suas etapas constituintes.

3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA ADOTADA

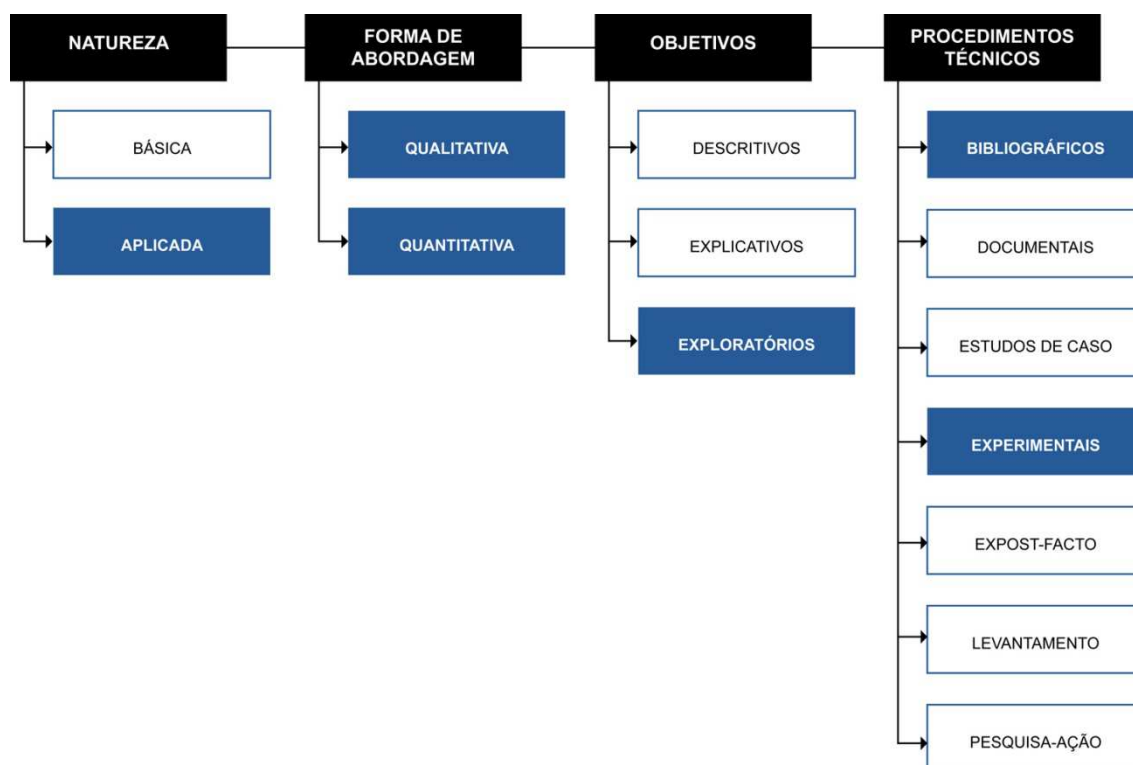
Nesta seção é apresentada a metodologia de pesquisa utilizada e sua tipificação, bem como as etapas necessárias à sua conclusão. É apresentada ainda a forma como foi desenvolvida.

3.1.1 Classificação da Pesquisa

Para o desenvolvimento desta pesquisa, que trata sobre como a utilização de filosofia e princípios ágeis de desenvolvimento de software podem contribuir para desenvolver modelos tridimensionais usados em jogos digitais, buscou-se utilizar um método de pesquisa que contribuísse para compreender e verificar a hipótese de solução elencada anteriormente.

Conforme Prodanov & Freitas (2013, p. 31), este trabalho assume como método de abordagem o Hipotético-dedutivo, pois parte de um problema proposto, passando pela formulação de hipótese e por um processo de inferência dedutiva, onde testa-se a predição de ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese elencada. A partir do problema identificado e seguido de estudo e análise de abordagem solutiva com norte na hipótese elencada, é possível chegar a um resultado sobre a forma de melhor resolver o problema. A seguir, é apresentada na Figura 10 o fluxograma que evidencia a classificação desta Pesquisa, elaborado pelo autor a partir dos modelos de Bez (2011) e Prodanov & Freitas(2013).

Figura 9 - Fluxograma com a classificação da pesquisa.



Fonte: adaptado pelo autor, a partir dos modelos de Bez (2011) e Prodanov & Freitas (2013).

A metodologia utilizada nesta pesquisa enquadra-se na de natureza definida como Aplicada, pois visa a aplicação prática dirigida à solução de um problema específico (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 51). A partir da identificação de um problema ou lacuna entre atividades dentro de uma área específica, pode-se estabelecer uma nova forma de atuação se comprovada a hipótese de pesquisa elencada neste trabalho, sendo esta testada em experimento prático.

Quanto à Abordagem, esta se enquadra de forma Qualitativa e Quantitativa, pois se visa realizar a aquisição de dados para mensuração e comparação de resultados pelas duas abordagens. Segundo Prodanov & Freitas (2013, p. 72), ao se realizar a revisão bibliográfica, está-se trabalhando de modo quantitativo, pois se reúne o maior número de dados possíveis para análise. Por outro lado, o autor aponta ainda que ao se trabalhar com o experimento, está-se atuando com pesquisa qualitativa, pois se pode, a partir dos dados, realizar relações com as variáveis e desta forma, entender o contexto como um todo dos resultados.

Do ponto de vista dos Objetivos, estes serão do tipo Exploratórios, pois segundo Gil (1999, p. 43), objetivos desta natureza proporcionam uma visão geral

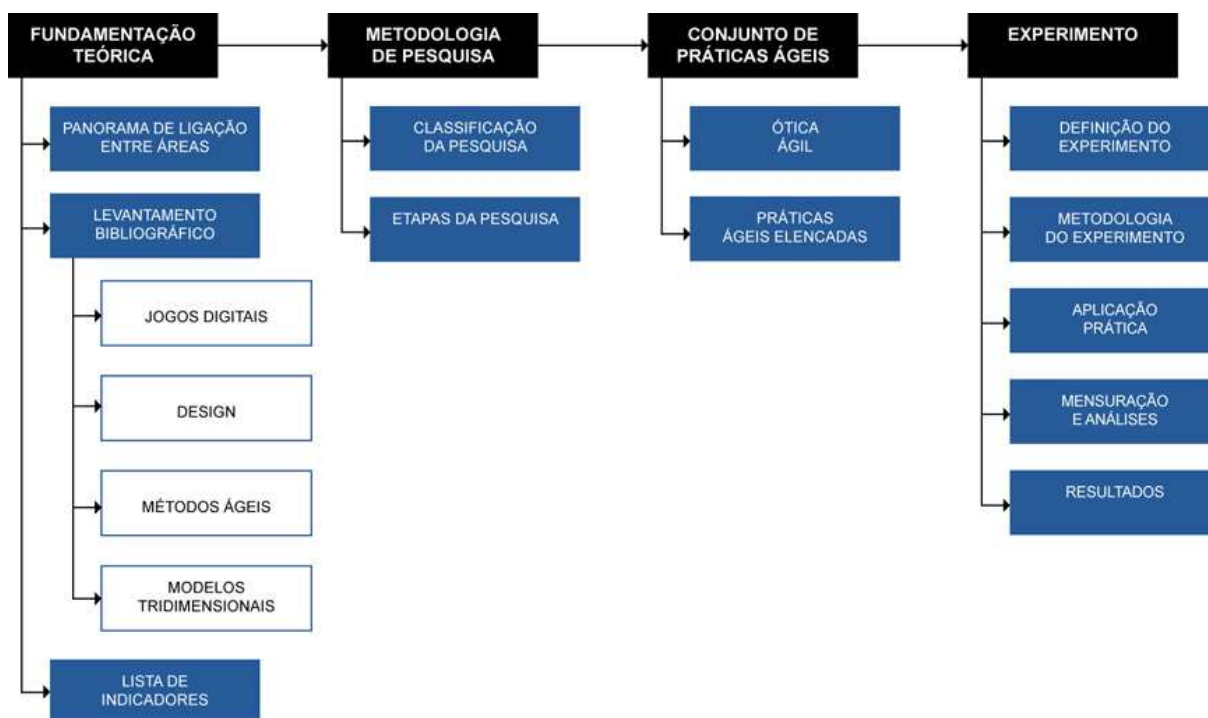
acerca do fato a ser investigado. Para Prodanov & Freitas (2013, p. 51), os objetivos definidos como exploratórios atuam com a finalidade de proporcionar mais informações sobre o assunto que será discorrido, o que possibilita sua definição e delineamento com maior ênfase.

Sobre os Procedimentos Técnicos, a presente pesquisa conta com revisão Bibliográfica para contextualização do assunto. Esta pesquisa também conta com procedimento Experimental, pois será aplicado experimento prático de validação dos conhecimentos.

3.1.2 Organização da Metodologia de Pesquisa

O trabalho a ser desenvolvido nesta pesquisa conta com quatro grandes etapas: Fundamentação Teórica, Metodologia, Conjunto de Melhores Práticas Ágeis e Experimento. Cada etapa possui um conjunto próprio de atividades que foi desenvolvido para atingir o escopo desta pesquisa. A Figura 11 apresenta o fluxograma que resume a organização da metodologia.

Figura 10 - Fluxograma resumido da organização da metodologia de pesquisa.



Fonte: elaborado pelo autor.

A seguir, cada uma das etapas é descrita de forma individual para melhor compreensão.

Etapa 1 - Fundamentação Teórica

Nesta seção é apresentada a forma como a Fundamentação teórica foi planejada, coletada e organizada. São apresentados ainda os conceitos sobre os principais pilares da pesquisa.

Panorama de ligação entre Jogos Digitais, Design e Métodos Ágeis - neste ponto são apresentados os panoramas de ligação entre as áreas de jogos digitais, design, métodos ágeis e a construção de modelos tridimensionais.

Jogos Digitais - esta sessão apresenta a identificação e documentação de ambiente de produção de jogos, seus processos e técnicas, bem como um breve resumo evolutivo e sua ligação com demais áreas associadas a ele no contexto desta pesquisa.

Design - para esta pesquisa, fazer uso do pensamento sistêmico do design relacionado às metodologias ágeis é um ponto relevante.

Métodos Ágeis - os métodos ágeis, conforme apresentado e discutido anteriormente nesta pesquisa, tornam possível o desenvolvimento de novas maneiras iterativas de desenvolvimento de produtos, o que agiliza e melhora a capacidade de produção de equipes.

Modelo Tridimensional - por fim, o estudo acerca de jogos digitais, design e métodos ágeis são direcionados para o desenvolvimento de modelos tridimensionais.

Elaboração de lista de Indicadores - neste ponto é apresentada uma lista de indicadores para ajudar na mensuração de dados coletados.

Etapa 2 – Metodologia de Pesquisa

Nesta seção são apresentadas a metodologia do projeto de pesquisa, sua classificação e quais as etapas que foram necessárias à sua conclusão. A seguir suas duas grandes divisões (dentro do capítulo de Metodologia) são apresentadas.

Classificação da Pesquisa – neste ponto é apresentada a classificação que esta pesquisa assume e seu caráter científico.

Etapas da Pesquisa – neste momento são definidas todas as etapas necessárias para a realização desta pesquisa.

Etapa 3 – Conjunto de Melhores Práticas Ágeis

Nesta etapa são apresentados o conjunto de melhores práticas ágeis para desenvolvimento de modelos tridimensionais de jogos digitais. A seguir um breve resumo sobre esta etapa, sendo melhor discutido no Capítulo IV – Conjunto de Melhores Práticas Ágeis.

Ótica Ágil Aplicada a Procedimentos Tradicionais – aqui são apresentadas as formas de analisar as atividades tradicionais de produção de modelos tridimensionais pela ótica ágil.

Análise de Dados – aqui são apresentados os indicadores utilizados no experimento e a forma como são analisados.

Práticas Ágeis – neste ponto é elencado o conjunto melhores práticas ágeis utilizáveis no desenvolvimento de modelos tridimensionais para jogos digitais.

Etapa 4 – Experimento

Nesta etapa são apresentados o experimento prático e a forma como foi conduzido. A seguir, são apresentados, de maneira breve, o conteúdo desta etapa, sendo melhor apresentado no Capítulo V – Experimento.

Definição do Experimento – apresentação sobre o que é o experimento a ser desenvolvido.

Metodologia para Execução do Experimento – neste ponto é apresentada a metodologia para executar o experimento prático.

Aplicação do Experimento – aqui é explicada a forma como será aplicado o experimento prático.

Mensuração e Análise de Dados – apresenta-se aqui a mensuração e análise de dados coletados.

3.2 RESUMO DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou a metodologia de pesquisa adotada, partindo desde a sua tipificação e classificação para o posicionamento científico. Foram ainda apresentadas as principais etapas constantes na pesquisa e explicadas como foram desenvolvidas.

CAPÍTULO IV – CONJUNTO DE MELHORES PRÁTICAS ÁGEIS

4. CONJUNTO DE MELHORES PRÁTICAS ÁGEIS

Neste capítulo são apresentados os conceitos acerca da ótica ágil aplicada ao desenvolvimento de modelos tridimensionais para jogos digitais. Também são apresentadas as práticas ágeis elencadas para definir um conjunto de práticas aplicadas a produção de modelos para jogos.

4.1 ÓTICA ÁGIL APLICADA A PROCEDIMENTOS TRADICIONAIS

Para apresentar a forma como a ótica ágil pode contribuir nesta pesquisa, elaborou-se um quadro (Quadro 20) expandido em que se pode ver a metodologia de Ward (2008) descrita pela ótica Tradicional (Cascata) e como seria pela ótica Ágil (Iterativa) aplicando a filosofia e princípios ágeis. Neste quadro, foram acrescentadas etapas de Organização de Atividades e Dados 2D para manter a compatibilidade entre as duas óticas apresentadas. O item Dados 3D refere-se as construções tridimensionais do modelo, bem como o item Mapeamento refere-se as ações de controle de direção de UV para aplicação e revestimento em textura.

Embora a Escultura Digital seja uma das etapas propostas por Ward (2008), no escopo desta pesquisa não foi incluída, pois, conforme Azevedo (2003), observa-se que se pode construir um modelo para ambiente de jogo, sem precisar passar pelo processo de escultura. A utilização da etapa de Escultura Digital pode representar uma melhora significativa na qualidade gráfica do modelo, uma vez que se pode capturar dados tridimensionais físicos de um modelo de alta densidade de malha, para um de baixa densidade (LIMA, 2011a). Todavia, para a realização dos modelos desta pesquisa, esta etapa não é obrigatória.

Em texturização aplicam-se os recursos de construção do arquivo de textura que o modelo deve assumir, ao passo que em Otimização aplicam-se ações de otimização no modelo. Para melhor compreender de que forma a ótica ágil pode ajudar no processo de produção de modelos, ela foi adaptada conforme as etapas de Ward para melhor visualizar onde ela pode agir (Quadro 20). Mas em verdade, a ótica ágil pode influenciar e alterar a ordem de importância das etapas frente ao método apresentado por Ward (2008).

Quadro 22 - Metodologia de Ward pelas óticas tradicional e ágil.

METODOLOGIA DE WARD POR DUAS ÓTICAS	
Tradicional (Cascata) apresentado por Ward (2008)	Ágil (Iterativo) proposto pelo autor
Organização de Atividades - Trabalho em grupo no projeto; - Atividades técnicas individuais; - Foco no resultado estético do modelo acima de tudo.	Organização de Atividades - Trabalho em pares no projeto; - Atividades técnicas individuais, mas com foco no projeto global; - Foco no maior valor/flexibilidade de produção nas etapas; Definição de prioridades Globais e Específicas; - Documentação de produção.
Dados 2D - Model Sheet é essencial para o trabalho; - Arte conceito, moodboard são ferramentas de apoio; - Pesquisas adicionais.	Dados 2D - Confere Documentação; - Mood Board é essencial ao trabalho; Model Sheet e arte conceito são apoio; - Scan 3D pode ser utilizado como aquisição de dados 2D; - Documentação de produção com incremento de dados.
Dados 3D Foco na execução final do modelo: - Opção 1: modelagem reutilizando partes de bibliotecas; - Opção 2: modelagem construindo o modelo do zero.	Dados 3D - Confere Documentação; - Analisa Caso Controle para certifica-se do trabalho a ser feito; - Foco na execução flexível do modelo para ajustes; Opção 1: modelagem reutilizando partes de bibliotecas; Opção 2: modelagem construindo o modelo do zero; - Scan 3D pode ser utilizado para a construção do modelo 3D; - Uso de ferramentas de parametrização de geometrias; - Final da iteração: Testes na Engine; Feedback para avaliar o produzido com o planejado; Documentação de produção com incremento de dados.
Mapeamento - Executa trabalho finalizado na primeira vez; - Organização de UV orgânico; - Testes no modelo com textura quadriculada.	Mapeamento - Confere Documentação; - Analisa Caso Controle para certifica-se do trabalho a ser feito; - Abertura de malha de modo incremental; Blocagem de UV e definição de ilhas de clusters maiores; Refino de UV para a finalização; Alinhamento retilíneo; Testes no modelo com textura quadriculada; - Final da iteração: Testes na Engine; Feedback para avaliar o produzido com o planejado; Documentação de produção com incremento de dados.
Escultura Digital - Re-utilização do próprio modelo para escultura digital;	Escultura Digital - Não é abordado no escopo desta pesquisa;
Texturização - Extração de mapas de textura para compor textura difusa (Normal Mapping e Ambiente Occlusion);	Texturização - Confere Documentação; - Analisa Caso Controle para certifica-se do trabalho a ser feito; - Verifica bibliotecas de texturas ou construção do zero; - Foco na flexibilidade e execução com ótimo acabamento: Textura não-destrutiva (Photoshop com cores sólidas); Textura parametrizada (Substance Designer); - Final da iteração: Testes na Engine; Feedback para avaliar o produzido com o planejado; Documentação de produção com incremento de dados.
Otimização - Testes na Engine e testes de malha com esqueleto animado; - Feedback checa a produção apenas no final das etapas; - Mensuração não é apresentada; - Otimização e refino geral do modelo.	Otimização - Testes na Engine - é feito em todas as demais iterações; - Feedback avalia em todas as etapas o modelo produzido com o planejado; - Mensuração por métricas pré-estabelecidas nas iterações; - Otimização e refino geral é feito em todas as interações.

Fonte: adaptado pelo autor a partir do método de Ward (2008).

Alguns procedimentos apresentados na coluna ágil eventualmente podem aparecer na coluna tradicional (como, por exemplo, “textura não destrutiva” ou “textura parametrizada”). Apesar de mais extensa em tópicos, a adoção de procedimentos ágeis em uma metodologia permite que o trabalho de desenvolvimento de modelos tridimensionais não seja uma atividade em que o indivíduo se preocupa apenas com o modelo em si, ignorando o projeto como um todo. Como toda boa prática ágil, esta foca no contexto geral e trabalha para que o indivíduo se preocupe para que o que está sendo feito, possa ao longo da cadeia de produção permitir uma melhor entrega de valor. Ou seja, que permita que as etapas posteriores sejam feitas ou entregues de modo mais eficaz. Conforme Keith (2010), a repetição não é um fator que determina o sujeito estar atuando de modo ágil, mas sim um momento em que o desenvolvedor pode em cada repetição, realizar um melhor trabalho.

Compreender o contexto (ambiente) em que se encontra o modelo a ser desenvolvido, entender a sua real necessidade dentro do projeto e quem mais precisa deste modelo para desenvolver o restante do jogo são pontos de alta relevância nesta pesquisa. Ou seja, devem ser aplicados os cinco princípios do pensamento *Lean* (Valor, Fluxo de Valor, Fluxo, Puxar e Perfeição) na metodologia utilizada. O Quadro 21 a seguir ilustra a aplicação da filosofia e princípios ágeis na esfera de gerenciamento de atividades, com relação ao desenvolvimento técnico e escolha de ferramentas para desenvolvimento de um modelo tridimensional para esta pesquisa.

Quadro 23– Procedimentos técnicos ágeis para modelo tridimensional.

PROCEDIMENTOS ÁGEIS		
INTERAÇÃO	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	FERRAMENTAS
Malha Básica	- Construção parcial do modelo (apenas o Essencial); - Reutilização de modelo de biblioteca; - Retopologia; - Modelagem 2.5D; - Modelagem objetivando a próxima etapa.	- 3Ds Max - Graphite Modeling Tools
	- Construção parametrizada.	- Rail Clone - Ghost Town
	- Scan 3D.	- Agisoft - 123Catch
	- Testes na Engine de Jogo.	- Unity3D Engine - Unreal Engine
Otimização	- Redução de malha não utilizada; - Otimizar objetivando a próxima etapa;	- 3Ds Max - Modificadores Optimize, Multires ou ProOptimize
	- Testes na Engine de Jogo.	- Unity3D Engine - Unreal Engine
Mapeamento	- Construção de Leiaute UV; - Aproveitamento de espaço UV; - UV incremental (Bloquear grandes clusters primeiro); - Organização de UV retilíneo; - Mapear objetivando a próxima etapa.	- 3Ds Max - Modificador Unwrap com recursos de Pelt Map, Tweak
	- Testes na Engine de Jogo.	- Unity3D Engine - Unreal Engine
Texturização	- Textura não destrutiva.	- Photoshop (Cores Sólidas)
	- Textura parametrizada.	- Photoshop (Cores Sólidas) - Substance Designer
	- Pintura 3D Interativa	- 3Ds Max - Body Paint 3D - ZBrush - Mudbox
	- Testes na Engine de Jogo.	- Unity3D Engine - Unreal Engine

Fonte: elaborado pelo autor.

Como exemplo mais específico, caso o modelo a ser desenvolvido for um personagem configurável, então, como construir este modelo de maneira a permitir a personalização e não se estender no prazo de produção? Certamente, entender o contexto em que o modelo se encontra é o primeiro passo. Após, identificar as técnicas e ferramentas de produção que permitam seu desenvolvimento (pode-se sugerir que o uso de ferramentas especiais, como o sistema de *Morph Target* de animação de modelos, possa ser utilizado com certa adaptação, como forma de

acelerar a produção destes personagens). Para o revestimento em textura, podem-se, por exemplo, identificar formas de dispor o Layout UV dos modelos de modo a obter o mínimo de variação de UV's, com o máximo de variações em texturas reaproveitáveis.

4.2 PRÁTICAS ÁGEIS

4.2.1 Elaboração de Práticas Ágeis

Para a elaboração das práticas ágeis, infere-se que o uso da filosofia *Lean*, no entendimento do que deve ser feito (Valor) é crucial para se estabelecer as ações necessárias ao desenvolvimento do produto ou modelo (Fluxo de Valor). Mas o produto ou modelo não necessariamente precisa ser desenvolvido como um todo, podendo ser desmembrado em atividades a serem feitas sob demanda (Fluxo). Em um caso típico, pode-se liberar um modelo digital para sua etapa de *Rigging* e *Skinning* antes de ser finalizada sua textura (Puxar), desde que se tenha sua malha geométrica devidamente finalizada. Durante este desenvolvimento, deve-se buscar a eliminação de desperdícios, como, por exemplo, o tempo entre as etapas ou atividades (Perfeição).

Atuar desta forma permite aos desenvolvedores entregar um ROI (*Return of Investment*) mais elevado ao cliente interno e externo, visto que em cada modelo, os processos podem ser refinados e melhorados. Como exemplo de uma entrega mais eficiente de ROI, seria o desenvolvimento de modelos em pares de profissionais, de modo análogo a programação em par defendida por Beck (2004, p. 46), onde dois profissionais podem cuidar do mesmo modelo tridimensional ao mesmo tempo, buscando desenvolvê-lo e melhorá-lo.

4.2.2 Conjunto de Melhores Práticas Ágeis Elencadas

Com relação às práticas ágeis elencadas nesta pesquisa, em específico quanto a sua implementação dentro da metodologia de experimento, elas entram em conformidade com que os autores de métodos ágeis propõem. Os métodos ágeis, como foram expostos nesta pesquisa, tem sua base no *Lean Thinking* (WOMACK, 2004), então, a proposição das práticas nesta pesquisa, leva isto em consideração. Também o estudo de Mattioli *et al.* (2009) sobre os métodos ágeis aplicados a

projetos de Realidade Virtual faz uso de princípios chaves pautados em filosofia e princípios ágeis.

Nesta presente pesquisa busca-se elencar práticas ágeis iniciais que consideram os princípios de Valor, Fluxo de Valor, Fluxo, Puxar e Perfeição de *Lean Thinking*, e seguem conforme descritas a seguir:

Adaptabilidade – a adaptação é uma das premissas dos métodos ágeis, pois conforme Carapeto (2012), enquanto os métodos tradicionais são preditivos, os ágeis são adaptativos, pois se adaptam a diferentes situações. Eventualmente, a adaptação do método proposto, iteração ou mesmo adoção de procedimentos de produção ou ferramentas, podem necessitar de adaptação.

Bibliotecas – considera-se aqui o uso de bibliotecas de modelos tridimensionais inteiros ou partes destes para iniciar o trabalho ou mesmo reutilizar estas para construir novos modelos. Considera-se ainda o uso de arquivos de texturas para se desenvolver variações de texturas dos modelos, ou mesmo, constituir novas. Segundo Ward (2008), o uso de bibliotecas é recomendado, uma vez que se tenha um material para se começar o trabalho, não há porque fazer tudo novo e não utilizar o que já se tem.

Caso Controle – assim como no método XP de Beck (2004), contam-se Histórias nas práticas aqui adotadas, mas convertidas para o termo “Caso Controle”. Tais casos definem na verdade, o que é o modelo a ser desenvolvido, possibilitando a partir do entendimento deste caso, determinar os meios de desenvolvimento tridimensional.

Desenvolvimento em Pares – na metodologia de XP (BECK, 2004), a programação de códigos é feita em pares de profissionais. Esta mesma prática pode ser implementada, pelas mesmas razões que é usada em XP: permite a troca de conhecimento, evita a perda de foco dos profissionais e permite prover soluções mais criativas para problemas apresentados. Para um experimento individual, sugestionam-se constantemente confrontar o que está sendo feito, com o Caso Controle e suas documentações de produção juntamente com o *Feedback*.

Desenvolvimento Iterativo – nas práticas ágeis sugestionadas nesta pesquisa, o desenvolvimento iterativo e incremental é objetivado. Segundo Cohn (COHN, 2011, p. 277), “o desenvolvimento incremental envolve a construção de um sistema

pedaço por pedaço. Primeiro uma parte é desenvolvida, depois uma próxima parte é adicionada à primeira e assim por diante”. Ele permite, aos poucos, implementar mais detalhes aos modelos, ao passo que permite a iteração entre etapas, onde o desenvolvimento de um modelo pode não acontecer de modo linear, como ocorre no modelo em Cascata, e sim, alternando entre iterações.

Documentação – assim como as Histórias defendidas por Beck (2004), a Documentação se faz necessária, mas não deve ser exagerada. Esta documentação deve ser o suficiente para gerar conhecimento necessário de uma iteração para outra. Deste modo, deve permitir que um modelo desenvolvido possa se tornar parâmetro de produção que pode, a cada vez que for feito similar, melhorar os processos das iterações a partir da leitura da documentação mais antiga.

Feedback (Retorno) – esta etapa ocorre praticamente junto ou ao fim de Testes e Métricas, pois é o momento em que o modelo encerra seu ciclo de iteração atual para seguir para a próxima. Neste ponto, o modelo precisa ser ponderado sobre seus aspectos técnicos, funcionais e estéticos [(LIMA; MEURER, 2011) e (FOX, 2004)], bem como as métricas catalogadas precisam ser analisadas. Some-se a isto o confronto com a documentação inicial que gerou o Caso Controle (História), como forma de validar se a produção tridimensional está em conformidade com o projeto. Após a união destas informações, pode-se gerar um parecer sobre a interação, podendo ainda haver recomendações para a próxima iteração. Deve-se incluir os resultados do *Feedback* ao documento que acompanha as iterações de desenvolvimento do modelo como forma de incrementar este.

Métricas – as métricas são utilizadas nos métodos ágeis como fatores que permitem aos gestores de projeto, identificar “gargalos” de produção e tomar decisões de solução. Para Cohn (COHN, 2011, p. 460), é importante identificar métricas que mostrem que se está atingindo ou que já se atingiu o objetivo.

Otimização – esta prática refere-se a refatoração descrita nos métodos ágeis, que é “o ato de alterar um código sem afetar a funcionalidade que ele implementa” (TELES, 2006, p. 26), onde pode-se reescrever códigos a fim de refiná-los. No contexto desta pesquisa, a Otimização se presta a melhoria do trabalho, permitindo melhorar o modelo tridimensional em sua geometria, mapeamento ou texturização, mesmo que já estejam finalizados.

Repetição – a repetição aqui leva o sujeito a aprimorar-se tecnicamente na execução de tarefas. Conforme as vezes com a qual executa a mesma ação, ele torna-se proficiente naquilo que faz, isto pode levar ao raciocínio de que a repetição favorece o sujeito a atuar de modo ágil, uma vez que “já conhece o caminho”. Keith (2010) apresenta que, nas práticas ágeis, a repetição leva o sujeito a aprimorar-se, buscando sempre novas maneiras de se fazer a mesma ação, elaborando estratégias para melhorar seu trabalho e seus resultados no desenvolvimento, buscando inovar nas soluções.

Testes – os testes constantes fazem parte dos métodos ágeis, pois eles asseguram o bom funcionamento dos dispositivos em suas diferentes fases. No escopo de metodologia de experimento aqui defendido, os testes acima de tudo devem estar presentes em todas as iterações de desenvolvimento de modelos tridimensionais. Para Teles (2006, p. 105), os testes são um investimento em que se espera que seja gerado um retorno no futuro, podendo ocorrer quando ao se testar algo na *Engine* de jogo, que supostamente já está em conformidade com o projeto, apresenta problemas ou vice e versa. Ao ser finalizada a iteração de Malha Base, por exemplo, imediatamente o modelo precisa ser levado à *Engine* para verificar se há erros em sua exibição, caso sim, deve retornar ao software tridimensional para correções. Segue-se a mesma orientação para as demais iterações. Todos os testes devem ser documentados quanto aos seus erros apresentados e a solução encontrada para cada um, para evitar que na ocasião de produção de modelos similares, os mesmos ocorram.

Tais práticas ajudam no desenvolvimento de modelos tridimensionais, pois aliadas as metodologias de produção permitem uma ampla visão do que deve ser feito. Cada prática colabora com certas etapas da metodologia implementada de desenvolvimento de modelos tridimensionais para jogos digitais, e não necessariamente precisam ser utilizadas no desenvolvimento destes modelos. Mais adiante, no Capítulo VI - Resultados, que trata da apresentação dos resultados do experimento frente a fundamentação teórica pesquisada, são comentadas as práticas ágeis selecionadas.

4.3 RESUMO DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou a ótica ágil aplicada a metodologia de Ward (2008), bem como apresentou procedimentos técnicos ágeis para o trabalho de desenvolvimento de modelos, utilizando ferramentas específicas. Foi apresentado também uma proposta de conjunto de melhores práticas ágeis aplicáveis ao desenvolvimento de modelos tridimensionais usados em ambiente de jogos digitais.

Foram elencadas as práticas ágeis a partir da fundamentação teórica que podem contribuir com o desenvolvimento de modelos tridimensionais para jogos digitais. Neste ponto, o objetivo geral é alcançado parcialmente, pois neste momento pode-se elencar o conjunto de melhores práticas ágeis, sendo nos capítulos restantes, a aplicação deste conjunto em experimento prático que fornece condições de confirmar o conjunto de práticas definitivo.

O objetivo específico atingido aqui trata de:

- Elencar conjunto de melhores práticas ágeis de desenvolvimento de modelos tridimensionais digitais, segundo a filosofia de trabalho dos métodos ágeis;

CAPÍTULO V – EXPERIMENTO

5. EXPERIMENTO PRÁTICO

Neste ponto da pesquisa é apresentado o experimento prático desenvolvido. São apresentadas a definição do experimento, sua metodologia, aplicação, mensuração e forma de análise de resultados.

5.1 DEFINIÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento desta pesquisa consta de uma validação prática envolvendo a produção de modelos tridimensionais. Em sua produção, são aplicadas a filosofia e princípios dos métodos ágeis elencados a partir da revisão bibliográfica na produção de modelos tridimensionais.

Para a realização do experimento, foi utilizado o “cenário” de produção de jogos digitais como forma de ambientar o trabalho, após isto foi escolhido um padrão metodológico para guiar o processo prático de produção de modelos tridimensionais e digitais. A partir deste momento, acoplou-se a filosofia e princípios ágeis para a produção dos modelos tridimensionais. As situações em que o contexto desta pesquisa pode ser utilizado é muito variada, podendo ser adotada desde a construção de cenários, personagens, armas, veículos, objetos de cena, até mesmo em áreas fora do escopo desta pesquisa, como a animação, que podem se beneficiar deste estudo.

Como experimento prático, foi escolhido um caso (chamado aqui de “Caso Controle”) para ser desenvolvido utilizando as práticas ágeis elencadas mais adequadas, sendo monitorado pelos indicadores de produção já discutidos. Tal caso é definido a partir da necessidade de um projeto de pesquisa em andamento na Universidade Feevale, denominado *Health Simulator* (LIMA *et al.*, 2015). Este projeto tem por objetivo a construção de um simulador de atendimento clínico a ser utilizado em ambiente de sala de aula como validador de conhecimentos. Tal simulador tem a premissa de proporcionar situações corriqueiras de atendimento da área da saúde, vivenciada por profissionais. A equipe de desenvolvimento que compõe este projeto é bastante enxuta e o tempo de trabalho dedicado a ele é curto também (ao todo, são três bolsistas, sendo dois deles voluntários e um professor de arte e design também voluntário – autor desta pesquisa de mestrado) e outro professor de

programação. Outros membros fazem parte do projeto, mas estes atuam em outros setores do mesmo, não atuando na produção do jogo em si.

Para que o simulador seja devidamente convincente, uma variação muito grande de modelos de personagens personalizáveis, cenários e elementos de cena, bem como animações se faz necessário. Para as personagens, estas foram divididas em categorias: médicos, pacientes, enfermeiros, etc. Foram ainda divididas cada categoria em dois gêneros: masculinos e femininos. Cada gênero assume quatro etnias: caucasiano, afro descendente, oriental e indígena. Para cada etnia, pelo menos três variações de idade, sendo jovem, adulto e idoso. Para cada idade, três variações de biótipos definidos por magro, normal e obeso. Para cada personagem ainda, pode-se pensar em uma divisão de classe social, definida como Classe A ou C, onde o visual de cada classe deve ser pensado juntamente com suas especificações. As animações das personagens (tópico que não faz parte do escopo deste trabalho) são elaboradas de forma equivalente para os gêneros masculino e feminino.

Para os cenários, estes foram divididos em duas classes sociais: A e C, onde há um total previsto de 8 cenários distintos em que o jogo acontece. Há ainda cenários de *Cutscenes*, que são locais em que o jogador não joga, mas vê a história acontecer para entender o contexto geral da narrativa.

O projeto *Health Simulator* assume um ambiente ideal para a aplicação de experimento validador do estudo desta pesquisa de Mestrado. O autor desta ficou responsável por uma parte da produção de modelos de personagens, especificamente os modelos de pacientes femininos caucasianas jovens, adultas e idosas para a sua modelagem, mapeamento e texturização juntamente com suas variações de biótipos. As premissas desta pesquisa de Mestrado quanto a produção de modelos com filosofia e princípios ágeis podem ajudar no projeto *Health Simulator*, uma vez que permite a capacidade de se desenvolver mais, com menos recursos, segundo a filosofia ágil.

O experimento prático desta pesquisa ficou sendo a construção de três modelos femininos de pacientes caucasianas, sendo uma jovem, uma adulta e uma idosa, com variações de biótipos definidos como magra, normal e obesa para cada uma. Tal desenvolvimento dos modelos foi computado seu tempo de produção, custo, escopo e qualidade conforme indicadores definidos previamente nesta

pesquisa. Todos os dados foram anotados em tabela específica para isto, bem como foi elaborado um relatório de produção, para registro das ações tomadas e as explicações sobre o como e porquê cada ação foi tomada, bem como explanação sobre porquê estas ações foram consideradas as melhores soluções.

Diferente de um modelo de jogo simples que não requer personalização, no projeto *Health Simulator*, para que se pudessem desenvolver mais modelos com uma equipe pequena e com tempo de produção relativamente curto, a adoção de filosofia e princípios ágeis se tornou essencial, pois as formas de construção de um modelo personalizável variam com relação a um modelo não personalizável. É preciso, por exemplo, preocupar-se com o todo no momento da criação da malha do primeiro modelo de personagem (modelo básico), a qual este deve já estar devidamente mapeado para facilitar o processo de personalização posterior. O projeto *Health Simulator* não prevê que os modelos são personalizados pelo jogador, mas sim, que a forma de produção dos modelos obedeça às formas de construção de modelos personalizáveis, pois em ambos os casos o foco está na produção de maior variação de modelos, com os menores tempos de produção e pessoas envolvidas.

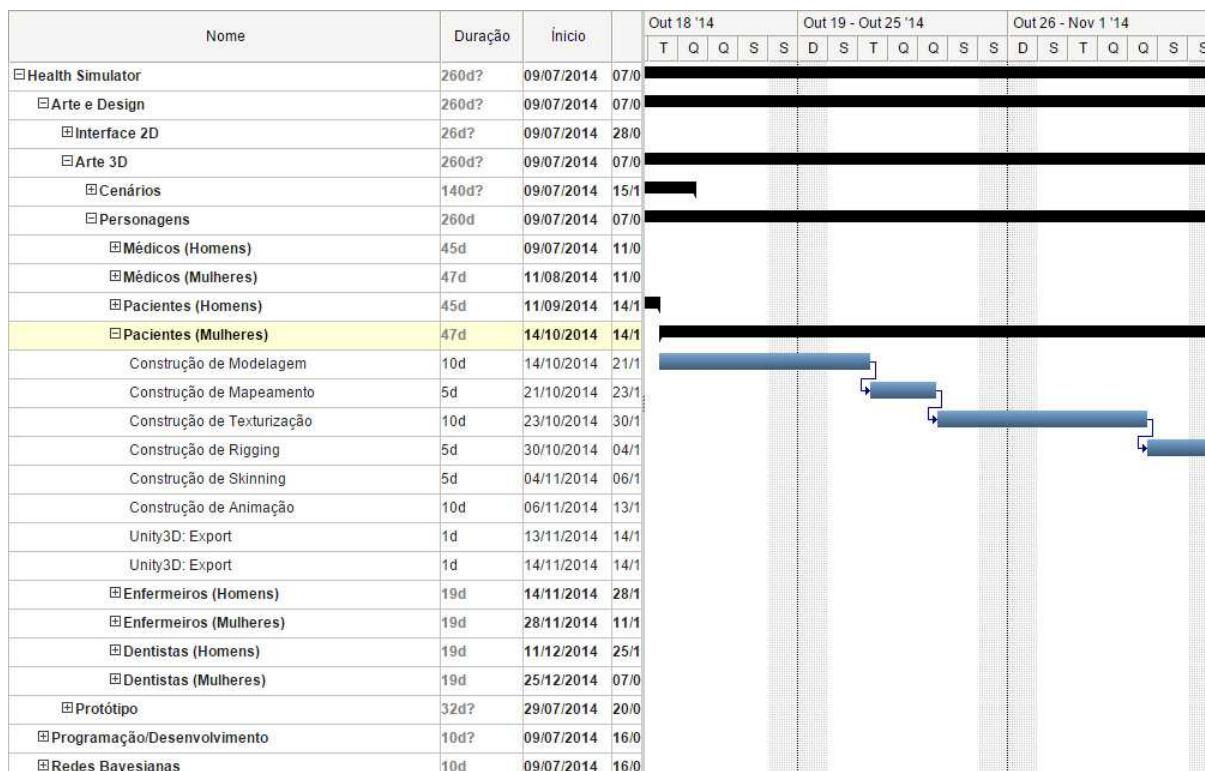
5.2 METODOLOGIA PARA EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

Este experimento toma como base um projeto de pesquisa em execução (*Health Simulator*) e seu gerenciamento seguem as orientações do *Scrum*. Para o projeto *Health Simulator* foi elaborado um cronograma com todas as atividades necessárias para a construção dos artefatos do jogo a partir de um Documento de Projeto (*Game Design Document* – GDD²³), incluindo arte, design e programação. A Figura 12 demonstra a organização de atividades para a construção de personagens, organizadas com a utilização do software *Ganttter*²⁴, que gera Gráficos de *Gantt*²⁵.

²³ Segundo Shuytema (2008, p. 87), o Documento de Projeto é o documento que define e gerencia o que é e como deve ser produzido um jogo.

²⁴ Ganttter. **Ganttter**. Disponível em: <<http://www.ganttter.com/>> Acessado em 18 de maio de 2015 as 11 horas.

²⁵ Gráficos de *Gantt* representam visualmente as entregas previstas em um projeto, com datas estabelecidas.

Figura 11 - imagem de exemplo do aplicativo *Ganttter* para controle de cronograma.

Fonte: site www.ganttter.com.

A partir do gráfico de *Gantt* apresentado anteriormente, passou-se a utilização de um recurso digital de gerenciamento e controle de produção definido como *Trello*²⁶. Este foi organizado como se fosse um quadro *Kanban*²⁷, o qual é um dos recursos das práticas ágeis que faz com que se tenha sempre à vista o andamento do projeto, contribuindo para que a equipe de produção se mantenha focada. Segundo Keith (2010, p. 140), ele atua como um elemento que emite sinal à equipe, pois cada etapa e seu ponto de produção encontram-se sempre à vista de todos. Logo, um modelo tridimensional que precisa passar para a animação, pode ser percebido facilmente no quadro.

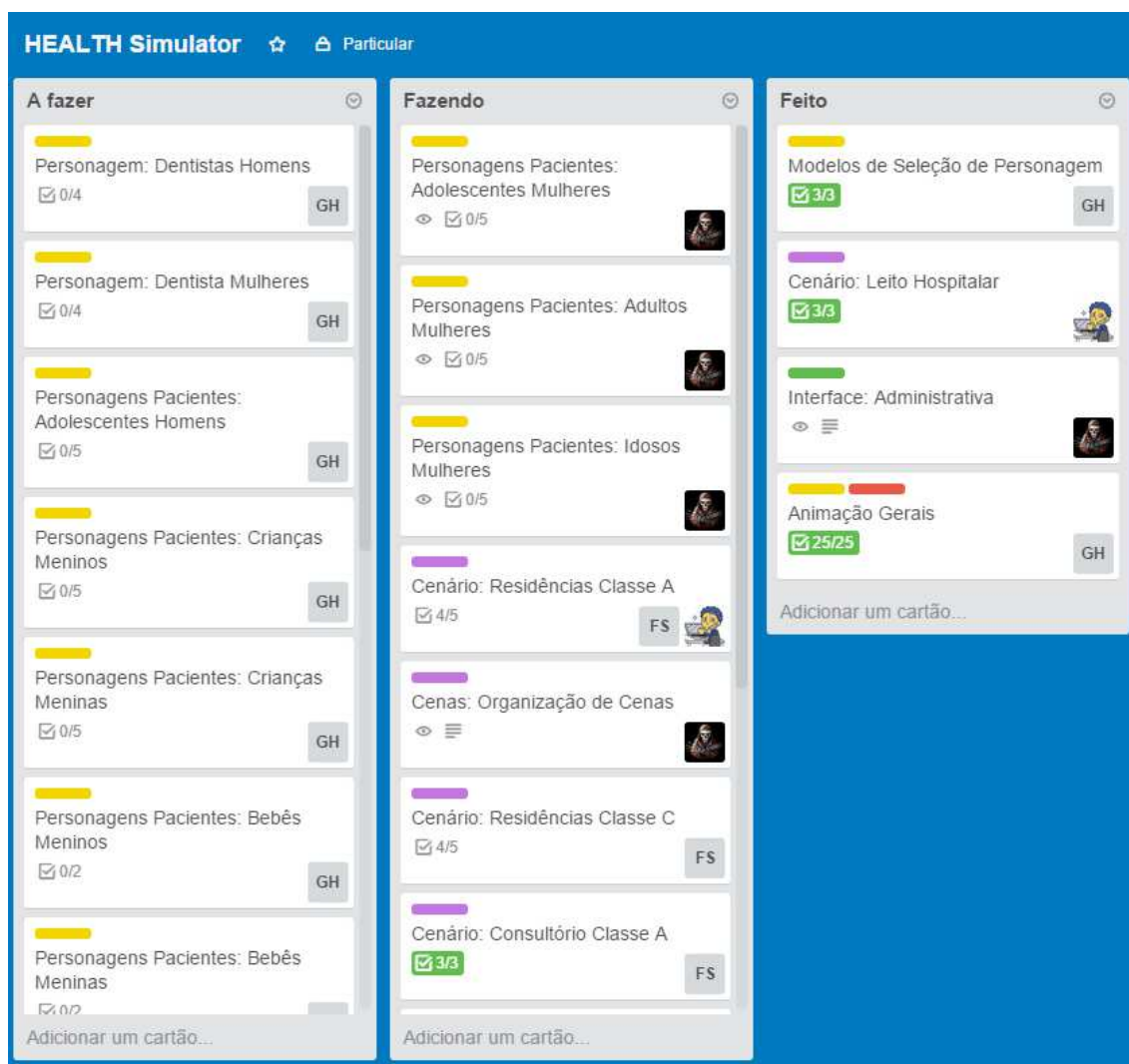
O *Trello* é um recurso definido como uma interface que se ajusta conforme a necessidade de projeto. No caso do *Health Simulator*, ele foi dividido em diferentes

²⁶ Trello. **Trello**. Disponível em: [<https://trello.com/>](https://trello.com/) Acessado em 14 de maio de 2015 as 10 horas.

²⁷ Kanban. **Lean Kanban University**. Disponível em: [<http://edu.leankanban.com/>](http://edu.leankanban.com/) Acessado em 18 de abril de 2015 as 15 horas.

etapas buscando a simplificação do controle de atividades. Desta feita, dividiu-se ele entre atividades que estão para serem feitas (A Fazer), atividades que estão em andamento (Fazendo) e as atividades finalizadas (Feito). A Figura 13 apresenta a interface do *Trello*, que é acessível via navegador de internet.

Figura 12 - Modelo de controle digital *Trello* que simula o *Kanban*.



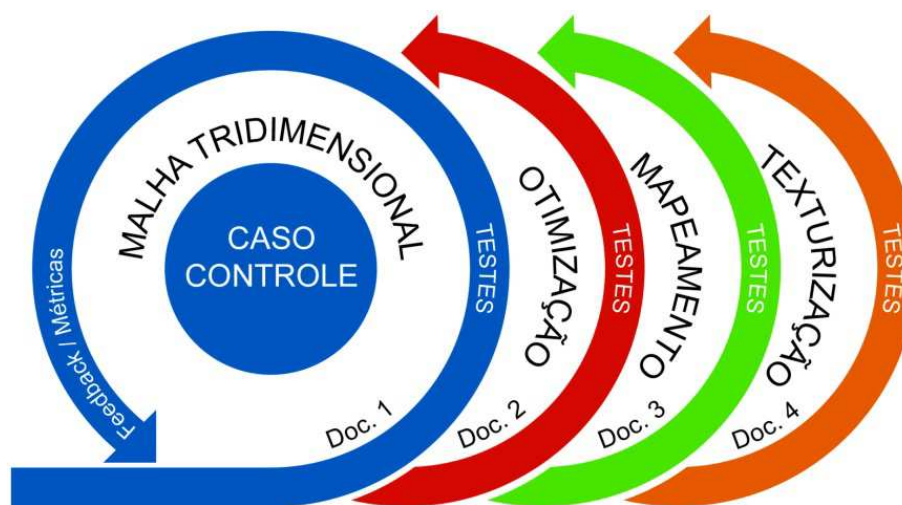
Fonte: site www.trello.com.

Uma vez cadastradas as atividades no *Trello*, passa-se à produção dos artefatos visuais do jogo. Para este experimento, foca-se apenas na construção de modelos de personagens tridimensionais quanto a sua modelagem, mapeamento e texturização.

Para o desenvolvimento do experimento com modelos tridimensionais, adotou-se o método de Ward (2008) como já comentado anteriormente, adaptando o mesmo para o formato de desenvolvimento ágil. Neste formato, é levado em consideração a filosofia e princípios do Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*), priorizando-se o cliente e o trabalho focado no projeto como um todo, não em partes específicas apenas.

A Figura 14 demonstra o método de Ward (2008) sob a ótica ágil, sendo expresso por um gráfico iterativo. Ao centro do gráfico vê-se o que é definido como Caso Controle, que nada mais é do que uma situação hipotética de produção de um modelo tridimensional dentro do ambiente de jogo. Tal situação define os aspectos de produção, pois a partir do entendimento desta situação, passa-se a determinação do seu método de produção.

Figura 13 – Aplicação do método de Ward (2008) pela ótica ágil.



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 14 apresenta também um círculo e três representações de outros círculos encurtados (formato de arco). Cada círculo é identificado como sendo uma iteração do desenvolvimento do modelo tridimensional. Cada iteração se inicia a partir da documentação do que deve ser feito, como forma de registro e gerador de conhecimento para uso em outros casos similares. A progressão de atividades dentro da iteração dá-se em sentido anti-horário, sendo que ao término desta, é o momento de mensurar as Métricas pré-estabelecidas, seguido de *Feedback*. Nesta

etapa, é feito o confronto com o “Caso Controle” e os seus requisitos de projeto, momento no qual o modelo pode retornar ao estágio inicial da iteração para ajustes ou seguir adiante.

Ainda dentro da iteração, no item Testes, são feitos testes dentro da *Engine* para que se possa avaliar se o modelo possui erros não suportados pela mesma, ocasionando problemas em sua exibição dentro do jogo ou se está correto. Se nos testes dentro da *Engine* o modelo assumir boa apresentação, então pode ser enviado para a próxima iteração, que assume a mesma dinâmica de desenvolvimento. Cada início, meio e fim de uma iteração, assume um ciclo do desenvolvimento e estes ciclos são incrementais, ou seja, a cada ciclo, o modelo recebe mais detalhes.

Terminado o ciclo de iteração Malha Base, o modelo deve passar a iteração de Otimização que desenvolve os mesmos procedimentos já descritos, bem como as demais iterações de Mapeamento e Texturização. Pelo gráfico observa-se também que no término de um ciclo, passa-se ao seguinte e que este, ao ser concluído pode retroceder aos anteriores conforme a necessidade.

Dentro das iterações, a adoção de certas ferramentas pode colaborar com o raciocínio ágil de desenvolvimento, mais que outras ferramentas disponíveis. Para a construção de Malha Base, por exemplo, podem-se utilizar modelos de bibliotecas de modelos tridimensionais previamente fabricados, bastando apenas ajustá-los a nova topologia para assim ganhar tempo de produção. Para que sejam mais efetivos ainda, estes modelos de biblioteca podem já ter recebido seu mapeamento. Em outros casos pode-se utilizar softwares de construção de geometrias parametrizadas, como é o caso do *Ghost Town*²⁸ e *Rail Clone*²⁹ disponível para o Autodesk 3ds max com o qual ganha-se velocidade de produção, uma vez que a parametrização de elementos agiliza o processo de desenvolvimento quando bem configurados os recursos.

Para a iteração de Mapeamento, recursos extras podem ser utilizados, mas a simples forma de manipulação dos arquivos, já pode dar conta disto. A forma como

²⁸Kilad Ghost Down. **Kilad Ghost Down**. Disponível em: <<http://kiladghosttown.blogspot.com.br/>>. Acessado em: 22 de outubro de 2014 as 15 horas.

²⁹Rail Clone. **Rail Clone**. Disponível em: <<http://www.itoosoft.com/railclone.php>>. Acessado em: 22 de outubro de 2014 as 16 horas.

dispor o UV, por exemplo, pode permitir maior flexibilidade ao longo do processo posterior de texturização, sendo que ao utilizar alinhamentos retilíneos do UV, isto facilita a construção da textura. A própria maneira de se construir as texturas também pode contribuir para deixar todo o processo mais característico dos métodos ágeis, usando, por exemplo, formas não destrutivas de texturas (utilização de cores sólidas e padronagens parametrizadas). Isto oferece grande flexibilidade de mudanças em projetos envolvendo a personalização de modelos.

5.3 APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a aplicação do experimento, como dito anteriormente, realizou-se o desenvolvimento de modelos tridimensionais e digitais para jogos, implementando a filosofia e princípios ágeis. O experimento foi desenvolvido pelo autor desta pesquisa, confrontando a fundamentação teórica, os resultados com a documentação de projeto dos modelos e com o *feedback* de cada iteração de desenvolvimento dos mesmos para fins de validação científica.

O desenvolvimento dos modelos do experimento permitiu aplicar o método proposto aqui a partir da metodologia de Ward (2008), onde foram apontadas técnicas e ferramentas que colaboram com a ótica ágil. Para a mensuração da produção dos modelos foram registrados dados dos indicadores elencados nesta pesquisa.

5.4 ANÁLISE DE DADOS

É importante identificar os casos possíveis de aplicação de filosofia e princípios dos métodos ágeis durante o desenvolvimento de modelos tridimensionais. Por toda a revisão bibliográfica feita, é possível identificar ações ou utilização de recursos que estão em conformidade com a filosofia e princípios ágeis em sua origem a partir de *Lean Thinking: Valor, Fluxo de Valor, Fluxo, Puxar e Perfeição* [POPPENDIECK; POPPENDIECK (2003) e WOMACK (2004)].

5.4.1 Uso de Indicadores

Para esta pesquisa, elaboraram-se quatro métricas a partir dos princípios de XP defendidos por Beck (2004), Orth & Prikladnicki (2009) e Sato (2007). Os princípios de XP podem ajudar na identificação das áreas que as métricas devem cobrir, sendo que para a correta elaboração das mesmas e a forma como são aplicadas e manipuladas encontram-se disponíveis no Apêndice A desta pesquisa. O formato de elaboração destas métricas foi resgatado de Sato (2007, p. 51).

Para o contexto desta pesquisa, estima-se utilizar as seguintes métricas, as quais atuam em todas as iterações de desenvolvimento dos modelos tridimensionais, definidas por:

Custo (Retorno de Investimento - ROI) – nesta métrica é mensurado o custo estimado sobre o desenvolvimento do modelo para o projeto de jogo, baseado no número de horas investido na produção deste;

Escopo (Entrega de Conteúdo) – aqui é mensurado se o desenvolvimento do modelo está em conformidade com o escopo definido para este, utilizando como ferramenta de comparação *Moodboards* e listas de requisitos;

Qualidade (Iterações Testadas e Entregues) – esta métrica determina a mensuração da qualidade técnica e estética dos modelos desenvolvidos no experimento da pesquisa. Na área da informática, a quantidade de vezes que uma tarefa é feita ou alterada pode indicar um padrão de qualidade (BECK, 2004). Para esta pesquisa, a quantidade de vezes que um objeto foi alterado ou ajustado pode indicar a sua qualidade, pois no contexto desta pesquisa, a “qualidade” refere-se mensuração de alterações ou ajustes. Pode-se pensar na qualidade estética subjetiva dos modelos dentro deste indicador, a qual necessitaria de critérios bem estabelecidos para sua correta mensuração, sendo que este viés não consta no escopo desta pesquisa.

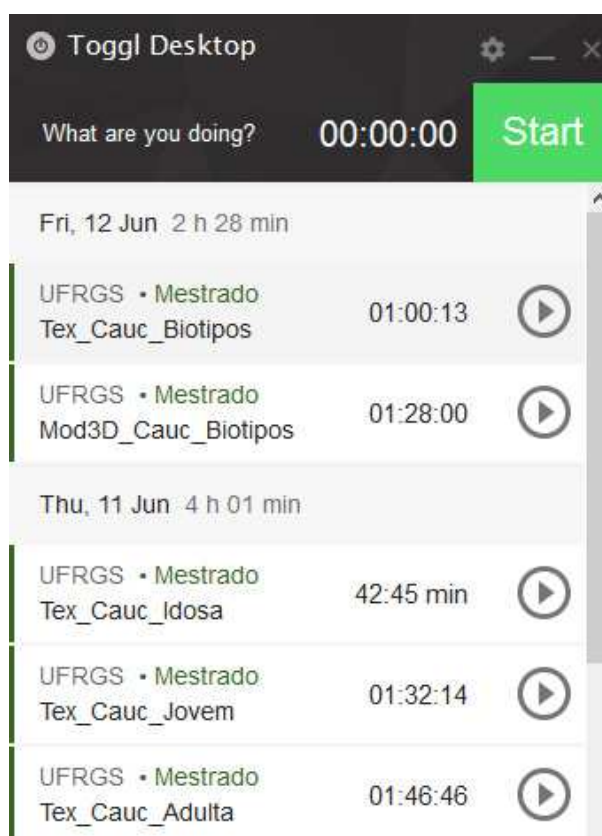
Tempo (Tempo de Ciclo) – nesta última métrica são coletados dados sobre o tempo de produção dos modelos em suas iterações de modelagem, mapeamento e texturização.

Com as métricas definidas, podem-se elaborar ferramentas para a coleta e catalogação de dados. A seguir, são apresentadas as formas e ferramentas de coleta e catalogação mensurada de dados utilizados no experimento desta pesquisa.

5.4.2 Coleta de Dados

Os dados foram coletados de forma automatizada e manual. Automatizada, pois foi utilizado o software *Toggl Desktop*³⁰ que é um contador de tempo de produção, disponível para computador, ou acesso remoto via navegador de internet. Com ele é possível realizar o registro de tarefas e controlar o tempo de produção. Ao final, ele é capaz de gerar relatórios automatizados de produção de acordo com os registros. A Figura 15 apresenta uma tela do software instalado em computador (*Toggl Desktop*) para controle de tempo de produção.

Figura 14 - Imagem do software *Toggl Desktop*.



Fonte: imagem captura do computador pelo autor.

Pela Figura 15 observa-se que o software permite a catalogação em qualquer nível de atividade do trabalho, pois ele permite gerar quantas tarefas necessárias

³⁰ Toggl **Toggl Desktop**. Disponível em:
<www.toggl.com> Acessado em 10 de maio de 2015 as 15 horas.

para a correta mensuração dos dados. O relatório que este software gera permite a catalogação de dados em planilha de *Excel* com campos para medição específica de tempo, custo, escopo e qualidade de produção, onde neste caso a inserção de dados foi manual.

5.4.3 Catalogação e Mensuração de Dados

Os dados obtidos foram registrados durante o desenvolvimento dos modelos tridimensionais a partir do software *Toggl Desktop* e registrados em planilha de dados tabulares *Excel* da *Microsoft*, anotando informações conforme a etapa corrente de desenvolvimento do modelo.

Para a correta inserção de dados, a planilha foi dividida em abas para o controle de tempo, custo, escopo e qualidade, conforme apontamentos de Beck (2004), Orth & Prikladnicki (2009) e Sato (2007). Em cada aba, foi elaborada uma planilha correspondente a sua medição, mas em todas, foi dividida a categorização em colunas de modelagem, mapeamento e texturização. Para cada coluna, a divisão apresenta a idade (jovem, adulta e idosa), seguido dos respectivos biótipos normal, magra e obesa. A única exceção foi o modelo *Basemesh*, que foi computado apenas seu tempo de produção, pois é um modelo que apenas serve de base aos demais.

As Figuras 16 a 19 ilustram a forma como as tabelas de dados tabulares em *Excel* foram elaboradas. Começando pela planilha de tempo (Figura 16), ela utiliza concomitantemente as informações automatizadas que o software *Toggl Desktop* fornece, para os registros de tempo de produção dos modelos. Para cada um, anota-se os tempos de produção conforme cada etapa (células com disponibilidade para inserir dados formatados em “horas: minutos: segundos”). Por exemplo, para o modelo Jovem e Normal, registra-se o tempo total de modelagem, mapeamento e texturização de forma individual, ao passo que a planilha calcula o tempo total das três etapas em linha horizontal (Totais Gerais). Na coluna (Sub-Totais), ela fornece o tempo total de cada etapa (modelagem, mapeamento ou texturização).

Figura 15 - Imagem de planilha tabular para registro de dados de Tempo.

Tempo (Mulher Caucasiana)					
Categorização		Modelagem	Mapeamento	Texturização	Totais (Horas)
Modelo	Biotipo	Horas Trabalhadas	Horas Trabalhadas	Horas Trabalhadas	Totais Gerais
Basemesh	Única				0:00:00
Jovem	Normal				0:00:00
	Magra				0:00:00
	Obesa				0:00:00
Sub-Totais		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
Adulta	Normal				0:00:00
	Magra				0:00:00
	Obesa				0:00:00
Sub-Totais		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
Idosa	Normal				0:00:00
	Magra				0:00:00
	Obesa				0:00:00
Sub-Totais		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
Total Geral		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00

Fonte: planilha de indicadores elaborada a partir dos preceitos de Sato (2007).

A planilha de dados de Custo (Figura 17) é criada automaticamente quando a planilha de Tempo é totalmente preenchida. Em Custo, a planilha recupera os dados de tempo de cada campo específico da planilha Tempo e multiplica pelo valor de hora de mão de obra.

Figura 16 - Imagem de planilha tabular para registro de dados de Custo.


Custo (Mulher Caucasiana)							
Categorização		Modelagem		Mapeamento		Texturização	
Modelo		Valor Hora (R\$)		Valor Hora (R\$)		Valor Hora (R\$)	
Modelo	Biotipo	Valor Hora (R\$)	Custo (R\$)	Valor Hora (R\$)	Custo (R\$)	Valor Hora (R\$)	Custo (R\$)
Basemesh	Única	10,00	0,00	10,00	0,00	10,00	0,00
Jovem	Normal	10,00	0,00	10,00	0,00	10,00	0,00
	Magro		0,00		0,00		
	Obeso		0,00		0,00		
Adulto	Normal	10,00	0,00	10,00	0,00	10,00	0,00
	Magro		0,00		0,00		
	Obeso		0,00		0,00		
Idoso	Normal	10,00	0,00	10,00	0,00	10,00	0,00
	Magro		0,00		0,00		
	Obeso		0,00		0,00		
Sub-Totais			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Custo total de Produção (R\$)				0,00			

Fonte: planilha de indicadores elaborada a partir dos preceitos de Sato (2007).

Neste caso está sendo utilizando o custo de hora definido como R\$ 10,00, valor que se aproxima ao praticado na indústria de jogos. Tipicamente o profissional que atua na produção de jogos percebe um salário em torno de R\$ 11,00 por hora, sendo que, conforme sua experiência, este valor pode ir se elevando. A sua formação acadêmica pode variar, onde o sujeito pode atuar na indústria com ensino fundamental ou médio, até mesmo possuir título de graduação ou pós-graduação. Eventualmente, esta formação pode não determinar o valor de seu salário, pois a qualidade do seu trabalho expresso em portfolio comprovado é que pode determinar. Na indústria de jogos existem algumas orientações de valor da hora trabalhada para determinados cargos, que são reflexos de outras áreas como a informática, design ou comunicação, gerando um contexto para se determinar quanto se paga por determinado profissional. No contexto deste experimento prático, foi considerado o valor de R\$ 10,00 apenas para arredondamento e facilitação na tabulação dos dados coletados.

A planilha de dados de Escopo (Figura 18) é um pouco mais simplificada, e permite uma avaliação mais qualitativa que as anteriores. Sua forma de organização baseia-se nos resultados do modelo. Por exemplo, a amostra da Figura 18 apresenta os dados apenas do modelo feminino jovem, válido para os três biótipos. Existe uma lista que é a Lista de Requisitos que o modelo deve apresentar quando finalizado, independente do biótipo. Ao lado, três colunas para estes biótipos, para que sejam anotados tudo que foi feito ou não.

Figura 17 - Imagem de planilha tabular para registro de dados de Escopo.

Escopo (Mulher-Caucasiana-Jovem)				
Escopo Inicial	Escopo Final			Comentários
	Itens Executados (1=executado, 0=não)			
Itens a Executar	Normal	Magra	Obesa	
Pele clara.				
Cabelos médios a compridos.				
Roupas coloridas e folgadas, variam conforme a estação do ano.				
Calçados geralmente tênis, sandálias, sapatos ou calçados folgados.				
Adereços travessas ou bolsas.				
Modelagem – 1500 tris.				
Texturização – 1 (512x512 px) + 1 (128x128 px) com Alpha.				
Totais	0,0%	0,0%	0,0%	
				
escolhido Look para desenvolvimento do modelo a partir do Moodbo				

Fonte: planilha de indicadores elaborada a partir dos preceitos de Sato (2007).

Nesta tabela, para se avaliar de modo quantitativo, estabelece-se que se o requisito foi cumprido, anota-se o valor 1 na coluna de biótipos, caso contrário, se anota o valor 0 (zero). Ao lado, a justificativa do porquê foi ou não feito. A planilha calcula então para cada modelo uma porcentagem do quanto foi cumprido da Lista de Requisitos. A Figura 18 apresenta na parte inferior da tabela uma imagem do *Moodboard* que guia a produção visual do modelo, e ao lado um espaço para se inserir uma imagem do modelo de jogo finalizado, para se comparar, qualitativamente, o quão próximo da referência de *Moodboard* se conseguiu chegar.

A planilha de dados de Qualidade é vista na Figura 19 e é utilizada para avaliação quantitativa, pois em desenvolvimento de softwares, a qualidade do software é dada pela quantidade de vezes que se faz necessária alterar ou ajustar seu código ou interface para que melhor se apresente ao cliente (BECK, 2004). A qualidade do modelo pode ainda ser analisada de modo subjetivo, avaliando sua aparência estética e visual, a qual neste caso precisaria de critérios bem definidos e específicos para sua correta mensuração. Para o escopo desta pesquisa, adota-se a qualidade como sendo a mesma de desenvolvimento de softwares, identificada pela quantidade de vezes que um produto é alterado ou ajustado antes de sua entrega definitiva ao cliente.

A planilha de dados de Qualidade (Figura 19) é organizada em linha para as idades Jovem, Adulta e Idosa, em coluna é dividida em Modelagem, Mapeamento e Texturização. Para cada uma destas etapas, existem duas sub-colunas distintas: Alterações e Ajustes. Conforme Ferreira (2010, p. 36), alteração é o ato de modificar o modelo, mapeamento ou textura de modo expressivo.

Figura 18 - Imagem de planilha tabular para registro de dados de Qualidade.

Qualidade (Mulher Caucasiana)									
Categorização		Modelagem		Mapeamento		Texturização		Totais	Comentários
Modelo	Biotipo	Alterações	Ajustes	Alterações	Ajustes	Alterações	Ajustes	Totais Gerais	Comentários
Jovem	Normal							0,0	
	Magra							0,0	
	Obesa							0,0	
Sub-Totais		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Adulta	Normal							0,0	
	Magra							0,0	
	Obesa							0,0	
Sub-Totais		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Idosa	Normal							0,0	
	Magra							0,0	
	Obesa							0,0	
Sub-Totais		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Fonte: planilha de indicadores elaborada a partir dos preceitos de Sato (2007).

Por exemplo, modificar a modelagem da anatomia do modelo para outra totalmente distinta, ou mesmo trocar a textura do modelo por outra diferente do original, caracteriza uma alteração. Neste experimento, as colunas de alterações são utilizadas para anotar se alguma alteração precisa ser feita no modelo após sua finalização. Já o ajuste, conforme Ferreira (2010, p. 28), é uma adaptação de algo,

onde no caso deste experimento, o ajuste pode ser considerado como sendo uma adequação de uma parte do modelo, mapeamento ou sua textura. Por exemplo, ajustar a modelagem do nariz ou mesmo uma textura de uma parte da roupa do modelo para que fique mais de acordo com as intenções dispostas no *Moodboard*.

Nesta planilha de Qualidade ainda anotam-se quantas alterações ou ajustes precisam ser feitos nos modelos, apresentando apenas um total. Ao lado das células para dados tabulares se encontra uma coluna para apresentar a justificativa da alteração ou ajuste do modelo. A mensuração dos dados é feita pela ótica qualitativa e quantitativa. Conforme Silverman (2009, p. 55), é possível combinar ambas as pesquisas desde que se utilize a pesquisa qualitativa para explorar um tema visando montar uma análise quantitativa. Ou deve-se começar o estudo quantitativo para estabelecer uma amostragem para delimitar um universo ou engajar-se em um estudo qualitativo que utilize dados quantitativos para localizar dados em um contexto.

5.4.4 Análise de Dados

Durante a produção dos modelos, foram anotados os dados conforme a exigência das tabelas das métricas de custo, escopo, tempo e qualidade. Ao mesmo tempo, foi sendo gerado um relatório de produção. Com base nestes materiais, foi feito o confronto com a fundamentação teórica pesquisada e apresentada as conclusões neste trabalho, no Capítulo VI – Resultados.

5.5 RECURSOS DE PRODUÇÃO DO EXPERIMENTO

Nesta seção são apresentadas as ferramentas utilizadas neste experimento. Tais ferramentas possibilitaram a criação dos modelos, bem como o gerenciamento e registro de etapas.

5.5.1 Ferramentas para Desenvolvimento de Modelos Digitais

5.5.1.1 Ferramentas de Criação e Design

Autodesk 3Ds Max

O Autodesk 3ds Max³¹ é desenvolvido pela Autodesk e foi utilizado para a criação de modelos de personagens. Com ele foi possível criar tridimensionalmente os modelos a partir da interpretação de imagens de *Moodboards* e Lista de Requisitos. Foi utilizada a versão 3Ds Max 2009 no experimento, em função de o autor possuir uma licença comercial adquirida por trabalhos anteriores.

Polyboost ou Graphite Modeling Tools

O *plugin Polyboost*³² é um recurso desenvolvido por Carl-Mikael Lagnecrantz e foi utilizado para agilizar etapas, principalmente de mapeamento por suas ferramentas que facilitam os alinhamentos retilíneos, entre outras facilidades. Este *plugin* hoje é totalmente incorporado no Autodesk 3Ds Max, com o nome de *Graphite Modelling Tools*³³.

Adobe Photoshop

O software *Adobe Photoshop*³⁴ é desenvolvido pela *Adobe* e foi utilizado em um primeiro momento para elaborar os *Moodboards*, sendo posteriormente utilizado para a criação de arquivos de texturas. Foi utilizada a versão *Adobe Photoshop CS4* no experimento, em função de o autor possuir uma licença comercial adquirida por trabalhos anteriores.

³¹ Autodesk. **3ds Max**. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/products/3ds-max/overview>> . Acessado em 10 de junho de 2015 as 10 horas.

³² PolyBoost. **PolyBoost**. Disponível em: <<http://www.polyboost.com/>>. Acessado em 01 de junho de 2015 as 10 horas.

³³ Autodesk. **Graphite Modelling Tools**. Disponível em: <<http://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/3DSMax/files/GUID-1D637181-862A-49C9-B6BE-4E7982549C57-htm.html>> Acessado em em 1 de junho de 2015 as 11 horas.

³⁴ *Adobe*. **Photoshop**. Disponível em: <<http://www.adobe.com/br/products/photoshop.html>>. Acessado em 12 de junho de 2015 as 14 horas.

Unity3D Engine

A Unity3D *Engine*³⁵ é um dos motores de jogos mais populares hoje no mercado, onde sua maior representação é entre os desenvolvedores independentes (*Indie Games*³⁶). A Unity3D *Engine* é desenvolvida pela empresa Unity e é utilizada no projeto *Health Simulator* como ferramenta de autoração dos elementos e construção do aplicativo de jogo. Neste experimento ela é utilizada como ferramenta de testes dos modelos, a qual foi utilizada a licença do tipo *Personal* disponibilizada pelo fabricante.

5.5.1.2 Ferramentas de Gerenciamento e Controle

Copy Storage

Para o armazenamento e cópia de segurança do trabalho foi utilizado o recurso chamado *Copy Storage*³⁷ que é desenvolvido pela empresa *Barracuda Networks, Inc.*, fabricante de *Hard Disks* (Discos Rígidos). Este sistema permite salvar arquivos no computador, e sincronizar em um servidor nas nuvens, podendo ser acessado de qualquer outro lugar, a qualquer momento.

Gantter

O aplicativo *Gantter*³⁸ é desenvolvido pela Gantter e foi utilizado para gerar um gráfico de *Gantt* a qual foi possível estabelecer um cronograma de produção. Tal cronograma ajudou a ter uma ideia do volume de trabalho a ser desenvolvido com os modelos.

³⁵ Unity. **Unity3D Engine**. Disponível em:
<www.unity3d.com>. Acessado em 1 de junho de 2015 as 9 horas.

³⁶ Indie Game. **Indie Games: The Movie**. Disponível em;
<<http://buy.indiegamethemovie.com/>>. Acessado em 10 de junho de 2015 as 14 horas.

³⁷ Copy. **Copy Storage**. Disponível em:
<www.copy.com>. Acessado em 10 de março de 2015 as 8 horas.

³⁸ Gantter. **Gantter**. Disponível em:
<<http://www.gantter.com/>> Acessado em 18 de maio de 2015 as 11 horas.

Trello

O *Trello*³⁹ desenvolvido pela *Trello Inc.* é uma solução de gerenciamento de atividades que possibilita gerenciar e controlar projetos. O *Trello* deste projeto foi organizado em sistema de *Kanban* para facilitar o trabalho.

5.5.1.3 Ferramentas de Registro de Etapas e Dados Estatísticos

Toggl Desktop

O software *Toggl Desktop*⁴⁰ é desenvolvido pela *Toggl* e foi utilizado para gerenciar os tempos de produção dos modelos em diferentes etapas. Com ele foi possível catalogar com certa precisão, todos os tempos de produção dos modelos em etapas pré-definidas. Foi utilizada a versão gratuita do *Toggl Desktop* neste experimento.

Screen Hunter Free

O *Screen Hunter Free*⁴¹ é desenvolvido pela *Wisdom-Soft* e é um software que tem a função de capturar imagens da tela do computador para facilitar o trabalho de registro das etapas de desenvolvimento dos modelos. O *Screen Hunter Free* é um software gratuito, muito eficiente em sua função.

Microsoft Excel

O *Microsoft Excel*⁴² é desenvolvido pela *Microsoft* e foi utilizado para registrar os dados tabulares de produção. Nas planilhas geradas pelo software, foi possível evidenciar os tempos de produção, custo, escopo e qualidade do trabalho. A versão

³⁹ Trello. **Trello**. Disponível em:
<<https://trello.com/>> Acessado em 01 de junho de 2015 as 10 horas.

⁴⁰ Toggl. **Toggl Desktop**. Disponível em:
<www.toggl.com> Acessado em 01 de junho de 2015 as 15 horas.

⁴¹ Wisdom. **Screen Hunter**. Disponível em:
<http://www.wisdom-soft.com/products/screenhunter_free.htm>. Acessado em 01 de junho de 2015 as 10 horas.

⁴² Microsoft. **Excel**. Disponível em:
<<https://products.office.com/pt-br/excel>> Acessado em 01 de junho de 2015 as 13 horas.

que foi utilizada neste experimento foi a *Microsoft Office 365*, disponível pela instituição de ensino Feevale com preço de custo para professores e profissionais da mesma.

Microsoft Word

O *Microsoft Word*⁴³ é desenvolvido pela *Microsoft* e foi utilizado no desenvolvimento da dissertação deste trabalho e durante a produção dos modelos foi utilizado para gerar o relatório de produção. Este relatório consiste na descrição de todas as etapas e o raciocínio em cada uma delas na solução de problemas ou tomadas de decisões. A versão que foi utilizada neste experimento foi a *Microsoft Office 365*, disponível pela instituição de ensino Feevale com preço de custo para professores e profissionais da mesma.

5.5.2 Bibliotecas

3D.Sk

Foi utilizada a biblioteca do site 3D.Sk⁴⁴, a qual além de conter referências para modelagem, também contém material para texturização. Para este experimento foi utilizado material da biblioteca *Human and Animal Photo References*, a qual contém imagens de pessoas e animais para referências construtivas.

⁴³ Microsoft. **Word**. Disponível em:
< <https://products.office.com/pt-br/word> > Acessado em 01 de junho de 2015 as 13 horas.

⁴⁴ 3D.Sk. **Human and Animal Photo References**. Disponível em:
<<http://3d.sk/>>. Acessado em 02 de junho de 2015 as 10 horas.

5.6 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentados o experimento prático proposto, sua definição, metodologia e forma de aplicação. A mensuração, catalogação e análise de dados do experimento também foram apresentadas.

Foram apresentadas ainda as análises e as formas de mensuração dos dados coletados durante o experimento prático, bem como os indicadores que serviram de medição ao desenvolvimento do experimento e as ferramentas utilizadas na coleta de dados. Os objetivos específicos alcançados neste capítulo foram:

- Realizar aplicação de experimento para o desenvolvimento de modelos tridimensionais com a utilização de práticas ágeis;
- Mensurar os resultados de trabalho do experimento a partir das práticas ágeis elencadas, com base nos indicadores definidos.

CAPÍTULO VI – RESULTADOS

6. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos na produção dos modelos com a utilização de filosofia e princípios ágeis. São apresentados conceitos sobre a amostragem do universo de produção, bem como as práticas ágeis testadas junto ao experimento proposto. A sequência de produção dos modelos do experimento e sua catalogação de dados com respectivas análises fazem parte deste capítulo. Por fim, são apresentadas as conclusões sobre o experimento e confronto com a fundamentação teórica pesquisada para fins de validação científica.

6.1 AMOSTRAGEM DO UNIVERSO DE PRODUÇÃO

Os resultados aqui apresentados referem-se à produção de modelos tridimensionais e digitais feitos para o projeto em andamento *Health Simulator*, divididos conforme descrito anteriormente. Tal organização possibilitou o mapeamento dos diferentes tipos de modelos que se fazem necessários. O projeto *Health Simulator* tem previsão de término definido para 2017.

O experimento feito para esta pesquisa contou com uma amostra do universo de personagens produzidos para o jogo *Health Simulator*, sendo apenas uma representação do que é praticado no todo. A divisão total dos modelos de personagens pacientes está estruturada conforme a Figura 20. Tal divisão conta com modelos de pacientes masculinos e femininos, das etnias caucasiana, oriental, afrodescendente e índio. Cada etnia é dividida em idades de bebês, crianças, jovem, adulto e idoso, onde para cada uma, um biótipo magro, normal e obeso foi atribuído. Para cada etnia, são contabilizados 13 modelos a serem desenvolvidos. Sendo 4 etnias, então têm-se 52 modelos de gênero masculino e 52 modelos de gênero feminino ao todo, nas mesmas condições. O somatório de modelos resulta em 104 personagens apenas da classe paciente, o que corresponde a um grande volume de modelos a serem desenvolvidos por uma equipe pequena, como acontece em projetos de pesquisa acadêmicos, ponto em que a presente pesquisa torna-se imprescindível.

Para este experimento, a amostra deste universo foi delimitada em pacientes femininos com idades de jovem, adulta e idosa, com seus biótipos magro, normal e obesa. Por toda a literatura pesquisada, a utilização de filosofia e princípios ágeis contribui para a melhoria de processos e maximização de resultados. A construção de modelos massivos, como é o caso do projeto *Health Simulator*, se beneficia, pois, as técnicas de produção para este jogo são muito similares as técnicas de produção de modelos personalizáveis.

6.2 DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS

Nesta seção é explicada a forma como os modelos do experimento foram desenvolvidos. Para se compreender como se deu sua construção, é preciso compreender alguns conceitos que antecedem sua criação, descritos a seguir, que ajudarão a entender as decisões construtivas tomadas nos modelos.

6.2.1 Entendimento do Contexto

Deve-se entender o contexto de produção do projeto e dos modelos a serem desenvolvidos (tal como a prática ágil elencada denomina Caso Controle orientado), para então melhor decidir quais técnicas ou quais ferramentas melhor serão utilizadas para construir os modelos de jogos. Na etapa conceitual é onde o verdadeiro trabalho de produção começa, pois é nesta que se vai traçar o plano de desenvolvimento que guiará todos os demais modelos.

O estúdio *Splash Damage*, responsável por títulos como *Brink* (2011)⁴⁵ e mais recentemente em desenvolvimento, o novo jogo da franquia de *Gears of War* da *Microsoft*, *Gears of War: Ultimate Edition* (2015)⁴⁶, publicou na *Game Developers Conference* (GDC) de 2011 uma apresentação de Tim Appleby e Paul Greveson chamada de *Punching Above Your Weight: Small Arte Teams, Big Games*⁴⁷ falando sobre a arte do jogo *Brink*. Nesta apresentação eles comentam vários pontos a se

⁴⁵ Splash Damage. **Brink**. Disponível em: <<http://www.splashdamage.com/brink>>. Acessado em 10 de abril de 2015 as 20 horas.

⁴⁶ Splash Damage. **Gears of War: Ultimate Edition**. Disponível em: <<https://gearsofwar.com/pt-br>>. Acessado em 10 de abril de 2015 as 22 horas.

⁴⁷ Splash Damage. **Punching Above Your Weight: Small Arte Teams, Big Games**. Disponível em: <http://www.splashdamage.com/downloads/pubs/Punching_Above_Your_Weight.ppsx>. Acessado em 10 de abril de 2015 as 20 horas.

considerar no desenvolvimento de modelos tridimensionais que envolvem a personalização de modelos, as quais alguns deles são apresentados aqui com exemplos utilizando os modelos do *Health Simulator*. A fundamentação teórica apresentada no capítulo 2 deste trabalho e a apresentação de Tim Appleby e Paul Greveson, fornecem as bases para o entendimento de contexto de produção.

A Figura 21 mostra um exemplo de *Moodboard* para uma personagem do *Health Simulator*. Analisando o *Moodboard*, percebe-se que há um padrão nas referências (roupas, cor de pele, cabelo, etc). Este padrão serve de base para determinar a forma construtiva dos modelos, a qual é imprescindível o cuidado com alguns pontos relevantes, que são evidenciados em etapas posteriores da modelagem e animação.

Figura 20 - *Moodboard* de exemplo para personagem de *Health Simulator*.



Fonte: elaborado pelo autor.

O processo de construção de modelos que são voltados para a personalização, ou mesmo modelos que precisam ser desenvolvidos nos moldes de um projeto de jogo que preveja a personalização de modelos, deve observar alguns requerimentos. Por exemplo, deve-se pensar sobre os modelos como pertencentes a grupos com características comuns. Deve-se sistematizar estas características comuns aos modelos para facilitar o processo de desenvolvimento destes. A seguir alguns

conceitos que devem ser levados em consideração para desenvolver modelos personalizáveis.

6.2.1.1 Grupos de Classes

Homens e Mulheres fazem parte de grupos que possuem proporções corpóreas diferenciadas, portanto, seria adequado que cada grupo contivesse seu desenho base para compartilhar com seu grupo, bem como suas peças de roupas. No projeto *Health Simulator*, houve o que se pode chamar de Configuração Parcial de Avatar⁴⁸ (CPA), pois os gêneros masculinos e femininos possuem corpos bases distintos, mas as variações seguintes dos gêneros herdam o mesmo modelo base.

O primeiro passo para se definir corretamente o processo construtivo é ter claro se os homens terão seu conjunto de peças separadas das mulheres ou se irão compartilhar de forma universal. Segue uma forma de melhor classificá-los:

Configuração Universal de Avatar (CUA) - homens e mulheres devem ter o mesmo desenho e proporção corpórea e compartilhar todos os elementos visuais e mesmos movimentos animados. Exceções não devem existir, todas as peças a serem produzidas devem se encaixar perfeitamente em um e outro modelo independente do grupo ou gênero a que pertence. Este posicionamento facilita a produção e posterior animação do modelo, embora ofereça uma certa dificuldade para a produção das peças e resultado estético por conta da alta generalização.

Configuração Parcial de Avatar (CPA) - homens e mulheres devem ter desenho e proporção corpórea diferenciados. Sendo os modelos de um determinado grupo ou gênero (neste caso, masculino ou feminino) a qual cada grupo irá receber seu tratamento de desenvolvimento de modo independente um do outro, exceções não devem existir. Todas as peças a serem produzidas devem se encaixar perfeitamente em um e outro modelo dentro do grupo ou gênero em questão. Este posicionamento facilita a produção e posterior animação do modelo.

⁴⁸ Conforme Alves (2007, p. 30), o Avatar refere-se à representação de um jogador em ambiente de jogo. Entende-se que no experimento deste trabalho, as personagens tridimensionais representam o jogador, logo, são o Avatar do jogador.

6.2.1.2 Proporções

Analisando a produção de modelos pelo aspecto de proporções corpóreas, grupos ou gêneros de personagens podem ter proporções diferenciadas. A exemplo de homens e mulheres, suas proporções muitas vezes mudam drasticamente. Observando a Figura 22, evidencia-se que as proporções de um homem são diferentes das de uma mulher. Fica impraticável uma construção tridimensional com Customização Universal de Avatar (CUA), onde haja a intenção de que uma peça seja modelada uma única vez e de modo a servir nos dois grupos ou gêneros de modelos. As alturas de cabeça, ombros, peito, cintura e joelho, principalmente, não coincidem, logo, a escolha projetual mais simples aqui sobre que método de personalização utilizar, é pela Configuração Parcial de Avatar (CPA).

Figura 21 – Comparação entre as proporções de um Homem e uma Mulher.



Fonte: site www.3d.sk⁴⁹.

⁴⁹ 3D.SK. **Human and Animal Photo References**. Disponível em: <<http://www.3d.sk>> Acessado em 01 de junho de 2015 as 13 horas.

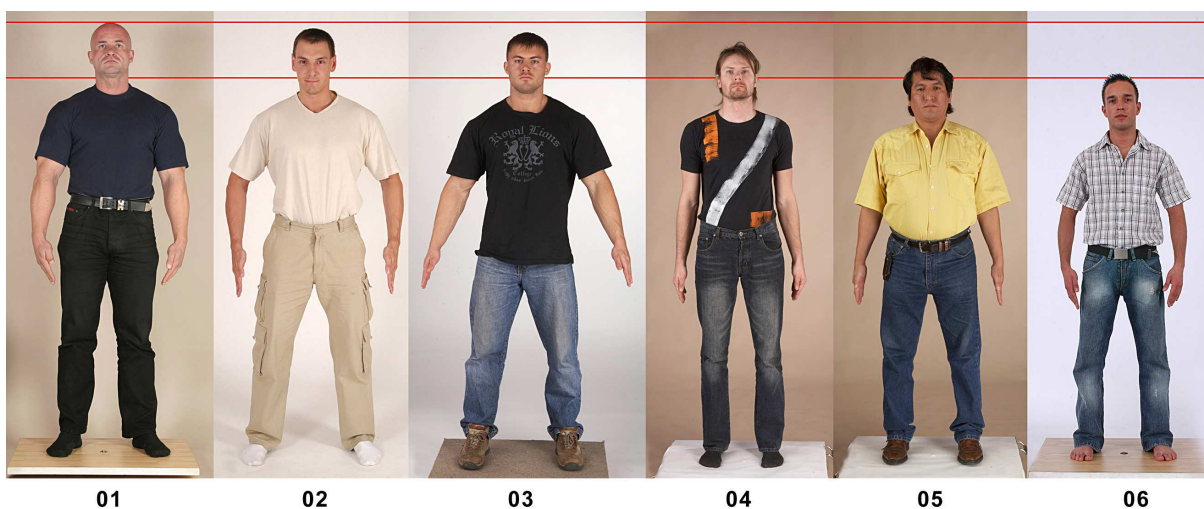
Para resolver esta situação, leva-se em consideração o seguinte:

Proporções Iguais aos Grupos - neste caso, todos os grupos podem ter a mesma proporção, podendo ter algum nível de diferenciação, desde que não interfira na estrutura corpórea de outras personagens.

Proporções Diferenciadas por Grupo - neste caso, cada grupo possui o mesmo modelo de indumentária, havendo aqui a duplicidade do modelo dentro da *Engine*.

A Figura 23 ilustra uma diferenciação de alturas entre o mesmo grupo, onde observando-se os homens de número 2 e 3 em termos de altura, comparativamente entre eles, quase não se percebe a diferença, fazendo com que esta diferenciação entre eles seja mínima. Diferentemente ocorre entre os homens 1, 4 e 6 que nota-se a diferença de altura entre eles, o que significa que para o ambiente de jogo, poderia ser interessante deixar evidente nos modelos a diferenciação de alturas.

Figura 22 – Comparação de alturas entre homens.



Fonte: site www.3d.sk

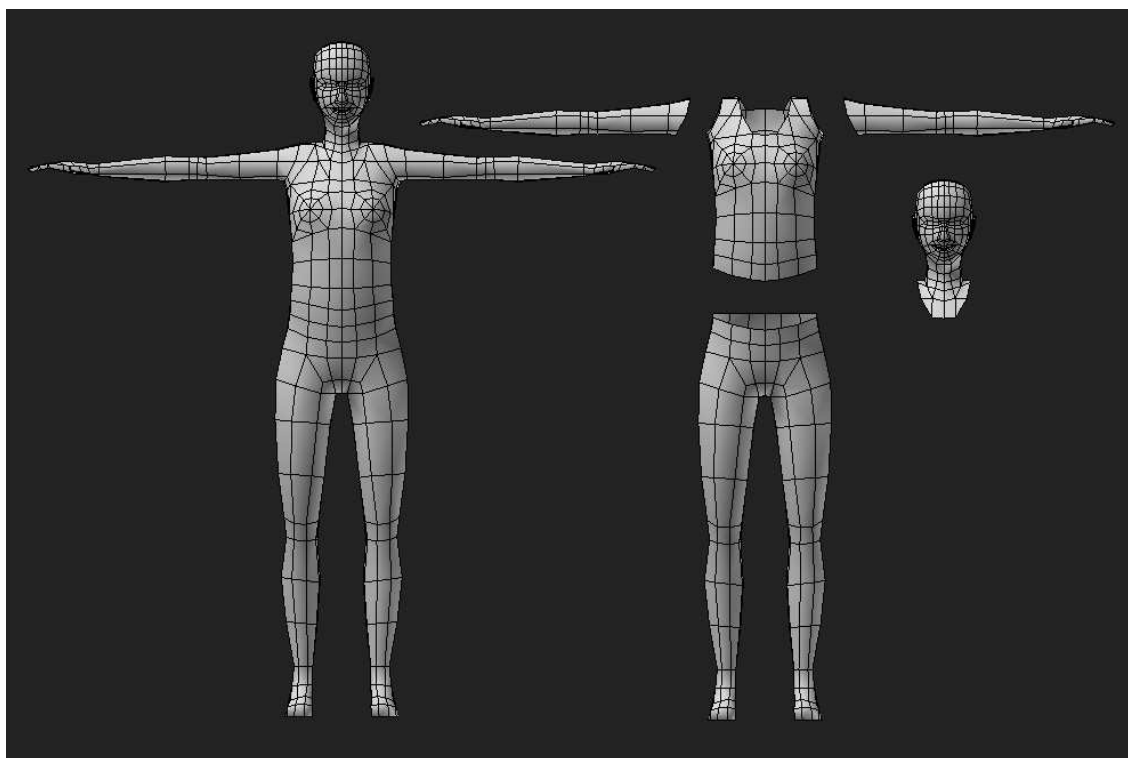
Em um projeto de jogo digital, em muitos casos, a pouca diferenciação em termos de altura para cada personagem pode não ter relevância, haja vista a pouca percepção da diferenciação entre alturas durante as partidas de jogos. A grosso modo, para que a diferença entre alturas seja percebida como uma diferenciação entre modelos, ela deve realmente ser exagerada, caso contrário, ela se perde em meio ao jogo.

6.2.1.3 Pontos de Encaixe

Este é um dos pontos mais críticos na produção de modelos que objetivam a personalização. É imprescindível que os pontos de encaixe ou conexão coincidam com todas as partes que são intercambiáveis entre os modelos. É aconselhado, ainda, que cada parte tenha coincida seus vértices com outras partes homólogas, garantindo desta forma que na configuração do *Skin*⁵⁰ não haja problemas com deformidade de malha

Observando a Figura 24, referente a um modelo do projeto *Health Simulator*, observa-se que existem estruturas que podem ser destacadas (cabeça, tronco, membros superiores e membros inferiores), as quais podem ser trocadas por outras partes. Por exemplo, para um tórax sem roupas, este pode ser trocado por um tórax revestido com um casaco. Ao se posicionar este, com relação aos membros superiores, ele irá esconder os pontos de encaixe das partes (desde que tenha sido construído com isto em foco).

Figura 23 - Composição de partes personalizáveis do modelo base.



Fonte: elaborado pelo autor.

⁵⁰ Segundo Lima & Meurer (2011) e Fox (2004), o *Skin* refere-se a pesagem de vértices dos modelos, as quais controlam a deformidade dos mesmos durante o processo de animação.

A partir da Figura 24 e análise das partes em separado, que podem ser trocadas por outras (um modelo de calça por outro, ou ainda um modelo de cabeça, por outro modelo de cabeça). Infere-se que podem haver pontos de encaixe divididos do seguinte modo:

Pontos de Encaixe Gerais - devem obrigatoriamente respeitar os pontos de encaixe de outros modelos. Para que isto ocorra em harmonia, no momento da concepção dos modelos já se deve ter em mente que seus encaixes devem ser respeitados, independente da estética adotada, como uma restrição técnica para que depois no sistema de personalização ele possa funcionar com maior eficiência.

Pontos de Encaixe de Cabelo - para o cabelo, este deve ser modelado de modo que possa servir em mais de um tipo de cabeça, logo, seu tamanho deve ser medido considerando a maior e menor estrutura tridimensional de cabeça de modelo no projeto.

Pontos de Encaixe de Cabeça - esta deve ser criada a partir de um modelo mediano e então ir trabalhando as diferenciações. Importante notar que, havendo troca de cabelo, este não deve influenciar o mapa de luz e sombra do modelo (Mapa de Oclusão), pois assim permite maior liberdade na personalização.

Pontos de Encaixe do Tronco - devem ser construídos observando as proporções do maior e menor modelo, de modo que possa haver um perfeito encaixe entre a cabeça, membros inferiores e superiores.

Pontos de Encaixe de Membros Superiores - os braços do modelo devem ser construídos observando o diâmetro máximo e mínimo de encaixe no Tórax, previamente construído.

Pontos de Encaixe de Membros Inferiores - as pernas e região pélvica são construídas observando o diâmetro máximo e mínimo da cintura, previamente construído no Tórax. Havendo personalização de sapatos, estes também devem obedecer às proporções máximas e mínimas dos pés.

6.2.1.4 Intercâmbio de Partes

O Intercâmbio de partes é um ponto crítico quando não for bem planejado em projetos de personalização de modelos tridimensionais, pois se as peças não forem devidamente planejadas para coincidir com os modelos, defeitos podem se tornar aparentes. Este planejamento pode ser iniciado já no *Moodboard* ou *Model Sheet*.

Um bom procedimento para se trabalhar em projetos com intercâmbio de partes é dispor de um modelo tridimensional básico de tamanho fixo (também chamado de Modelo Base ou *Basemesh*). Este é um modelo que tem fixa sua altura e proporções, a qual por cima de seu corpo, define-se seu figurino, respeitando sua estrutura corpórea. O segredo é construir o modelo de roupa por cima do modelo de corpo e, para cada peça de roupa que se sobreponha, esta deve ser criada sempre acima da roupa de baixo. Constrói-se o modelo tal como a pessoa se veste na vida real: existe o corpo, que acima dele recebe uma camiseta e acima desta, veste-se o casaco e assim sucessivamente.

Evita-se o trabalho com partes que sejam exceções a sua estrutura de corpo, haja visto que isto pode propiciar um ambiente para defeitos na malha durante as animações. Para modificar a escala ou proporção do modelo, aconselha-se realizar isto diretamente dentro da *Engine* de Jogo, quando o modelo não compartilhar animações ou se ele não for influenciado por qualquer cálculo de física.

6.2.2 Escolha das Práticas Ágeis mais Pertinentes ao Experimento

A partir do entendimento do contexto anterior, elenca-se algumas práticas ágeis que podem colaborar com a produção dos modelos tridimensionais para o projeto de jogo *Health Simulator*. Tais práticas contribuem para que a produção dos modelos siga de maneira controlada e coordenada, bem como ajudam a manter o ritmo de produção.

A escolha destas práticas não foi arbitrária, ela seguiu a lógica da necessidade de produção dos modelos, identificada pela metodologia de Ward (2008) adaptada a filosofia e princípios ágeis. Entendendo-se que pode ser difícil utilizar todas as práticas elencadas no mesmo experimento, justamente porque cada um pode necessitar de um tipo de modelo tridimensional específico. Opta-se por aplicar, então, a prática ágil de Adaptabilidade na escolha das práticas, pois adaptam-se

aqui estas conforme a necessidade. Sob demanda, elenca-se aquelas práticas que são mais pertinentes a produção dos modelos, segundo análise com a metodologia de produção escolhida.

Anteriormente foi apresentada uma proposição de práticas ágeis aplicáveis ao desenvolvimento de modelos tridimensionais. Neste ponto, são selecionadas algumas destas práticas, conforme a seguir.

Adaptabilidade – aqui a adaptação está presente em praticamente todas as etapas, da modelagem à texturização. A adaptação aqui se refere a adaptar os meios de se produzir modelos. Por exemplo, uma vez mapeada uma superfície, é interessante seguir com sua modelagem sem danificar seu UV. Apenas com técnicas apropriadas isto se torna possível.

Bibliotecas – a utilização de modelos de bibliotecas permite o reaproveitamento de partes ou modelos completos, favorecendo a agilização do processo de desenvolvimento. Além de modelos tridimensionais, a biblioteca de texturas também permite agilizar o desenvolvimento da texturização dos modelos.

Caso Controle – aqui definido como a descrição do modelo a ser desenvolvido, bem como o contexto de produção.

Desenvolvimento Iterativo – todas as etapas devem ser incrementais, ou seja, o desenvolvimento acontece gradativo e através de ciclos. A cada ciclo, mais detalhes são incrementados, ou novas etapas são acrescentadas ao processo.

Documentação – documenta-se tudo para que se tenha o registro de produção, para posterior consulta ou uso em projetos similares.

Feedback – o *Feedback* aqui ocorre com o confronto do modelo com sua documentação e intenção inicial (declarada pelo seu *Moodboard* e Lista de Requisitos). Em trabalhos com duplas de profissionais, este *Feedback* se torna mais eficaz, pois estes podem o tempo todo analisar o modelo durante seu desenvolvimento e decidir se está de acordo com o esperado ou se precisa ser melhorado.

Métricas – neste experimento são adotadas métricas para que se possa avaliar quantitativamente e qualitativamente os resultados. Dentro de estúdios, as métricas

podem ajudar no gerenciamento de projetos, bem como realizar previsões futuras com base em dados estatísticos vindos das métricas analisadas.

Repetição – a repetição aqui é entendida não como um ato mecânico, que pela habilidade do indivíduo ou pelo tempo de conhecimento com as ferramentas pode ajudar no desenvolvimento. A repetição aqui defendida refere-se, a cada iteração, permitir ao desenvolvedor um momento de analisar o modelo e verificar o que ele pode melhorar no seu processo de desenvolvimento. A repetição de etapas, por exemplo, permite ao desenvolvedor identificar pontos em que é mais demorado, e, a partir disto, traçar meios de realizar o trabalho sem demora.

Testes – os testes estão sempre presentes, pois eles validam a produção. Todo modelo que é desenvolvido para ambiente de jogo, deve constantemente ser testado na *Engine* a qual o modelo será usado, para mais cedo identificar possíveis problemas e já solucioná-los, antes de finalizar este.

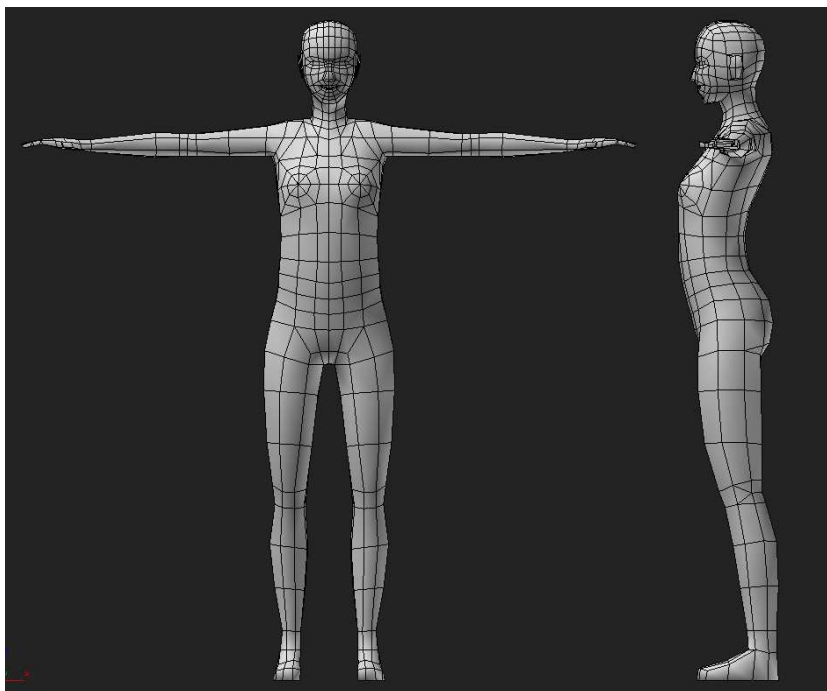
6.2.3 Sequência de Produção

Nesta seção são apresentados os resultados de desenvolvimento dos modelos tridimensionais. São apresentados os desdobramentos construtivos dos mesmos, bem como o que foi feito e de que modo, tomando como guia as práticas ágeis elencadas anteriormente. O confronto com a literatura pesquisada previamente ocorrerá nesta seção, pois desta forma pode-se cruzar a teoria com a prática nos modelos de experimento.

6.2.3.1 Modelo Tridimensional Básico

Para iniciar os trabalhos, foi determinado o desenvolvimento de um modelo tridimensional básico para os gêneros masculino e feminino. Conforme o documento de apresentação da *Splash Damage* apresentado na GDC de 2011, isto é uma prática que favorece o trabalho, dando agilidade ao seu desenvolvimento. A Figura 25 apresenta o modelo tridimensional básico para o gênero feminino finalizado quanto a sua modelagem.

Figura 24 - Imagem do modelo básico devidamente modelado.



Fonte: elaborado pelo autor.

É importante observar que o modelo tem apenas a construção geométrica básica do corpo feminino, isento de roupas. É também importante que este modelo tenha a constituição de *loops* de malha adequados a sua deformação (a construção dos *loops* deve obedecer a sua anatomia). Porém, é interessante fazer com que certos *loops* sejam providenciados em locais onde se prevê cortes ou encaixes de roupa. Por exemplo, pelas referências pesquisadas e analisadas para este projeto, a região da cintura é um local onde sempre haverá o encontro de uma camisa ou camiseta, com uma calça ou saia. Logo se aplica um *loop* de malha em posição genérica na cintura, justamente para melhor permitir o encaixe das peças de roupa. Isto significa que este modelo possui a geometria mínima para ser modificado e se tornar qualquer outro modelo com algumas modificações em sua malha. Observa-se que o primeiro modelo demora mais tempo para se desenvolver com relação aos demais, haja visto que se dedica mais tempo e esforço a este, pois ele define os demais modelos.

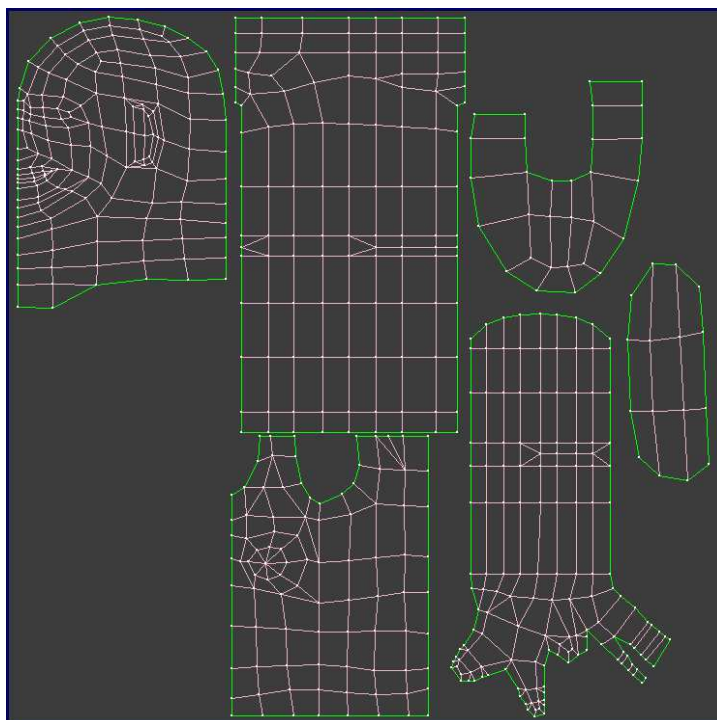
Para sua construção foi utilizado apenas o Autodesk 3Ds Max, com modelagem focada na próxima etapa, que se refere a seu mapeamento. No caso do modelo básico, é uma boa prática deixar sua geometria com mapeamento finalizado

para que, quando se defina a personalização dos modelos, já se tenha uma base de mapeamento feito. Segundo os autores pesquisados [(FOX, 2004), (WARD, 2008), (STEED, 2005) e (AZEVEDO, 2003)] inferem que os modelos devem seguir ao mapeamento (Leiaute UV) após a modelagem, quando estes não são usados para fins de personalização.

No caso deste experimento, é mais interessante realizar o Leiaute UV (mapeamento do modelo básico) antes mesmo de passar ele a personalização. Desta forma já se tem metade do trabalho de organização do UV pronto, outro motivo pelo qual se leva mais tempo neste modelo básico do que nos demais.

A Figura 26 ilustra o mapeamento do modelo, sendo que para a sua execução se utilizou o software Autodesk 3Ds Max, com seu *plugin PolyBoost* para agilizar o trabalho de organização e alinhamento dos UVs.

Figura 25 - Imagem do Leiaute UV do modelo básico.



Fonte: elaborado pelo autor.

Observa-se que houve o cuidado de organizar os UVs do mapeamento de modo retilíneo na horizontal ou vertical absoluta. Esta forma de organização facilita o trabalho de texturização e melhora o desempenho da apresentação da textura do modelo quando em jogo, pois os UVs estão alinhados com a apresentação dos

pixels da tela do monitor (que são montados na horizontal e vertical absoluta). Isto diminui drasticamente o efeito indesejado de serrilhado nas bordas da textura, que ocorre por conta da interpolação das cores.

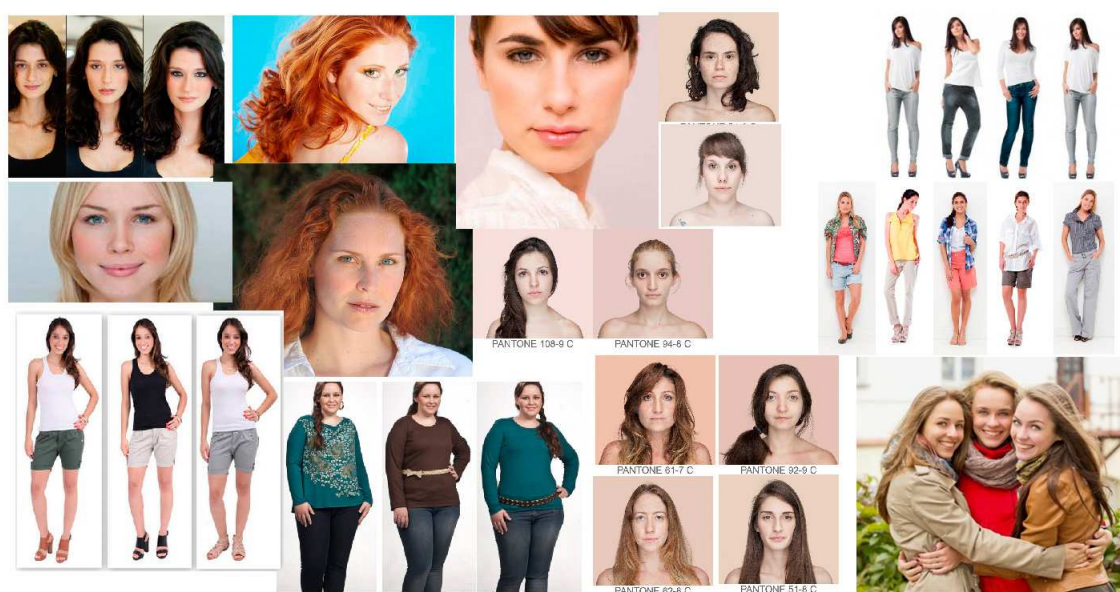
Para modelos que não são orientados à personalização, a sua construção pode iniciar pelo modelo básico, conforme Ward (2008) apresenta em seu livro, porém, outros autores apontam que deve-se criar o modelo com sua estrutura total, incluindo roupas e indumentárias [(FOX, 2004) e (STEED, 2005)]. Embora seja uma técnica eficaz, isto geraria um volume maior de trabalho para os modelos de personalização, pois se teria de construir cada modelo, na sua integralidade.

6.2.3.2 Modelo Caucasiana Adulta

Planejamento

A modelo feminina adulta foi elaborada a partir dos preceitos do *Moodboard* específico para ela, juntamente com Lista de Requisitos que definiu os requisitos técnicos e artísticos de produção. A Figura 27 mostra a imagem de seu *Moodboard*.

Figura 26 - *Moodboard* para modelo feminino caucasiano adulta.



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 28 apresenta a Lista de Requisitos estética e técnica para a construção do modelo personalizado. Esta listagem explicita as referências do *Moodboard* anterior, bem como os requisitos técnicos de produção na questão de cota poligonal, texturização e animação, porém esta última etapa não consta no escopo deste trabalho.

Figura 27 – Lista de Requisitos de produção do modelo feminino caucasiano adulto.

Referências Para produção 3D

▶ **Adultas Caucasianas Femininas**

- ▶ Pele: clara, usam maquiagem;
- ▶ Cabelos: médios a compridos;
- ▶ Roupas: coloridas e folgadas, variam conforme a estação do ano;
- ▶ Calçados: geralmente tênis, sandálias, sapatos ou calçados folgados.
- ▶ Adereços: travessas ou bolsas;

▶ **Limitações Técnicas**

- ▶ Modelagem – 1500 tris
- ▶ Texturização – 1 (512x512 px) + 1 (128x128 px) com Alpha
- ▶ Rigging – 15 Bones

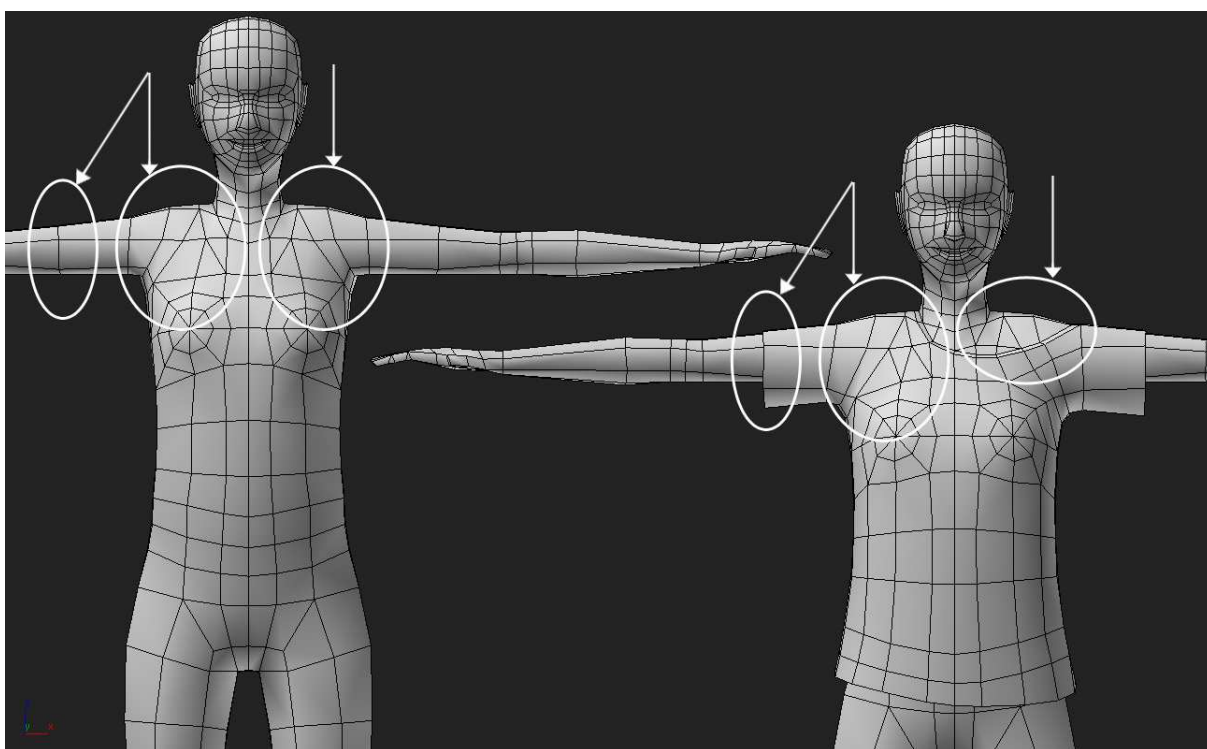
Fonte: elaborado pelo autor.

Com base nestas informações, pode-se estabelecer parâmetros sistemáticos nas referências: a maioria das referências constante no *Moodboard* se apresentam com roupas do tipo coloridas e folgadas, mas que variam conforme a estação do ano. Pele clara é recorrente, cabelos médios a compridos, calçados geralmente se apresentam como tênis, sandálias ou sapatos. Eventualmente podem ter algum adereço. Com estes apontamentos é possível planejar previamente uma malha tridimensional que possa abarcar a construção de qualquer uma destas referências. Neste ponto, é utilizado a prática ágil elencada de Caso Controle, pois esta define o que deve ser desenvolvido.

Modelagem

A modelo feminina, definido como caucasiana adulta e biótipo normal, foi feita a partir do modelo básico com seu mapeamento pré-definido. É importante observar que se tomou o cuidado de construir a modelagem do modelo com sua personalização, sem destruir os *loops* de malha principais do modelo básico (Figura 29), preservando o mapeamento do mesmo (Figura 30).

Figura 28 - Modelagem comparativa dos modelos básico e caucasiana adulta.



Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 29 pode-se observar a região de encaixe do ombro com o braço e tórax, observa-se o *loop* de malha preservado que une os elementos. No ombro desnudo do modelo, observa-se que foi adicionado um corte para realizar o detalhe da camiseta com ombro exposto do modelo, mas sem interferir drasticamente na malha original do mesmo.

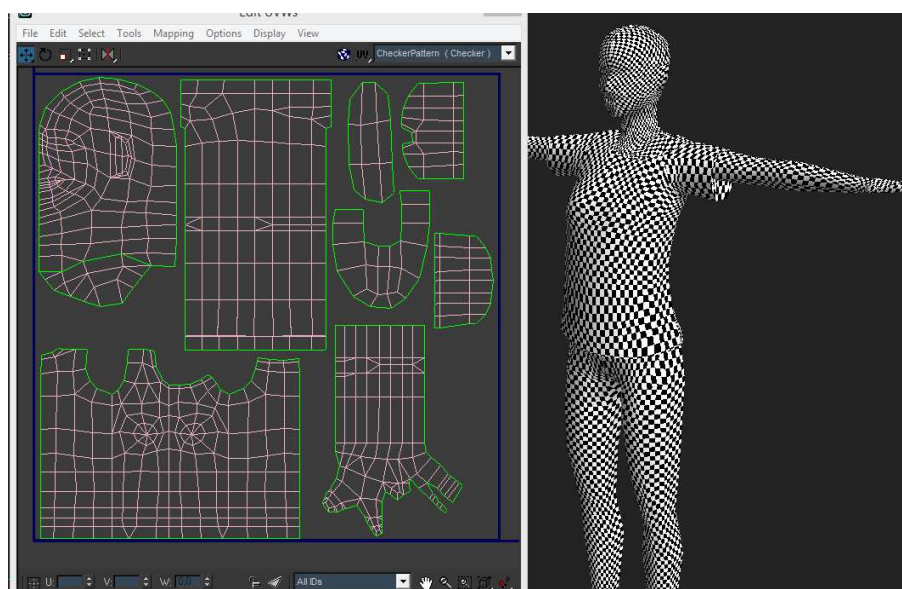
Tomou-se o cuidado de escolher os recursos que permitissem a adição de malha e detalhamento geométrico no modelo, necessários a sua representação correta, de modo a não perder o Layout UV já feito. Desta forma foi possível

modelar, mantendo o trabalho de UV já feito, garantindo o Desenvolvimento Iterativo (uma das práticas ágeis elencadas para este experimento).

Mapeamento

Como a maior parte do Leiaute UV já estava definido a partir do modelo básico, apenas a malha adicional gerada na personalização do modelo foi necessária ajustar seu mapeamento. A Figura 30 ilustra o Leiaute UV do modelo finalizado.

Figura 29 - Imagem de mapeamento do modelo caucasiana adulto.



Fonte: elaborado pelo autor.

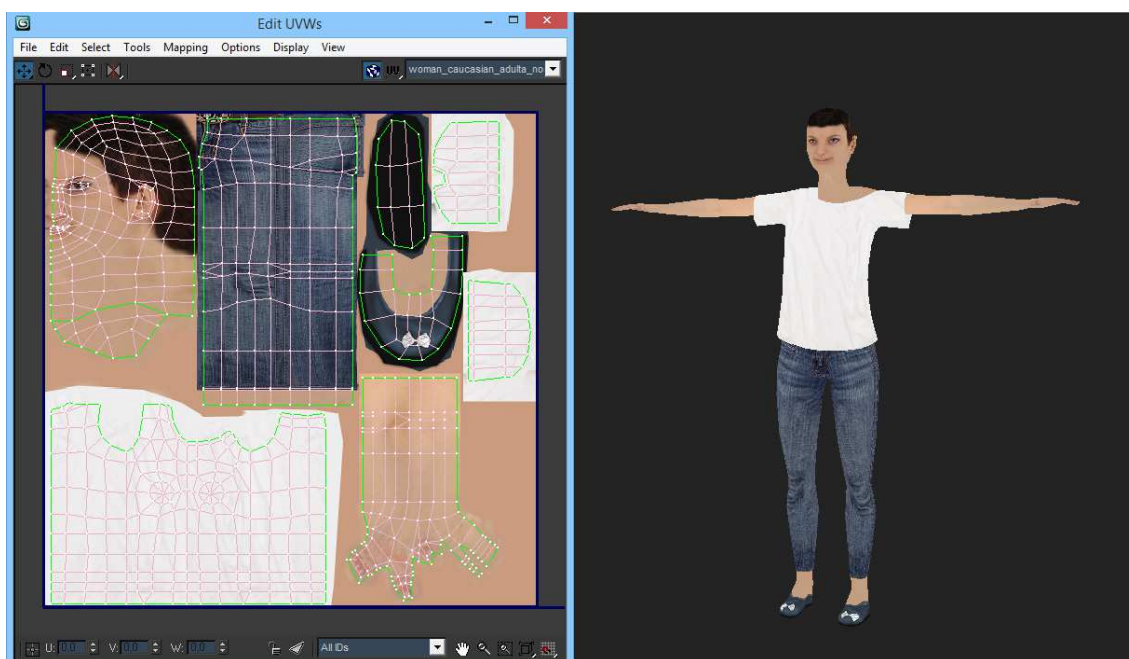
Se não fosse pela adoção do modelo básico, certamente este modelo precisaria ser trabalhado em seu Leiaute UV desde o início. Aplica-se aqui a prática da medição (Métricas), elencada para este experimento e Bibliotecas (neste caso, reaproveitamento de UV do modelo para acelerar o processo de desenvolvimento).

Texturização

A texturização do modelo ocorreu a partir a adoção de fotos e manipulações fotográficas. Em termos projetuais, foi acertado que a estética das texturas dos

modelos no projeto *Health Simulator* assume visual mais limpo e liso, sem todas as informações das texturas fotográficas. Posteriormente se aplica um filtro do *Adobe Photoshop*, que deixa a imagem nas condições desejadas para este projeto. A Figura 31 apresenta o resultado final da texturização do modelo.

Figura 30 - Imagem de texturização com mapeamento exposto.

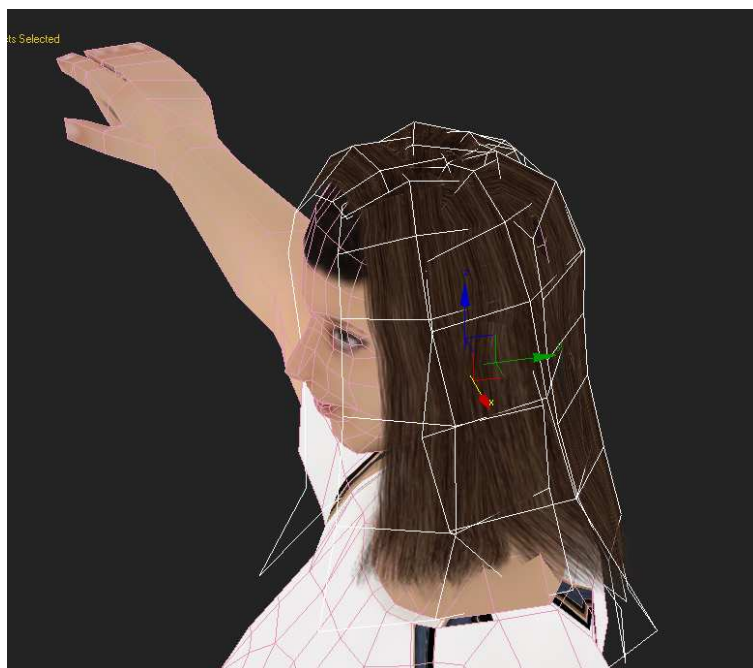


Fonte: elaborado pelo autor.

Para o cabelo foi utilizada a técnica construtiva de Paul Tosca⁵¹, disponível em seu site. Lima (2011b) faz uso da mesma técnica em seu livro, na questão da produção de cabelos para modelos. Ambos os autores descrevem a técnica começando pela textura, e não pela modelagem. Tradicionalmente, se iniciaria o processo de construção dos cabelos pela estrutura geométrica deste, depois se aplicaria o mapeamento e, por fim, a textura seria criada. Na técnica aqui utilizada, cruzando com a filosofia e princípios ágeis, ganha-se muito tempo de produção iniciando pelo fim: cria-se a textura primeiro, depois cria-se uma geometria enxuta e mapeada que recebe esta textura. Após distribui-se esta geometria em torno da cabeça do modelo de modo a confeccionar um penteado de cabelo (Figura 32).

⁵¹ Paul Tosca: **Low Poly Game Character Hair**. Disponível em: <http://www.paultosca.com/varga_hair.html>. Acessado em 10 de junho de 2015 as 10 horas.

Figura 31 - Representação da forma construtiva para o cabelo.



Fonte: elaborado pelo autor.

A mesma técnica pode ser adotada na construção de outros tipos de modelos, como por exemplo, vegetações. Desenvolver e documentar deste modo, é desenvolver com Adaptabilidade, mais uma das práticas ágeis elencadas.

6.2.3.3 Modelo Caucasiana Jovem

Planejamento

A modelo feminina caucasiana jovem foi elaborada a partir dos preceitos do *Moodboard* específico para ela, juntamente com Lista de Requisitos que definiu questões técnicas e artísticas de produção. A partir de seu *Moodboard*, verifica-se que cabelos, tons de pele, tipos de blusa ou camiseta, bem como calças jeans, são itens recorrentes e semelhantes vistos no mesmo. A Figura 33 mostra a imagem de seu *Moodboard*.

Figura 32 - *Moodboard* para modelo feminino caucasiano jovem.



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 34 apresenta a Lista de Requisitos técnica e estética para a construção do modelo personalizado. Esta listagem explicita as referências do *Moodboard* anterior, bem como os requisitos técnicos de produção na questão de cota poligonal e texturização. Note que as indicações são semelhantes àquelas do modelo anterior.

Figura 33 - Lista de Requisitos de produção do modelo feminino caucasiano jovem.

Referências Para produção 3D

▶ **Adolescentes Caucasianas Femininas**

- ▶ Pele: clara;
- ▶ Cabelos: médios a compridos;
- ▶ Roupas: coloridas e folgadas, variam conforme a estação do ano;
- ▶ Calçados: geralmente tênis, sandálias, sapatos ou calçados folgados.
- ▶ Adereços: travessas ou bolsas;

▶ **Limitações Técnicas**

- ▶ Modelagem – 1500 tris
- ▶ Texturização – 1 (512x512 px) + 1 (128x128 px) com Alpha
- ▶ Rigging – 15 Bones

Fonte: elaborado pelo autor.

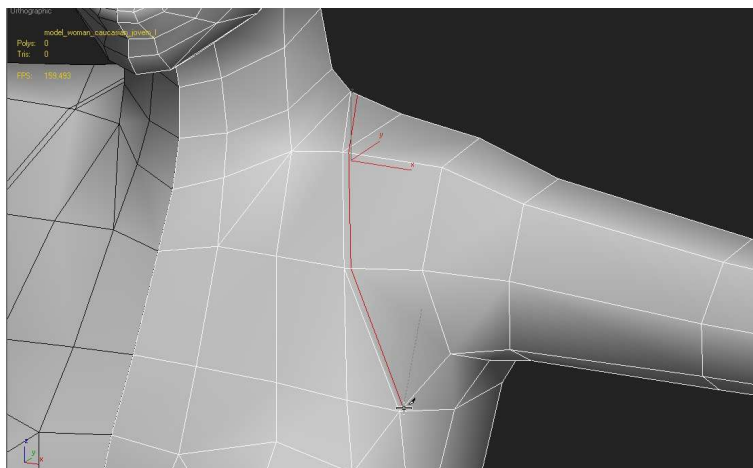
Com base nestas informações, pode-se estabelecer os mesmos parâmetros sistemáticos de desenvolvimento que o modelo anterior. Esta recorrência de informações não é ao acaso. O estilo de jogo que o *Health Simulator* exige, faz com que os modelos sejam do tipo humanoides. Invariavelmente as roupas, embora diferentes, muitas vezes se assemelham umas com as outras.

Modelagem

O modelo feminino, definido como caucasiana jovem e biótipo normal, foi feito a partir do modelo básico com seu mapeamento pré-definido. Tomou-se o cuidado para, na etapa de modelagem, utilizar técnicas e recursos que permitissem adicionar malha geométrica sem danificar o Leiaute UV pré-definido do modelo básico, evitando retrabalhos.

Por exemplo, se para criar o detalhe da blusa do modelo fosse possível utilizar uma ação de extrusão, esta é evitada, pois, na técnica de extrusão, a malha nova gerada não tem mapeamento UV pré-definido, o que faria com que se teria de retrabalhar o UV do modelo. Opta-se, neste caso por uma ação de corte ou mesmo de conexão de linhas, com tantos cortes ou *loops* quantos forem necessários para se constituir o detalhe do modelo. Desenvolvendo o modelo desta forma, está se planejando as ações de acordo com a necessidade futura, assumindo caráter iterativo na repetição de ações (a prática ágil usada aqui é a Repetição). A Figura 35 demonstra uma ação para criar detalhe de modelagem sem perder o Leiaute UV.

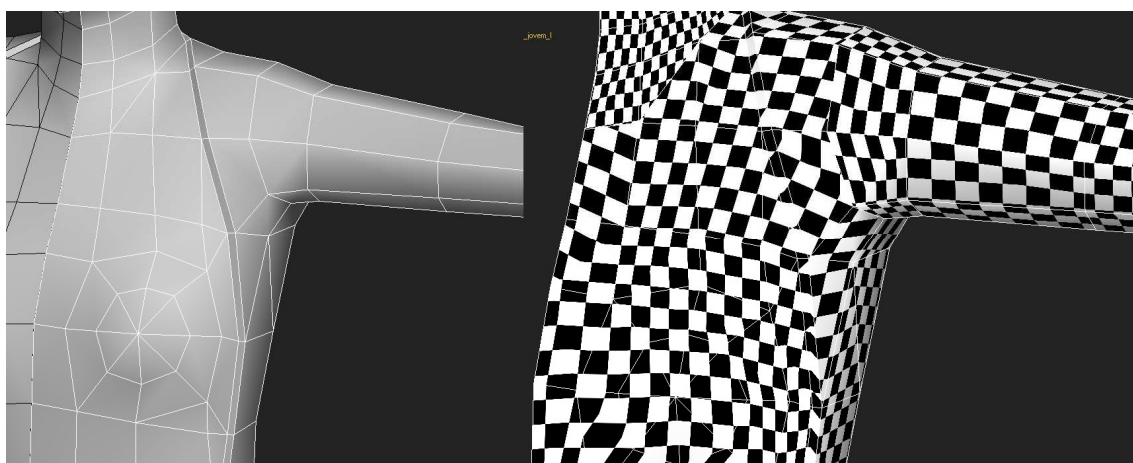
Figura 34 - Detalhe para a técnica de modelagem sem perder o UV já feito.



Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 36 é demonstrado o resultado final da modelagem por esta técnica, sem perder o Leiaute UV feito. Pode-se construir o modelo todo com este procedimento, esteticamente os resultados são tão bons quanto a modelagem por ação de extrusão.

Figura 35 - Imagem demonstra o resultado final da modelagem.



Fonte: elaborado pelo autor.

Neste ponto as ações e as técnicas começam a se repetir. Pode-se dizer que a repetição favorece o desenvolvimento do trabalho, permitindo executá-lo mais rápido. Mas conforme Keith (2010) comenta, a repetição não é algo visto como simplesmente uma tarefa repetitiva, e sim, uma oportunidade de se avaliar como as atividades foram desenvolvidas até então, e de que forma podem ser melhoradas, o que caracteriza estas duas práticas ágeis elencadas para o experimento: Adaptabilidade e Repetição.

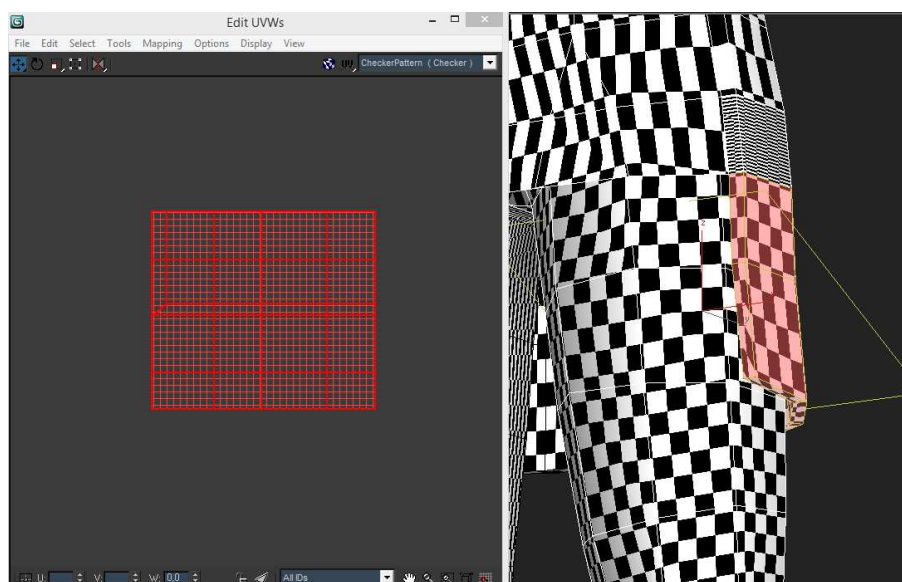
Mapeamento

Para o mapeamento, ou Leiaute UV deste modelo, são seguidas as mesmas orientações que o modelo anterior: evitar realizar ações de modelagem que possam danificar o Leiaute UV do modelo básico pré-definido. Na Figura 37 é demonstrada uma área em que se adicionou uma modelagem para a terminação do casaco. Para

não se deformar o mapeamento já feito, cortou-se a parte inferior desta modelagem, trazendo para baixo a nova malha. Esta técnica, embora mais trabalhosa, preserva o mapeamento, ao passo que a técnica de extrusão, embora mais fácil, cria superfícies de malha sem mapeamento, o que faria aumentar o tempo de trabalho no mapeamento posterior.

A região limite entre a cintura e a perna do modelo foi trazida para fora, e a face de espessura foi cortada o suficiente para que se pudesse puxar a malha para baixo, sem danificar o UV. Posteriormente a edição de UV se dá por simplesmente organizar os clusters existentes.

Figura 36 - Mapeamento do modelo caucasiana jovem.



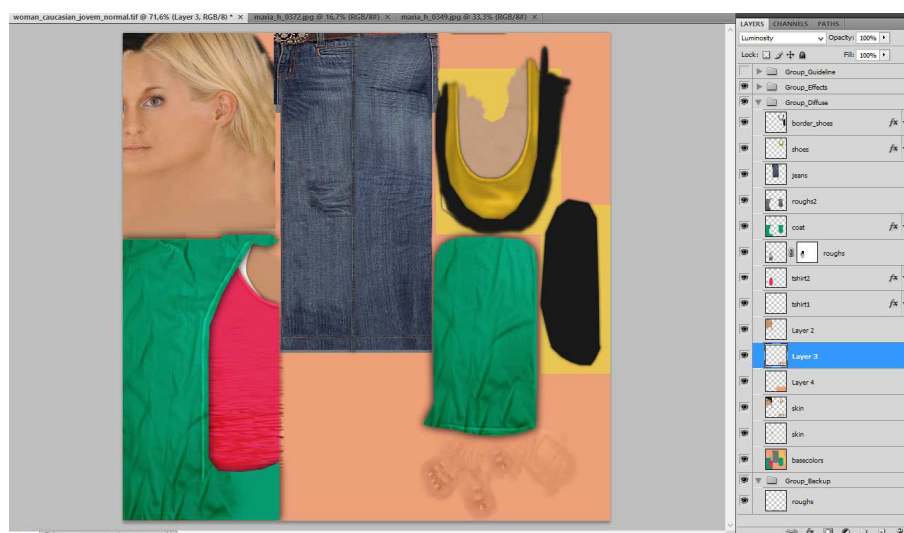
Fonte: elaborado pelo autor.

É importante observar que os tempos de desenvolvimento de atividades devem diminuir, mas não em função da repetição de ações, e sim em função do aprimoramento das técnicas de desenvolvimento, pois a cada ciclo de desenvolvimento, novas maneiras de melhorar o processo vão surgindo (Keith, 2010).

Texturização

A texturização do modelo ocorreu a partir da adoção de fotos e manipulações fotográficas. A partir do arquivo de textura do modelo feminino caucasiano adulta, foi elaborado o arquivo de textura do modelo feminino caucasiano jovem. Este aproveitamento foi possível porque ambos os modelos compartilham a mesma organização do Layout UV e o arquivo de texturas foi organizado com grupos de camadas, que facilita todo o gerenciamento do arquivo. A Figura 38 ilustra o resultado final da texturização do modelo.

Figura 37 - Texturização do modelo caucasiana jovem.

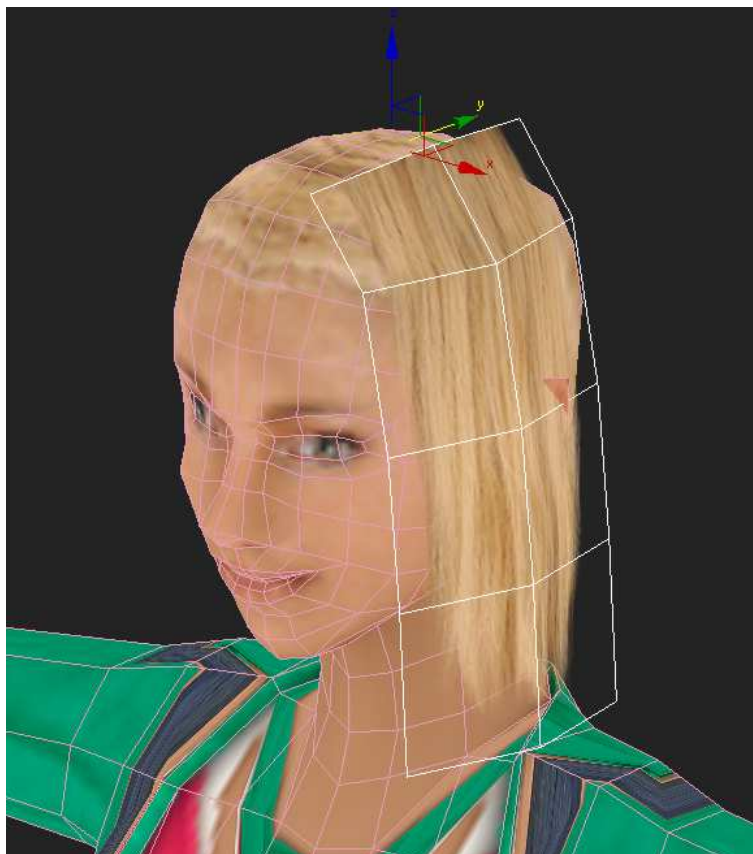


Fonte: elaborado pelo autor.

Variando apenas os tons da calça jeans já desenvolvida, ela pode ser aproveitada para o modelo jovem. O restante da roupa e seus detalhes foram providenciados de forma particular. A camada referente à pele foi aproveitada do modelo anterior, mas seu tom foi alterado. A aplicação de rosto foi feita de modo individual e exclusivo para o modelo (foi utilizada outra foto diferente do modelo adulto). O material fotográfico utilizado para pele e roupas é extraído da biblioteca 3D.Sk.

Para o cabelo deste modelo a mesma técnica anterior foi utilizada, mas foi desenvolvido um corte e penteado de cabelo único. A Figura 39 ilustra o processo inicial de construção do cabelo do modelo.

Figura 38 - construção do cabelo do modelo.



Fonte: elaborado pelo autor.

A técnica inicia pela textura primeiramente, seguido da modelagem e Layout UV do modelo, posteriormente este é espalhado estrategicamente por sobre a cabeça do mesmo. O resultado estético é bastante satisfatório ao fim do desenvolvimento do modelo.

6.2.3.4 Modelo Caucasiana Idosa

Planejamento

A modelo feminina caucasiana idosa foi elaborada seguindo a lógica do modelo anterior (*moodboard* seguido de Lista de Requisitos de produção). É importante observar que alguns itens são corriqueiros nas referências: cabelos mais curtos e brancos, pele clara, roupas mais confortáveis e ligeiramente mais coloridas. A Figura 40 apresenta seu *Moodboard*.

Figura 39 - Moodboard para modelo feminino caucasiano idosa.



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 41 apresenta a Lista de Requisitos técnica e estética para a construção do modelo personalizado. Esta listagem explicita as referências do *Moodboard* anterior, bem como os requisitos técnicos de produção na questão de cota poligonal, texturização e animação, onde este último não está no escopo deste trabalho. É possível notar que as indicações são semelhantes ao modelo anterior.

Figura 40 - Lista de Requisitos de produção do modelo feminino caucasiano idosa.

Referências Para produção 3D

▶ **Idosas Caucasianas**

- ▶ Pele: clara e enrugada;
- ▶ Cabelos: curtos a médios, geralmente brancos;
- ▶ Roupas: coloridas e folgadas, variam conforme a estação do ano. De tecido mais pesado, podendo ser casacos de lã;
- ▶ Calçados: geralmente sapatilhas, tênis ou calçados folgados.
- ▶ Adereços: bolsas;

▶ **Limitações Técnicas**

- ▶ Modelagem – 1500 tris
- ▶ Texturização – 1 (512x512 px) + 1 (128x128 px) com Alpha
- ▶ Rigging – 15 Bones

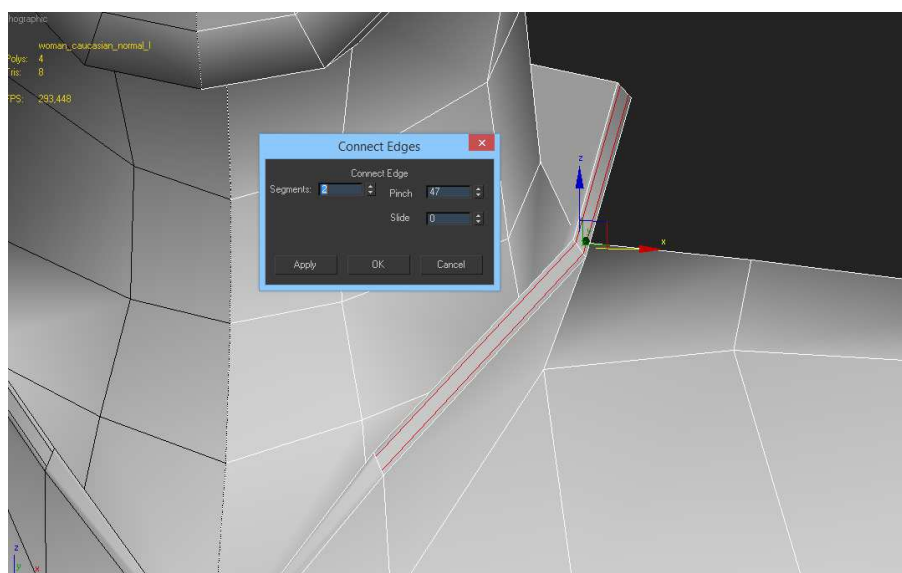
Fonte: elaborado pelo autor.

Novamente, com base nestas informações, pode-se estabelecer os mesmos parâmetros sistemáticos que o modelo anterior. A seguir é descrito o processo de desenvolvimento deste modelo.

Modelagem

O desenvolvimento da modelagem geométrica deste modelo se deu a partir do modelo básico, tal como foi feito com os outros dois modelos anteriores. A Figura 42 apresenta a construção da gola de camisa do modelo, utilizando recursos que não danificam o Leiaute UV pré-definido.

Figura 41 - Construção de modelagem sem perder o UV do modelo.



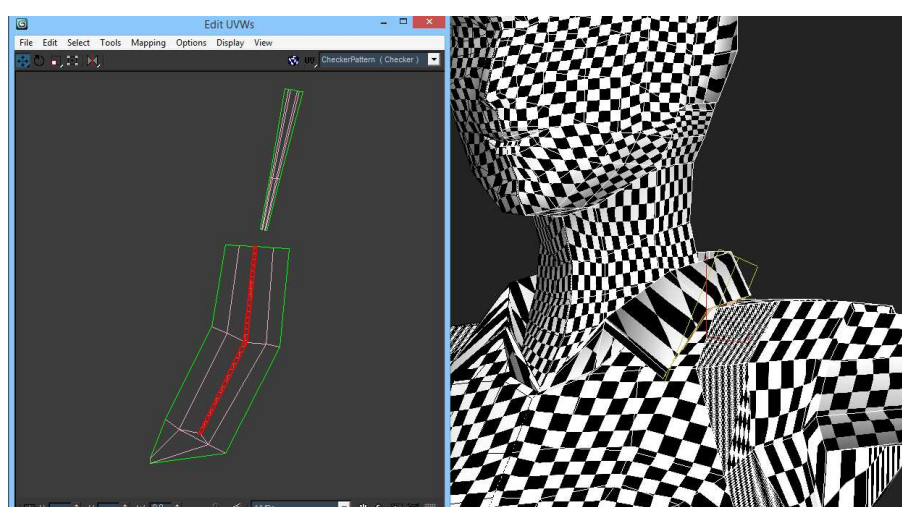
Fonte: elaborado pelo autor.

Todo o modelo foi desenvolvido com este cuidado. Assim como ocorreu nos outros, a modelagem procura manter todo o trabalho já feito anteriormente, como modo de ganhar tempo de produção. Neste ponto, está se trabalhando a prática ágil elencada de Adaptabilidade, pois está se adaptando a forma construtiva em função do modelo.

Mapeamento

Para o Leiaute UV procede-se do mesmo modo que os demais modelos: uma vez que se utilizou técnicas construtivas de malhas tridimensionais que preservaram o UV do modelo, pode-se cuidar do mapeamento apenas de novas áreas. A Figura 43 ilustra uma região do modelo em edição, que foi adicionada para a personalização deste.

Figura 42 – Leiaute UV do modelo feminino caucasiana idosa.



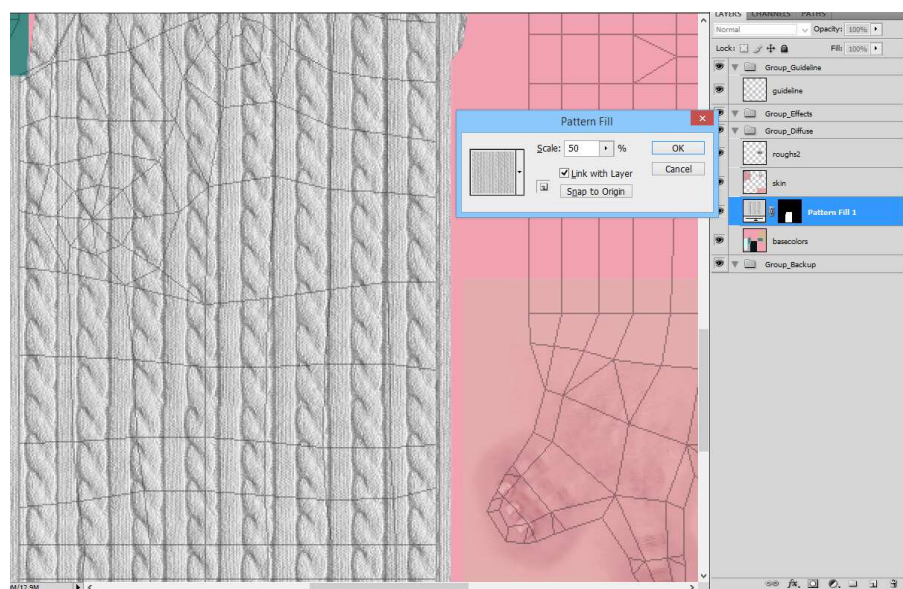
Fonte: elaborado pelo autor.

É importante salientar que apesar deste texto apresentar as etapas de modo linear, a produção dos modelos não ocorre em sua totalidade desta forma. As etapas, embora divididas conforme o método de Ward (2008) adaptado com filosofia e princípios ágeis, foram desenvolvidas sob demanda através de práticas ágeis: conforme a necessidade construtiva do modelo, as etapas eram então feitas. São situações que precisam ser analisadas individualmente modelo a modelo, desta forma está se trabalhando com as práticas elencadas definidas como *Feedback*, pois se estaria confrontando o que se observa nos *Moodboards*, com as Listas de Requisitos técnicas de produção, para se definir o que deve ser feito primeiro. Também a Adaptabilidade é outra prática que se utiliza aqui.

Texturização

Para a elaboração do arquivo de textura deste modelo, foram reaproveitados os arquivos de textura dos modelos anteriores, e nas particularidades de textura deste modelo, foram utilizados recursos parametrizados do *Adobe Photoshop*. Para a constituição da textura de lã do pulôver do modelo, foi criado um arquivo de textura que posteriormente foi convertido em uma padronagem (*Pattern*) que pode ser aplicado em uma camada parametrizada. Com tal camada, pode-se definir o quanto a textura de lã se repete em dois sentidos (X e Y), ficando desprendida da necessidade de resolução para que melhor se apresente ao modelo. A Figura 44 mostra a camada de padronagem parametrizada.

Figura 43 - Texturização com elementos parametrizados.



Fonte: elaborado pelo autor.

A parametrização da construção de objetos ou texturas parece estar sendo a tendência do mercado de Computação Gráfica hoje. Várias empresas estão oferecendo este recurso como atrativo e diferencial em seus *softwares*, evidente que os ganhos com os recursos parametrizados são muito elevados, muito embora a curva de aprendizado possa ser um pouco baixa. Além da padronagem do *Adobe Photoshop*, *softwares* como o *Substance Designer*⁵² oferecem soluções atuais para

⁵² Allegorithmic. **Substance Designer**. Disponível em: <<https://www.allegorithmic.com/products/substance-designer>>. Acessado em 8 de junho de 2015 as 15 horas.

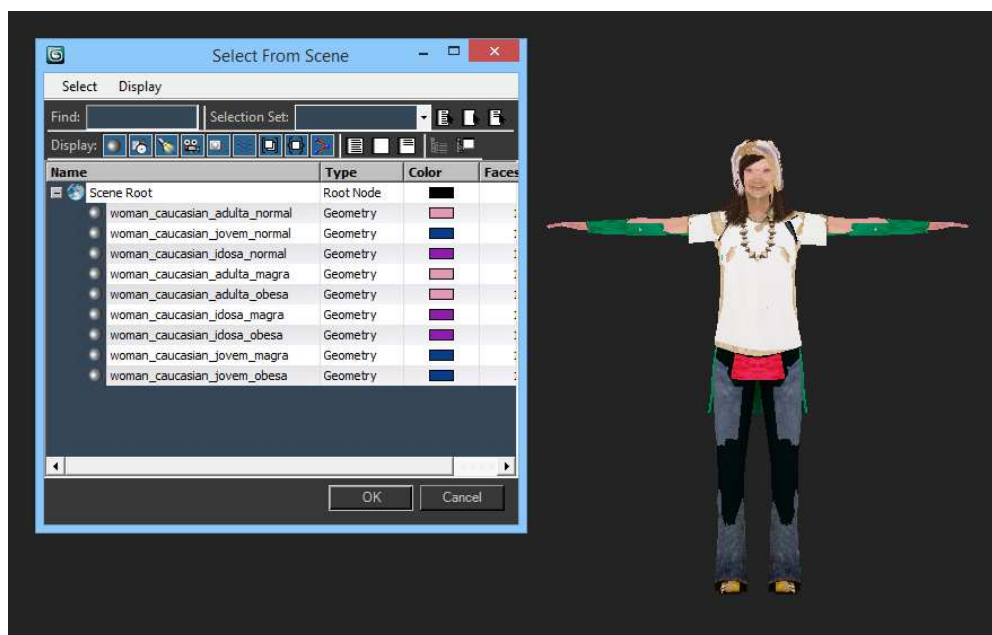
texturização parametrizada de objetos, que estão em acordo com as práticas ágeis aqui defendidos (Adaptabilidade, Bibliotecas, Repetição, etc.).

6.2.3.5 Variação dos Biótipos

Uma vez finalizadas as construções dos modelos em suas etapas de modelagem, mapeamento e texturização, pode-se trabalhar na variação de biótipos. Para o projeto *Health Simulator* foi decidido que as variações de biótipos seriam feitas apenas modificando a malha dos modelos com biótipo normal. Em outros projetos de personalização, é possível haver a necessidade de desenvolver as variações dos biótipos como modelos únicos e novos, mas não é o caso aqui.

A prática ágil Caso Controle é o que permite estabelecer a forma construtiva, pois uma vez definido o que deve ser feito (neste caso, variações de biótipo dos modelos a partir do biótipo normal), estabelece-se a técnica ou as ferramentas que permitem sua realização. O primeiro passo é dispor todos os modelos em cena (modelos caucasianos jovem, adulta e idosa), e fazer duas cópias de cada um, atribuindo a cada modelo uma identificação para si que o diferencie conforme seu biótipo. Por exemplo, adicionando a cada modelo um sufixo como “_normal”, “_magro” ou “_obeso” ao final dos nomes dos modelos. A Figura 45 ilustra o resultado desta nomenclatura.

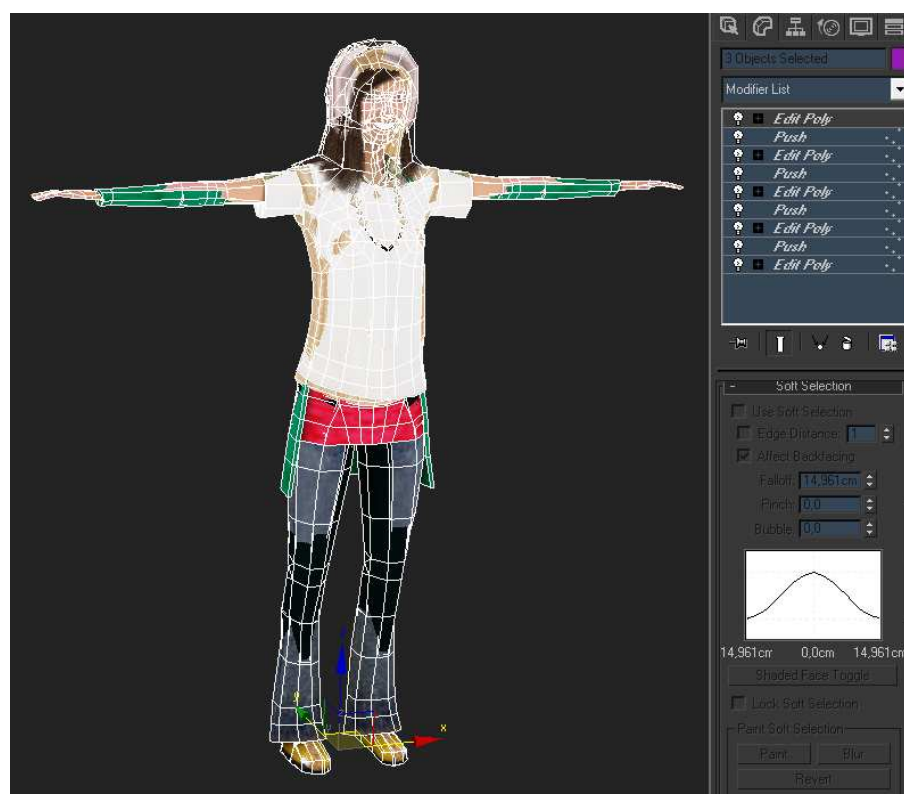
Figura 44 - Variações dos modelos para diferenciação de biótipos.



Fonte: elaborado pelo autor.

A partir disto, deve-se selecionar todos os modelos do mesmo biótipo (por exemplo, os modelos jovem, adulto e idoso com biótipo magro ficam visíveis na *Viewport* do programa tridimensional. Os demais modelos ficam ocultos. Em seguida aplica-se um comando que pode editar todos os modelos de uma vez só, no caso do Autodesk 3Ds Max, a adição do modificador *Edit Poly* permite esta ação. Atribui-se o modificador e edita-se ao mesmo tempo um conjunto de modelos e seus vértices, podendo-se atribuir outro modificador que edite os vértices a partir da direção normal destes (modificador *Push*). Conhecer a ferramenta tridimensional que será usada para desenvolver os modelos de jogo é fundamental, pois isso ajuda na sua escolha. A figura 46 apresenta o modelos femininos caucasiana jovem, adulta e idosa selecionadas e em edição com o modificador *Edit Poly*.

Figura 45 - Variações dos modelos para diferenciação de biótipos.

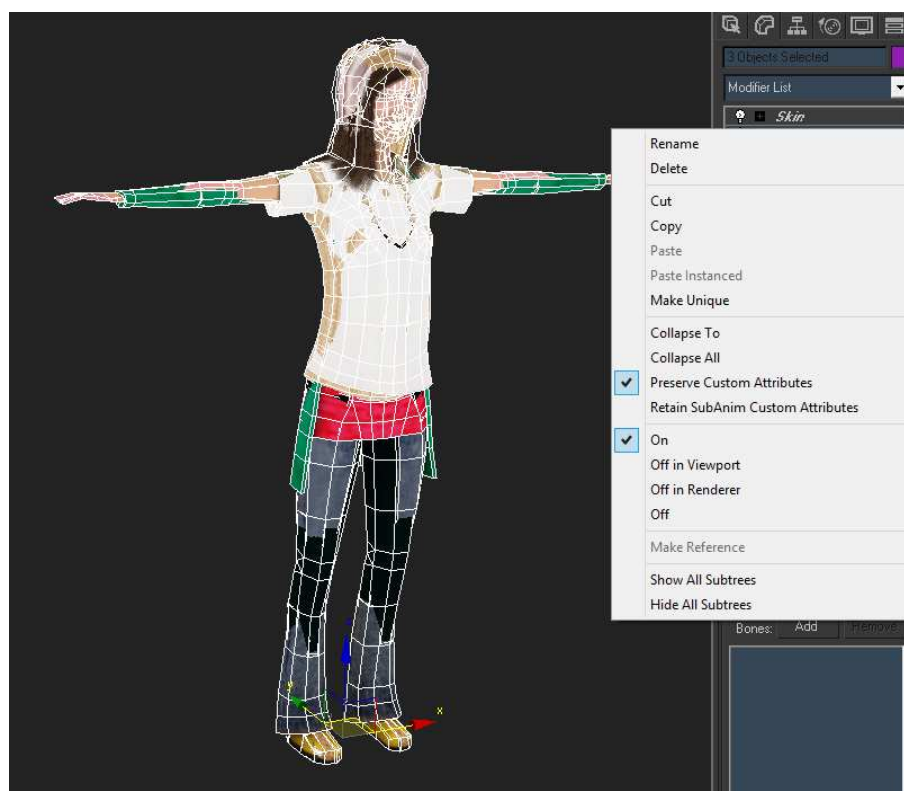


Fonte: elaborado pelo autor.

Uma vez editado o modelo, pode-se converter tudo em malha poligonal. A partir das novas versões do Autodesk 3Ds Max isso é possível sem perder ou danificar qualquer modificador que estiver acima de onde se aplica o comando de

conversão do modelo. No caso deste experimento, a elaboração dos modelos com diferentes biótipos é feita após o *Rigging* e *Skinning*. O mesmo processo é feito para os demais biótipos. A Figura 47 apresenta a conversão em malha poligonal dos modelos abaixo do modificador *Skin* com o comando *Collapse To*.

Figura 46 - Interação com os modelos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Não apenas as variações de modelagem dos biótipos são desenvolvidas, mas as variações de texturas também são necessárias. Para as variações considera-se que apenas a troca de escala tonal já sirva, não havendo necessidade de se criar texturas novas para cada modelo. A Figura 48 ilustra as texturas originais e as variações para os biótipos.

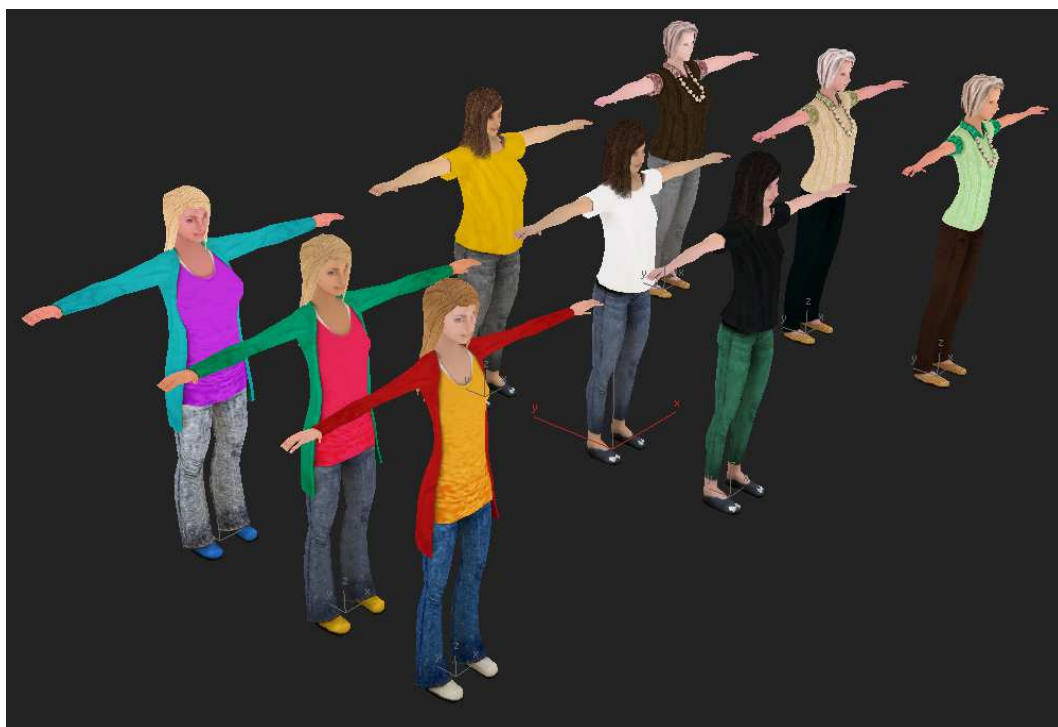
Figura 47 - Arquivos de texturas com variações entre os modelos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Por fim, os modelos são dispostos todos juntos em um arquivo para fins de verificação conforme a Figura 49 apresenta. É importante observar que mesmo alterando apenas a escala tonal das texturas, ainda assim os modelos apresentam-se diferenciados entre si.

Figura 48 - Modelos com as variações de geometrias e de texturas aplicadas.



Fonte: elaborado pelo autor.

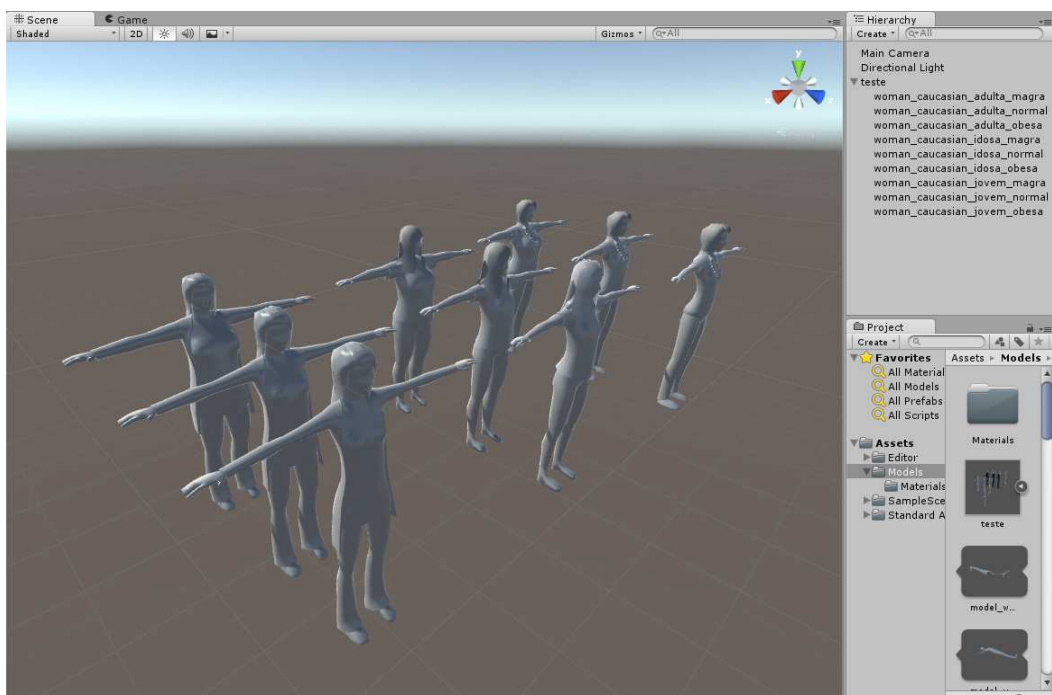
Com apenas algumas tomadas de decisões projetuais, foi possível reduzir o tempo de produção dos modelos em 6 vezes menos aproximadamente (baseando-se nos dados tabulares da planilha de registro métrico de produção do item 6.3 Catalogação e Análise de Dados). Isto foi possível pela aplicação de práticas ágeis que favorecem o andamento do trabalho de maneira eficaz, salientando aqui a prática ágil de Caso Controle, pois ela é quem permite o entendimento do contexto de produção, para melhor estabelecer as técnicas e ferramentas necessárias.

6.2.3.6 Testes dos Modelos na Engine

Faz-se necessário o teste dos modelos em *engine* de jogo para verificação e validação dos mesmos, a fim de buscar possíveis erros. Esta verificação auxilia no processo de desenvolvimento dos modelos, melhorando sua qualidade de produção (uma vez que são testados exaustivamente, no final do processo são finalizados praticamente com nenhum artefato indesejado).

Para este experimento, os modelos foram testados ao final das fases de modelagem, mapeamento e texturização. Para uma melhor apresentação dos testes neste trabalho, optou-se por dispor todos os modelos juntos e ao mesmo tempo na *Engine*, conforme a Figura 50.

Figura 49 - Verificação de modelos quanto a modelagem na *engine*.



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 50 apresenta os modelos dispostos dentro da *engine* de jogo com material padrão. Observa-se que não há erros nos modelos, como por exemplo, malha invertida, perdida ou torcida. Bem como, observa-se que os modelos estão estáveis na interface, ou seja, não estão com orientação errada.

A Figura 51 apresenta o mesmo arquivo, mas agora com a aplicação de texturas específicas nos modelos. Este teste é feito antes de se passar a próxima etapa de *Rigging* ou *Skinning*. Aqui a prática ágil aplica é a de Testes.

Figura 50 - Verificação de modelos quanto a texturização na *engine*.



Fonte: elaborado pelo autor.

Com os testes contínuos, os modelos são sempre refinados e melhorados de modo incremental, o que está em conformidade com a prática ágil elencada de Desenvolvimento Iterativo e de Testes. Deixar para testar no fim os modelos em ambiente de jogo pode gerar problemas a serem solucionados, além de surgirem resultados inesperados ou mesmo difíceis de se resolver com prazos de desenvolvimento curtos.

6.3 CATALOGAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Esta seção tem por finalidade apresentar os dados catalogados em formato de planilha de dados tabulares. Tais dados foram coletados durante o desenvolvimento dos modelos. Nem todas as etapas foram concluídas em uma única sessão de desenvolvimento, sendo seu registro possível graças a utilização de software de gerenciamento de tempo (*Toggl Desktop*), apresentado anteriormente.

Embora o desenvolvimento ainda tenha sido dividido em sessões, a linearidade do processo nem sempre foi seguida. Por exemplo, em algumas partes dos modelos foram desenvolvidas sua modelagem, e em seguida seu mapeamento. Depois voltou-se a desenvolver sua modelagem e em seguida seu mapeamento, sistematicamente. Desta maneira, não necessariamente se desenvolveu toda uma etapa até o fim, para então seguir a outra etapa. Embora o método de desenvolvimento de Ward (2008) tenha sido adaptado ao modo iterativo, este ainda sofreu adaptação quanto a sua utilização frente a prática do desenvolvimento dos modelos. Aplicou-se a prática ágil de Adaptabilidade neste momento, para deixar o método mais eficaz.

A seguir são apresentados os resultados para os indicadores de produção de tempo, custo, escopo e qualidade expressos em planilha de dados tabulares. Seus dados foram adaptados conforme os autores Sato (2009, p. 56) e Vargas (2003) quanto ao registro de dados.

6.3.1 Planilha de Tempo

O primeiro registro feito durante o desenvolvimento dos modelos do experimento foi o de Tempo, o qual baseia-se em indicador do tipo que avalia quantitativamente os dados (SATO, 2009, p. 8). Procurou-se computar o tempo de desenvolvimento de cada um dos modelos desenvolvidos neste experimento, contudo, na utilização de certas práticas ágeis, o registro individual nem sempre foi possível com extrema precisão. Em alguns momentos trabalhou-se nos modelos de modo simultâneo, onde nestes casos utilizou-se a média do tempo entre os modelos.

A Tabela1 apresenta a planilha de tempo de desenvolvimento dos modelos.

Tabela 1 - Planilha de Tempo de desenvolvimento dos modelos.

Tempo (Mulher Caucasiana)					
Categorização		Modelagem	Mapeamento	Texturização	Totais (Horas)
Modelo	Biótipo	Horas Trabalhadas	Horas Trabalhadas	Horas Trabalhadas	Totais Gerais
Basemesh	Única	20:00:00	5:00:00	0:00:00	25:00:00
Jovem	Normal	3:00:00	1:10:00	3:50:00	8:00:00
	Magra	0:15:00	0:00:00	0:10:00	0:25:00
	Obesa	0:15:00	0:00:00	0:10:00	0:25:00
Sub-Totais		3:30:00	1:10:00	4:10:00	8:50:00
Adulta	Normal	2:00:00	1:05:00	5:20:00	8:25:00
	Magra	0:15:00	0:00:00	0:10:00	0:25:00
	Obesa	0:15:00	0:00:00	0:10:00	0:25:00
Sub-Totais		2:30:00	1:05:00	5:40:00	9:15:00
Idosa	Normal	2:10:00	0:20:00	2:00:00	4:30:00
	Magra	0:15:00	0:00:00	0:10:00	0:25:00
	Obesa	0:15:00	0:00:00	0:10:00	0:25:00
Sub-Totais		2:40:00	0:20:00	2:20:00	5:20:00
Total Geral		28:40:00	7:35:00	12:10:00	48:25:00

Fonte: elaborado pelo autor a partir de Sato (2006) e Vargas (2003).

A tabela de Tempo foi dividida em uma coluna para o modelo desenvolvido, sendo posto ao seu lado uma coluna para o Biótipo e a seguir, colunas para Modelagem, Mapeamento e Texturização. Ao lado ainda, uma coluna para horas totais computadas. A coluna Modelo tem as linhas de registro para *Basemesh* (Modelo Básico), Jovem, Adulta e Idosa, onde a seu lado, na coluna Biótipo, consta ainda os sub-modelos de biótipo Normal, Magra e Obesa. Para o modelo *Basemesh* não foi necessário a divisão de biótipos, pois ele fornece a base para os modelos. Ao fim da tabela, em Sub-Totais, são apresentados os totais investidos em cada coluna de Modelagem, Mapeamento e Texturização para cada modelo. Em Total Geral é apresentado o somatório dos valores de todos os Sub-Totais. Na coluna Totais Gerais é apresentado em seu fim, o total de horas investidas no desenvolvimento de todos os modelos registrados na tabela.

O total de horas em todo o experimento foi computado em 48 horas e 25 minutos. Para o Modelo Básico (*Basemesh*) foram investidas 20 horas de desenvolvimento na modelagem e 5 horas para seu mapeamento, o que representa quase metade do tempo total do experimento (48h 25min – 25h = 23h 25min). Isto é

compreensível, pois este é um modelo crucial ao processo, que serve justamente de base aos demais.

O primeiro modelo desenvolvido após o Modelo Básico (*Basemesh*) foi o modelo de idade adulta, pois sua estrutura anatômica é mais genérica que a jovem (que é ligeiramente mais magra) e idosa (a qual seu corpo não tem as mesmas curvas que os modelos de idade normal e jovem). Logo, a escolha lógica sobre por onde começar o experimento foi associado ao modelo que contivesse a idade com estrutura corpórea mais mediana dentre os modelos do experimento.

Escolhido o modelo para começar o experimento, a próxima escolha foi qual biótipo começar o trabalho. Dentre os elencados neste projeto (Magra, Normal e Obesa), o tipo Normal fornece as estruturas medianas entre os três biótipos, tornando-se a mais lógica por onde começar. Uma vez identificada a necessidade de se começar o trabalho pelo modelo com estrutura corpórea mediana (Adulto), foram decididas as demais idades dos modelos a serem feitos em ordem de prioridade (Jovem, seguido de Idosa).

O modelo caucasiano de idade Adulta e biótipo Normal levou um total de 2 horas para se desenvolver sua modelagem a partir do Modelo básico (*Basemesh*). Sendo que para seu mapeamento levou-se 1h e 5 min, também a partir do mapeamento pré-definido do Modelo Básico. Para sua texturização, levou-se 5h e 20m, sem base para se iniciar os trabalhos. A texturização tipicamente é um momento de desenvolvimento para os modelos de jogos muito importante pois, segundo Novack (2010), uma boa texturização muitas vezes ajuda a salvar um modelo, quando sua modelagem não está totalmente adequada ao projeto.

A variação de biótipos do modelo de idade Adulta foi feita com tempo compartilhado entre todos os modelos de mesmo biótipo. Realizando uma média de tempo entre a produção dos modelos, chegou-se ao valor aproximado de 15 minutos de modelagem para cada. Como os modelos compartilham o mesmo mapeamento, não houve necessidade de trabalhar novamente neste. Para a texturização, computou-se em torno de 10 minutos para a construção da variação de cada modelo, lembrando que a texturização de variação dos biótipos foi computado entre todos os modelos ao mesmo tempo, sendo o tempo aqui uma média entre eles. O tempo total investido neste modelo com todos os biótipos foi de 9h e 15min.

Para a construção da modelagem do modelo Jovem com biótipo Normal, computou-se o tempo de 3 horas, para o mapeamento computou-se o tempo de 1h e 10min. Para sua texturização, computou-se o tempo de 3h e 50min. Para a variação dos biótipos, computou-se o tempo de modelagem compartilhado de 15 minutos. Para o mapeamento, da mesma forma que o modelo anterior, não houve necessidade de se desenvolver este. Para a texturização, computou-se o tempo compartilhado de 10 minutos. O tempo total investido neste modelo com todos os biótipos foi de 8h e 50min.

Para a construção da modelagem do modelo Idosa com biótipo Normal, computou-se o tempo de 2h e 10 min, para o mapeamento computou-se o tempo de 20 minutos. Para sua texturização, computou-se o tempo de 2 horas. Para a variação dos biótipos, computou-se o tempo de modelagem compartilhado de 15 minutos, para o mapeamento, da mesma forma que no modelo anterior, não houve necessidade de se desenvolver este. Para a texturização, computou-se o tempo compartilhado de 10 minutos. O tempo total investido neste modelo contabilizando todos os biótipos foi de 5h e 20min.

Em jogos que os modelos não assumem caráter de personalização, cada modelo é um modelo individual e que eventualmente pode não compartilhar características entre outros modelos. O que significa que se este projeto fosse de natureza não personalizável, o tempo de produção de cada idade teria de receber o acréscimo do tempo de produção de um Modelo Básico exclusivo, logo:

Basemesh Exclusiva (25h) + Modelo Adulto Jovem e Biótipos (8h 50min) = 33h 50min

Basemesh Exclusiva (25h) + Modelo Adulto Adulta e Biótipos (9h 15min) = 34h 15min

Basemesh Exclusiva (25h) + Modelo Adulto Idosa e Biótipos (5h 20min) = 30h 20min

Tempo Total Estimado = 98h 25min

Isto representaria um aumento de tempo do trabalho de aproximadamente 104% no total de horas necessárias à conclusão dos modelos se comparado ao tempo investido no trabalho de modo ágil. Este dado é crível e aceitável pois,

segundo Keith (2010), em artigo publicado no *Gamasutra*⁵³ em 2008, a utilização de métodos e práticas ágeis na gestão e gerenciamento de jogos permite uma redução de até 50% do tempo de trabalho. Neste experimento, embora de cunho mais prático, é possível verificar que tais práticas contribuem para a redução do tempo de produção e maximização de resultados de modelos de arte e design dos jogos, tão efetivamente quanto o defendido por Keith com relação a gestão de projetos

6.3.2 Planilha de Custo

Para a planilha de Custo, a qual baseia-se em indicador do tipo que avalia quantitativamente os dados (SATO, 2009, p. 8), buscou-se utilizar Vargas (2003) como apoio em sua elaboração. Esta planilha é alimentada pelas informações contidas na planilha de Tempo. A planilha de custo toma como base o valor de hora estipulado em R\$ 10,00, sendo que o valor praticado na indústria formal é em torno de R\$ 11,00. O valor de R\$ 10,00 foi utilizado apenas para facilitar o entendimento dos cálculos.

A Tabela 2 apresenta os dados computados de Custo para os modelos e suas etapas, baseados nos valores inseridos da planilha de Tempo.

Tabela 2 - Planilha de Custo de desenvolvimento dos modelos.

Custo (Mulher Caucasiana)							
Categorização		Modelagem		Mapeamento		Texturização	
Modelo		Valor Hora (R\$)		Valor Hora (R\$)		Valor Hora (R\$)	
Modelo	Biotipo	Valor Hora (R\$)	Custo (R\$)	Valor Hora (R\$)	Custo (R\$)	Valor Hora (R\$)	Custo (R\$)
Basemesh	Única	R\$ 10,00	R\$ 200,00	R\$ 10,00	R\$ 50,00	R\$ 10,00	R\$ 0,00
Jovem	Normal	R\$ 10,00	R\$ 30,00	R\$ 10,00	R\$ 11,67	R\$ 10,00	R\$ 38,33
	Magro		R\$ 2,50		R\$ 0,00		R\$ 1,67
	Obeso		R\$ 2,50		R\$ 0,00		R\$ 1,67
Adulto	Normal	R\$ 10,00	R\$ 20,00	R\$ 10,00	R\$ 10,83	R\$ 10,00	R\$ 53,33
	Magro		R\$ 2,50		R\$ 0,00		R\$ 1,67
	Obeso		R\$ 2,50		R\$ 0,00		R\$ 1,67
Idoso	Normal	R\$ 10,00	R\$ 21,67	R\$ 10,00	R\$ 3,33	R\$ 10,00	R\$ 20,00
	Magro		R\$ 0,00		R\$ 0,00		R\$ 1,67
	Obeso		R\$ 2,50		R\$ 0,00		R\$ 1,67
Sub-Totais			284,17		75,83		121,67
Custo total de Produção (R\$)			481,67				

Fonte: elaborado pelo autor a partir de Sato (2006) e Vargas (2003).

⁵³ Gamasutra. **Beyond Scrum: Leand and Kanban for Game Developers**. Disponível em: <http://www.gamasutra.com/view/feature/3847/beyond_scrum_lean_and_kanban_for_.php>. Acessado em 5 de maio de 2015.

O modelo que levou mais tempo de produção, obviamente é aquele que detém o maior custo. Ao todo, foram investidas 48h e 25min de produção destes modelos, o que representou um custo de produção de R\$ 481,67.



Caso o tempo de desenvolvimento seja de 98h e 25min como mencionado anteriormente (para métodos tradicionais de produção), o custo aumentaria para R\$ 984,17 aproximadamente, significando um aumento de R\$ 502,50 no custo total (ou ainda, significa um aumento em torno de 104% ao custo total se comparado com as horas investidas com práticas ágeis).

O uso de métricas para mensurar os resultados oferece condições de melhor prever resultados futuros. Ajuda no planejamento de orçamentos, uma vez que a produção de jogos, segundo Keith (2010), organiza elementos de produção iniciais, mas durante o processo de desenvolvimento novos elementos são adicionados. Utilizar um sistema que permita avaliar com certa precisão não somente o tempo, mas o custo, é importante para determinar corretamente os orçamentos projetuais.

6.3.3 Planilha de Escopo

A planilha de Escopo é feita a partir do indicador de Escopo sendo que, conforme Sato (2009, p. 8), este indicador é do tipo acompanhamento e permite ao desenvolvedor melhorar o processo de desenvolvimento de modelos. A Tabela 3 apresenta a planilha de Escopo para o modelo de idade Jovem.

Tabela 3 - Planilha de Escopo de desenvolvimento dos modelos.

Escopo Inicial	Escopo (Mulher-Caucasiana-Jovem)			Comentários	
	Itens a Executar	Escopo Final			
		Itens Executados (1=executado, 0=não)	Normal		Magra
Pele clara.	1	0		0 Referência adicionada.	
Cabelos médios a compridos.	1	0		0 Referência adicionada.	
Roupas coloridas e folgadas, variam conforme a estação do ano.	1	0		0 Referência adicionada.	
Calçados geralmente tênis, sandálias, sapatos ou calçados folgados.	1	0		0 Referência adicionada.	
Adereços travessas ou bolsas.	0	0		0 Não incluso, pois é um adereço que pode ser feito sob demanda em outra ocasião.	
Modelagem – 1500 tris.	1	0		0 Requisito técnico cumprido.	
Texturização – 1 (512x512 px) + 1 (128x128 px) com Alpha.	1	0		0 Requisito técnico cumprido.	
Totais		85,7%	0,0%	0,0%	
					
<small>escolhido Look para desenvolvimento do modelo a partir do Moodboard</small>		<small>O resultado final se assemelha com referências do Moodboard, o que atinge com o objetivo.</small>			

Fonte: elaborado pelo autor a partir de Sato (2006) e Vargas (2003).

Esta planilha avalia o andamento do trabalho, por meio de uma lista de itens (Lista de Requisitos) que devem ser desenvolvidos nos modelos, incluindo itens de ordem estética e técnicos. Para tanto, criou-se uma coluna com os itens de ordem estética e técnica, sendo ao seu lado dispostas colunas para os biótipos que precisam ser desenvolvidos (os biótipos compartilham os itens desta lista).

Para cada coluna de biótipos é possível atribuir o valor 0 (zero) ou 1, sendo 0 não desenvolvido o item listado e 1 para o item desenvolvido. O somatório de valores nas colunas de biótipos gera um percentual de produção, onde o ideal é atingir 100%, o que significa que o modelo foi desenvolvido tal como seu planejamento prévio definiu.

Foi disposta uma coluna para Comentários, para justificar o desenvolvimento de cada elemento. Abaixo da lista, dois campos de imagens são apresentados, sendo um para inserir a imagem de *Moodboard* dos modelos ou *Model Sheet*, e, ao lado, uma imagem de apresentação do modelo tridimensional finalizado para fins de comparação e acompanhamento de resultados.

6.3.4 Planilha de Qualidade

A planilha de Qualidade é feita a partir do indicador de Qualidade de produção sendo que, conforme Sato (2009, p. 8), este é definido como um indicador de acompanhamento que permite melhorar o processo de desenvolvimento dos modelos. A Tabela 4 apresenta a planilha de Qualidade para os modelos.

Tabela 4 - Planilha de Qualidade de desenvolvimento dos modelos.

Categorização		Modelagem		Mapeamento		Texturização		Totais	Comentários
Modelo	Biotipo	Alterações	Ajustes	Alterações	Ajustes	Alterações	Ajustes	Totais Gerais	Comentários
Jovem	Normal	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	Troca de malha da mão por outra melhor mapeada;
	Magra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Modelo segue geometria 3D conforme modelo normal, tendo apenas sua adequação ao biotipo;
	Obesa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Modelo segue geometria 3D conforme modelo normal, tendo apenas sua adequação ao biotipo;
Sub-Totais		0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	Modelo segue geometria 3D conforme modelo normal, tendo apenas sua adequação ao biotipo;
Adulta	Normal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Modelo feito conforme referências.
	Magra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Modelo segue geometria 3D conforme modelo normal, tendo apenas sua adequação ao biotipo;
	Obesa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Modelo segue geometria 3D conforme modelo normal, tendo apenas sua adequação ao biotipo;
Sub-Totais		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Modelo segue geometria 3D conforme modelo normal, tendo apenas sua adequação ao biotipo;
Idosa	Normal	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	Ajuste de UV para se adequar a textura; Troca de malha da mão por outra melhor mapeada;
	Magra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Modelo segue geometria 3D conforme modelo normal, tendo apenas sua adequação ao biotipo;
	Obesa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Modelo segue geometria 3D conforme modelo normal, tendo apenas sua adequação ao biotipo;
Sub-Totais		1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	Modelo segue geometria 3D conforme modelo normal, tendo apenas sua adequação ao biotipo;

Fonte: elaborado pelo autor a partir de Sato (2006) e Vargas (2003).

Para a elaboração desta planilha foi disposta uma coluna para os modelos e suas faixas etárias. Ao lado, uma coluna para seus biótipos individuais e as etapas de produção de modelagem, mapeamento e texturizações. Para cada uma das etapas, foi disposta uma coluna de Alterações e Ajustes. Ao lado, uma coluna para os Totais somados em coluna e linha. Para cada faixa etária de modelo, foi disposta uma linha de Sub-Totais que soma os dados em linha. Ao lado de todas as colunas, foi criada uma coluna para inserir comentários de produção.

O funcionamento desta tabela é bastante simples: se durante o desenvolvimento do modelo foi necessária a alteração de algum elemento, este foi anotado nas colunas respectivas conforme a etapa a que se refere esta alteração. Caso houvesse necessidade de mais de uma alteração, então elas se somariam. O mesmo ocorreu para os ajustes. Pode-se pensar na Qualidade como um parâmetro associado a estética visual do modelo, mas para isto, seria preciso desenvolver campos específicos que possam medir a qualidade por este viés mais subjetivo. Para esta pesquisa, como dito anteriormente, a qualidade está associada a quantidade alterações ou ajustes do modelo.

Esta planilha de Qualidade serve como acompanhamento das atividades e ajuda o desenvolvedor a identificar onde ele está atrasando o trabalho. Uma vez que se realiza alguma alteração ou ajuste, está-se quebrando a cadeia produtiva, o que não é bom para o projeto, pois eventualmente trabalhando em equipe, mais de um profissional utiliza os modelos produzidos. Para esta pesquisa, a planilha foi alimentada por um único desenvolvedor, que a análise de qualidade (quantidade de alterações ou ajustes), são necessários confrontando o modelo feito com a documentação de projeto (*Moodboard* e Lista de Requisitos de produção). Caso o trabalho fosse desenvolvido em duplas ou em uma equipe, certamente os pareceres de alterações e ajustes percebidos podem se apresentar diferenciados. Justamente a visão de alguém de fora do trabalho é importante, pois eventualmente o desenvolvedor pode não perceber correções necessárias nos modelos em função de já estar acostumado com o visual atingido dos mesmos. Infere-se ainda que, trabalhando em equipe, a organização e mesmos os campos desta tabela podem ser diferenciados, de modo a suprir as necessidades específicas de produção, identificadas apenas quando se trabalha em equipe.

Para os modelos desenvolvidos, o modelo Jovem foi ajustado seu mapeamento, onde sua geometria foi mantida a partir da *Basemesh* e seu Leiaute UV, mas este foi ajustado para melhor se adaptar a sua personalização. O modelo Idosa precisou de uma alteração em sua modelagem e um ajuste em seu mapeamento, sendo que foi mantido seu aspecto de modelagem. Seu Leiaute UV, que foi derivado do modelo *Basemesh*, foi ajustado para melhor se adaptar a sua personalização.

6.4 CONCLUSÕES SOBRE OS RESULTADOS

Os resultados obtidos nesta pesquisa são significativos para a produção de modelos tridimensionais para jogos digitais, pois oferecem uma perspectiva diferenciada no desenvolvimento destes. Embora o experimento desta pesquisa tenha utilizado uma porção pequena de modelos do projeto em andamento *Health Simulator*, os resultados obtidos possibilitam uma projeção muito próxima do restante de trabalho envolvendo os demais modelos.

Conforme Keith (2010), em técnicas tradicionais faz-se uma estimativa do volume de produção, e estas devem ser cumpridas conforme um cronograma estruturado. Nos métodos ágeis, essas estimativas nem sempre são seguidas, pois quando se pensa o projeto e todas suas necessidades, tem-se um cronograma inicial que, durante o desenvolvimento do projeto de jogo, outros itens surgem e são agregados no desenvolvimento.

As práticas ágeis em projetos com estimativa de grande volume de produção de elementos de jogo são muito úteis quando bem interpretadas e aplicadas. Assim como na produção do jogo *Brink* pela *Splash Damage*, em sua apresentação na (GDC)⁵⁴ de 2011, o que fazer quando se tem um volume grande de produção de modelos e uma equipe pequena, com tempo curto e mesmo um baixo orçamento? Segundo eles, elencar alternativas de produção que possam atender a demanda é um bom começo, testes de produção e desenvolvimento, produção de modelos sob demanda e desenvolvimento incremental. Todos os aspectos citados por eles nesta apresentação estão presentes na filosofia e princípios ágeis. Elencar práticas ágeis

⁵⁴ Splash Damage. ***Punching Above Your Weight: Small Arte Teams, Big Games***. Disponível em: <http://www.splashdamage.com/downloads/pubs/Punching_Above_Your_Weight.ppsx>. Acessado em 10 de abril de 2015 as 20 horas.

facilita o processo de produção dos modelos antes mesmo de se iniciar seu desenvolvimento. De antemão já se tem traçado um plano de desenvolvimento (que dada a natureza do projeto iterativo, podem haver mudanças), sendo que durante o processo este plano pode se adaptar as necessidades de cada situação.

É importante estabelecer o Caso Controle, Documentação e oferecer *Feedback* para que, nos registros, se possa incrementar os processos e melhorar estes. Utilizar Métricas é essencial para melhor gerenciar a produção, prever cronogramas e validar cientificamente as tomadas de decisões por parte da gerência de estúdios (SATO, 2009). Por fim, Testes sempre devem ser feitos e a Repetição de Atividades (KEITH, 2010) não deve ser vista como um processo que simplesmente repete procedimentos e sim como um momento de se fazer melhor, analisando como as etapas são desenvolvidas e de que forma podem ser aperfeiçoadas, chegando a Perfeição (WOMACK, 2004).

6.5 RESUMO DO CAPÍTULO

Este capítulo tratou da apresentação dos resultados obtidos pelo experimento prático proposto, bem como apresentou seus resultados visuais da produção de modelos tridimensionais e seus dados estatísticos. Foi também apresentado o universo de amostra de produção dos modelos do experimento.

O objetivo geral é atingido neste capítulo, tratando-se de definir uma:

- Proposição de um conjunto de melhores práticas ágeis aplicáveis aos jogos digitais, tendo como referencial a filosofia *Lean*, com foco no desenvolvimento de modelos tridimensionais.

Com relação aos objetivos específicos, o último restante a atingir é definido por:

- Mensurar os resultados de trabalho do experimento a partir das práticas ágeis elencadas, com base nos indicadores definidos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Nesta sessão são apresentadas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho aponta resultados positivos com relação ao uso de filosofia e princípios ágeis no desenvolvimento de modelos tridimensionais voltados aos jogos digitais. As técnicas tradicionais são eficientes no desenvolvimento de modelos para jogos, mas o processo se complica quando não se tem o devido prazo, recurso humano ou mesmo, financeiro para manter a produção adequadamente.

Considerando que o cenário que se monta no Brasil sobre o desenvolvimento de jogos, especificamente a produção de modelos tridimensionais, não se permite vislumbrar que tão cedo se atuará com recursos financeiros adequados. Não se espera ainda, que tão cedo a demanda de trabalho respeite o tempo de qualificação dos profissionais, exigindo que muitas vezes eles atuem em projetos com gestão descompassada. Neste cenário, uma vez que a produção de jogos, de maneira mundial, tem crescido muito nos últimos anos conforme dados elencados na fundamentação teórica desta pesquisa, há que se considerar novos meios de produção que possam melhor atender o setor.

Apontam-se aqui que as práticas ágeis podem ajudar e variar de acordo com o tipo de projeto, sendo algumas gerais e recorrentes, podendo estarem presentes em todos os projetos. Tais práticas foram elencadas no capítulo 4.2 Práticas Ágeis, mas são confirmadas apenas quando postas em prática. Ao longo do desenvolvimento do experimento, algumas práticas ágeis foram usadas mais vezes que outras, e algumas não foram utilizadas.

Pode-se dizer que, como práticas ágeis essenciais para uma produção individual de modelos tridimensionais para jogos digitais que têm como foco a personalização, apontam-se as seguintes práticas como essenciais:

Adaptabilidade – a adaptação nas adversidades é essencial ao projeto, e saber manipular os métodos em prol do bom andamento deste é tão importante quanto seguir um método de desenvolvimento.

Bibliotecas – trabalhar com o sistema de bibliotecas próprias permite agilizar o processo, uma vez que se inicia o trabalho com alguma base sólida, reaproveitando arquivos.

Caso Controle – entender o contexto em que se vai atuar é importante para melhor compreender como manipular o método em função do projeto e compreender todas as necessidades de produção deste.

Desenvolvimento Iterativo – desenvolver as etapas de modo incremental é uma das chaves para manter o desenvolvimento do modelo, devendo esta prática atuar em conjunto com a de Testes.

Documentação – documentar ajuda a equipe a compreender o que deve ser feito, ou entender como foi feito. Em projetos individuais, a documentação ajuda a manter o processo fácil de compreender, mesmo com várias atividades em paralelo em andamento.

Feedback – o ideal é trabalhar com uma dupla de desenvolvedores para constantemente ter retorno sobre o que se está fazendo. Em atividades individuais, usa-se um conjunto de recursos (documentos, métricas, testes, etc.) que interpretados adequadamente, podem oferecer um bom retorno sobre o que foi feito.

Métricas – as métricas são uma maneira de melhor precisar o quão efetivo o trabalho desenvolvido é feito. Elas ajudam a entender onde se pode melhorar o trabalho, pois oferecem uma possibilidade de análise de dados científica.

Repetição – não se deve considerar a repetição aqui apenas como o ato de fazer mais de uma vez algo de modo mecânico. Deve se compreender aqui que a repetição é um momento para se analisar como foram desenvolvidas etapas e procurar melhorar o desenvolvimento destas.

Testes – os testes devem estar presentes desde as etapas iniciais de desenvolvimento dos modelos, pois quanto antes se detectar possíveis problemas com estes, mais fácil se torna sua implementação final nas *Engines* de jogos.

As práticas ágeis apresentadas aqui consistem em práticas que podem facilmente ser interpretadas e aplicadas a produção de modelos para ambiente de jogo. O desenvolvedor deve analisar o contexto e buscar aquelas práticas que melhor possam atender sua demanda projetual.

Para a amostra do universo pesquisado, dentro do projeto *Health Simulator*, os modelos desenvolvidos com foco na personalização foram ao todo 9, contendo 3 etnias divididas em 3 idades e 3 variações de biótipo em cada. A *Basemesh* computa seu tempo apenas uma única vez, sendo adicionado seu tempo ao cálculo apenas no fim. O tempo total destes modelos foi de 48h e 25min, incluindo sua *Basemesh* que foi de 25 horas. Este valor representa um custo estimado de R\$ 481,67 considerando o valor da hora de trabalho de R\$ 10,00.

Comparativamente, caso estes modelos não fossem desenvolvidos com foco em sua personalização em ambiente de jogo, e sim desenvolvidos como modelos únicos, estima-se que o tempo de desenvolvimento levaria em torno de 98h e 25min. O custo de produção nas condições citadas antes seria de R\$ 984,17. Assim como ocorre com o tempo, o custo praticamente dobra quando não se atua com filosofia e práticas ágeis.

Porém, não é apenas uma diferença de custo de R\$ 502,50 a mais no orçamento de um projeto de natureza como o *Health Simulator*, e sim o que este número pode representar. Infere-se que, a mudança da abordagem de desenvolvimento de modelos dentro de estúdios, e sua consequente mudança na cultura de produção, é um fator que está incluído neste número. Para se obter uma diferença monetária tão elevada, de fato a metodologia de desenvolvimento e sua cultura precisam ser trabalhadas e balanceadas. A equipe precisa aceitar o fato de que eventualmente mudar a maneira como as coisas são feitas pode ser uma alternativa produtiva.

O método adotado no desenvolvimento deste experimento apresenta algumas restrições que devem ser evidenciadas. Por exemplo, o experimento prático aqui apresentado foi feito a partir da ótica de um único desenvolvedor, utilizando práticas ágeis (uso de Métricas, Caso Controle, etc.) e ferramentas de registro e controle para deixar impessoal a tomada de decisões projetuais. Invariavelmente a inclusão de mais uma pessoa no experimento na questão do desenvolvimento de modelos pode criar um ambiente de discussão amplo e os pareceres de resultados, expressos nas planilhas de indicadores métricos podem variar, fornecendo novos dados para análise. Este estudo limita-se no sentido de que é preciso realizar mais experimentos, com técnicas variadas de desenvolvimento de modelos a fim de se criar um horizonte maior para a adoção de métodos ágeis em arte em jogos.

Por fim, no que foi estudado para esta pesquisa, acredita-se que o design deve ocupar-se de apresentar a metodologia de trabalho, atuando como um organizador de métodos e técnicas, ficando as práticas ágeis subordinadas a este. Portanto, enquanto o design fornece a base metodológica, as práticas ágeis funcionam como filosofia e princípios para o trabalho oriundos do *Lean Thinking*.

7.2 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Como sugestões para pesquisas e trabalhos futuros, apontam-se os seguintes tópicos:

- Desenvolvimento em Pares – esta parece ser uma das práticas ágeis que pode colaborar para o bom desenvolvimento de atividades de arte e programação em estúdios, bem como, pode favorecer ao ensino em sala de aula. Pode-se pensar em realizar um estudo sobre como seria o desenvolvimento de arte em pares para artefatos de jogo, bem como, a aplicação de duplas para desenvolvimento de exercício práticos em aula, com orientação e métodos bem definidos.
- Desenvolvimento Universal de Modelos - neste trabalho focou-se no desenvolvimento de modelos personalizáveis, com separação em gêneros, etnias e biótipos, um ambiente totalmente controlado. Seria interessante analisar a possibilidade de se trabalhar com práticas ágeis para projetos em ambiente não controlado, na questão da separação de modelos por características.
- Métricas – o uso de métricas utilizado nesta pesquisa, não foi aprofundado. Sato (2007) trata justamente deste assunto. Seria muito interessante aprofundar o assunto na área de jogos, com métricas específicas para a mesma, bem como delinear o foco em métricas aplicáveis e arte e design dos jogos.
- Práticas Ágeis em Animação - vislumbra-se a possibilidade de implementar os conceitos de filosofia e princípios ágeis em outras etapas de produção de modelos. Uma destas etapas que pode se beneficiar é a de Animação, abarcando *Rigging* e *Skinning*. Como ferramentas que podem ser utilizadas para a animação tornar-se mais

ágil pode-se citar o uso de *Microsoft Kinect*, como equipamento de baixo custo para se iniciar estudos sobre MOCAP (*Motion Capture*, ou Captura de Movimento).

- Scan 3D - existem projetos que exigem uma alta fidelidade de modelos reais transpostos para o ambiente digital, e o uso de Scan 3D pode fazer muita diferença. Com a digitalização tridimensional, em pouco tempo tem-se o modelo digital, fidedigno ao modelo real, evidentemente com métodos e técnicas apropriadas para isto.

REFERÊNCIAS

- 3D.Sk. Human and Animal Photo References. Disponível em: <<http://3d.sk/>>. Acessado em 02 de junho de 2015 as 10 horas.
- 3d Studio Max. 3d Studio Max. Disponível em: <<http://3d-studio-max.wonderhowto.com/how-to/use-basic-box-modeling-3d-studio-max-379201/>>. Acesso em: 8 de outubro de 2014 as 17 horas.
- ABRAGAMES. *A indústria brasileira de jogos eletrônicos*. . São Paulo: [s.n.], , 2008
- AHEARN, Luke. *3D Games Environments: Create Professional 3D Game Worlds*. Oxford: Elsevier Inc., 2008.
- ALVES, Lynn. *Game Over: Jogos Eletrônicos e Violência*. São Paulo: Futura, 2005.
- ARAUJO, Roberto Costa; GALINA, Cristiano T. *Análise de Escopo e Planejamento no Desenvolvimento de Software , sob a Perspectiva Ágil*. 2005.
- AZEVEDO, Eduardo. *Desenvolvimento de Jogos 3D e Aplicações em Realidade Virtual*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- BATES, Bob. *Game Design*. 2. ed. Boston: Course Technology, 2004.
- BAXTER, Mike. *Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos*. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BECK, Kent. *Programação eXtrema (xp) explicada: acolha as mudanças*. Boockman ed.Porto Alegre: [s.n.], 2004.
- BEZ, Marta Rosecler *et al. Training Clinical Decision-Making through Simulation. Workshop on Decision Systems*. Tolouse: [s.n.], , 2011
- BONSIEPE, Gui. *Design, Cultura e Sociedade*. São Paulo: Blucher, 2011.
- BROWN, Tim. *Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2010.
- BURDEK, Bernhard E. *Design: História, teoria e prática do design de produtos*. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.
- CARAPETO, João Luiz Xavier. *Design Estratégico e Scrum - Suas Relações para Processos de Projeto de Websites de Comunicação*. 2012. Unisinos, 2012.
- CATMULL, Edwin Earl. *A Subdivision Algorithm for Computer Display of Curved Surfaces*. 1974. 68 f. University of Utah, 1974. Disponível em: <http://www.pixartouchbook.com/storage/catmull_thesis.pdf>.
- COHN, Mike. *Desenvolvimento de Software com Scrum: Aplicando Métodos Ágeis com Sucesso*. Porto Alegre: Bookman, 2011.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Mini Dicionário Aurélio: O Dicionário da Língua Portuguesa*. 8 ed. ed. Curitiba: Positivo, 2010.

FLEMING, Bill. *3D Texture Workshop: Painting Hollywood Creature Textures*. Escondido: Komodo, 2002.

FLEURY, Afonso Carlos Corrêa.; NAKANO, Davi Noboru. Mapeamento da Indústria Brasileira e Global de Jogos Digitais. *Santa Catarina: USC*, 2014.

FORD, Henry. *Os Princípios da Prosperidade de Henry Ford*. 3. ed. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1967.

FOX, Barrett. *Animação em 3Ds Max 6: Criação de Filmes CG do Conceito a Conclusão*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2004.

GIL, Antônio Carlos. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas, 1999.

GOULARTE, Daniel. *Jogos Eletrônicos: 50 Anos de Interação e Diversão*. Teresópolis: Novas Ideias, 2010.

HUIZINGA, Johan. *Homo Ludens: O Jogo como Elemento da Cultura*. São Paulo: Perspectiva, 2007.

KEITH, Clinton. *Agile Game Development With Scrum*. New Jersey: Pearson Educational, 2010.

KELLER, Eric. *Introducing ZBrush*. Indianapolis: Wiley Publishing Inc, 2008.

KELMAN, Nick. *Video Game Art*. New Your: Assouline Publishing, 2005.

KNIBERG, Henrik. *Scrum e XP direto das Trincheiras: como fazemos Scrum*. EUA: C4media Inc, 2007.

LACERDA, Guilherme Silva De; WILDT, Daniel De Freitas; RIBEIRO, Vinicius Gadis. Uma Introdução às Metodologias Ágeis de Software. 2004.

LACERDA, Guilherme S. *et al.* Adoção do CMMI e das metodologias ágeis em empresas brasileiras. *Revista Avances en Sistemas de Informática*, v. 8, n. 3, 2011.

LIKER, Jeffrey K. *O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIMA, Alessandro. *Design de Personagens para Games Next-Gen V1*. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011a.

LIMA, Alessandro. *Design de Personagens para Games Next-Gen V2*. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011b.

LIMA, Alessandro *et al.* Projeto para desenvolvimento do Simulador Health Simulator. n. *Computer on the Beach*, 2015.

LIMA, Alessandro; MEURER, Heli. *Projeto de Personagens Tridimensionais e Virtuais: Validação e Adaptação de Metodologias*. 1. ed. Porto Alegre: Uniritter, 2011.

LUCENA, Alberto Júnior. *Arte da animação: técnica através da história*. São Paulo: Senac, 2002.

LUCHESE, FABIANO. RIBEIRO, Bruno. *Conceituação de Jogos Digitais*. 2009.

LUTTERS, Eric *et al.* Tools and techniques for product design. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, v. 63, p. 607–630, jun. 2014. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007850614001929>>. Acesso em: 1 ago. 2014.

MARCELO, Antonio; PESCUITE, Julio. *Design de Jogos: Fundamentos*. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

MATTIOLI, Fernando E R; JR, Edgard a Lamounier; CARDOSO, Alexandre. Uma Proposta para o Desenvolvimento Ágil de Ambientes Virtuais. *UNISANTA WRVA - Workshop de Realidade Virtual e Aumentada*, 2009.

MUNARI, Bruno. *Das Coisas Nascem Coisas*. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

MURDOCK, Kelly L.; ALLEN, Erci M. *Edgeloop Character Modeling for 3D Professionals Only*. Hoboken: Wiley Publishing Inc, 2006.

NOVAK, Jeannie. *Desenvolvimento de Games*. 2 ed. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

ORTH, AFONSO INÁCIO. PRIKLADNICKI, Rafael. *Planejamento e Gerência de Projetos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

PERUCIA, Alexandre Souza *et al.* *Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos: Teoria e Prática*. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2007.

POPPENDIECK, Mary; POPPENDIECK, Tom. *Lean Software Development: An Agile Toolkit*. Upper Saddle River: Pearson, 2003.

PRESSMAN, Roger S. *Engenharia de Software*. São Paulo: Pearson Education, 1995.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar De. *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. [S.l.: s.n.], 2013.

REDIG, Joaquim. *O Sentido do Design*. Porto Alegre: Uniritter, 2005.

SANTOS, Alexandre Manoel Dos; SCHEER, Sérgio. *Relação Perimetral: Desenvolvimento e Implementação de uma Métrica de Qualidade de Malhas - 2D Triangulares*. União da Vitória: Face, 2005.

SATO, Danilo. Métricas de Acompanhamento para Metodologias Ágeis. *Engenharia de Software*, v. 1, n. 12, p. 6–15, 2009.

SATO, Danilo Toshiaki. Uso eficaz de métricas em métodos ágeis de desenvolvimento software Danilo Toshiaki Sato. 2007.

SCHUYTEMA, Paul. *Design de Games: uma abordagem prática*. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

SCOTT, Ezequiel *et al.* Are learning styles useful indicators to discover how students use Scrum for the first time? *Computers in Human Behavior*, v. 36, p. 56–64, jul. 2014. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0747563214001496>>. Acesso em: 9 set. 2014.

SILVA, João Carlos Da; AGUIAR, Fabio Calciolari. *Modelagem de Personagens para Jogos com 3ds max8*. São Paulo: Érica, 2005.

SILVERMAN, David. *Interpretação de Dados Qualitativos: métodos para análise de entrevistas, textos e interações*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SOARES, Michel dos Santos. Comparação entre Metodologias Ágeis e Tradicionais para o Desenvolvimento de Software. v. 3, n. 2, 2004. Disponível em: <<http://www.dcc.ufla.br/infocomp/artigos/v3.2/art02.pdf>>.

SOMMERVILLE, Ian. *Engenharia de Software*. 8. ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2007.

SPENCER, Scott. *ZBrush Character Creation: Adadvanced Digital Sculpting*. Indianapolis: Wiley Publishing Inc, 2008.

STEED, Paul. *Modeling a Character in 3Ds Max*. Los Rios Boulevard Plano: Wordware Publisjing, Inc., 2005.

TAVARES, Ana Beatriz; LACERDA, Daniela. *3ds max: guia autorizado Discreet*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

TAYLOR, Frederick W. *Princípios de Adminstração Científica*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

TELES, Vinícius Magalhães. *Extreme Programming: Aprenda como encantar seus usuários desenvolvendo software com agilidade e alta qualidade*. São Paulo: Novatec, 2006.

VALERIANO, Dalton L. *Gerência em Projetos: Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia*. São Paulo: Makrom Books, 1998.

VARGAS, Ricardo. *Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo Diferencias Competitivos*. 5. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2003.

WARD, Antony. *Game Character Development*. Boston: Cengage, 2008.

WOMACK, James P. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o Desperdício e Crie Riqueza*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

Apêndices

Apêndice A – Elaboração de métricas segundo adaptação de Sato (2009) e Cohn (2011)

Lista de Verificação	
Característica	Descrição
Nome	Custo - Retorno de Investimento (ROI)
Classificação	Organizacional/Resultados Quantitativa e Objetiva
Objetivo	Verificar o custo de mão de obra nas iterações e na construção do modelo final.
Pergunta	Qual é o custo de produção do modelo ou similar? Em que momento passa-se a adquirir retorno de investimento?
Base de Medição	A medição será feita pelo cálculo de valor-hora de desenvolvimento (o valor-hora aqui definido é estimado, apenas para exemplificação nesta pesquisa);
Suposições	A entrega de valor será conhecida ao final de cada iteração de desenvolvimento do modelo tridimensional, mas o retorno de valor será conhecido apenas no final do processo;
Tendência Esperada	A entrega de valor será feita em igual volume durante as iterações, o que permitirá uma melhor previsão do que esperar do retorno de valor;
Quando Utilizar	Utilizar para verificar em que iterações deve-se realizar interferência e modificar seu método para melhorar a performance de desenvolvimento dentro do projeto de jogo;
Quando parar de Utilizar	Quando não houver mais falhas nas iterações em que necessitem da mensuração de ROI;
Formas de Manipulação	Realizar blocagens de partes maiores dos modelos para entregar o maior volume de produção em todas as iterações (seguir preceito de Scoot Spencer: “de grandes áreas para pequenos detalhes”), a fim de entregar mais dentro de menor tempo;
Cuidados e Observações	Após a mensuração de cada iteração, ao final deve ser feita análise dos modelos entregues e confrontar com o ROI total;

Lista de Verificação	
Característica	Descrição
Nome	Escopo – Entrega de Conteúdo
Classificação	Acompanhamento/Indutora Qualitativa e Subjetiva
Objetivo	Minimizar as entregas incoerentes com o escopo de projeto;
Pergunta	Qual a taxa de inconformidades projetuais nos modelos a partir do não entendimento total do escopo definido para os modelos tridimensionais?
Base de Medição	Os requisitos são quebrados em histórias (no contexto desta pesquisa, atribui-se o nome de documentos que listam requisitos observados ou desejados). Com os requisitos em mãos, inicia-se o processo de desenvolvimento da iteração, que ao fim gera um feedback que deve estar em harmonia com estes requisitos. O cumprimento do escopo deve ser concluído em cada iteração;
Suposições	O desenvolvedor deve conhecer o desenvolvimento iterativo e incremental, e aceitar que no confronto de <i>feedback</i> com documentação pode resultar em ajustes do que foi desenvolvido nas diferentes iterações, para adequação de sua produção com o escopo;
Tendência Esperada	Em longo prazo, estima-se que esta métrica inibirá a ocorrência de alterações e ajustes inesperados ao final de entregas de modelos finalizados com relação ao escopo de cada modelo;
Quando Utilizar	Para avaliar modelos durante a execução de projetos com vocação ágil;
Quando parar de Utilizar	Ao término do projeto ou quando o retorno de valor do projeto não justificar sua medição;
Formas de Manipulação	Através do volume de alterações ou ajustes registrados em cada interação em confronto com <i>feedback</i> , bem como o nível de dificuldade de solução de cada;
Cuidados e Observações	A medição do escopo deve ser realizada para inibir que o desenvolvedor se foque em atividades não pertinentes, ou ainda que possa visualizar o desenvolvimento do personagem como um projeto mais abrangente e que lhe permita identificar o que, do modelo, deve ser feito primeiro, dada sua importância no jogo e para o restante da equipe;

Lista de Verificação	
Característica	Descrição
Nome	Qualidade – Iterações Testadas e Entregues
Classificação	Organizacional/Resultados Quantitativa e Subjetiva, pois apesar de poder ser entregue grande volume de produção, não necessariamente representa estar bem desenvolvido;
Objetivo	Maximizar a quantidade de valor de projeto entregue em cada iteração;
Pergunta	Qual é a taxa de alterações ou ajustes técnicos e estéticos de modelos tridimensionais em cada iteração?
Base de Medição	Os requisitos são quebrados em histórias. Com os requisitos em mãos, inicia-se o processo de desenvolvimento da iteração, que ao fim gera um <i>feedback</i> que deve estar em harmonia com estes requisitos;
Suposições	O desenvolvedor deve conhecer o desenvolvimento iterativo e incremental, e aceitar que no confronto de <i>feedback</i> com documentação pode resultar em ajustes do que foi desenvolvido nas diferentes iterações;
Tendência Esperada	Em longo prazo, estima-se que esta métrica inibirá a ocorrência de alterações e ajustes inesperados ao final de entregas de modelos finalizados. Espera-se ainda haver grande relutância no cumprimento de todo o ciclo de desenvolvimento das iterações por parte dos desenvolvedores, mas estima-se que vencida esta relutância, o cumprimento do ciclo completo seja efetuado normalmente;
Quando Utilizar	Para avaliar a execução de projetos com vocação ágil;
Quando parar de Utilizar	Ao término do projeto ou quando o retorno de valor do projeto não justificar sua medição;
Formas de Manipulação	Através do volume de alterações e ajustes registrados em cada interação, bem como o nível de dificuldade de solução de cada;
Cuidados e Observações	Medir as alterações e ajustes em cada iteração pode não refletir na qualidade de produto final, mas permite a verificação de situações em que se resolvidas, permitirão ao desenvolvedor trabalhar com maior eficiência; A medição de qualidade estética deve ser confrontada com a documentação e arte conceito definidas previamente para o projeto;

Lista de Verificação	
Característica	Descrição
Nome	Tempo - Tempo de Ciclo
Classificação	Organizacional/Resultados Quantitativa e Objetiva
Objetivo	Mensurar o tempo médio de desenvolvimento de iterações sob o ponto de vista de usuário desenvolvedor;
Pergunta	Quanto tempo é gasto no desenvolvimento do modelo tridimensional? Importante não é descobrir o quão rápido entrega-se valor ao final do processo, mas identificar em que iterações atua-se com melhor ou pior uso do tempo de produção.
Base de Medição	Considerando o início do processo com o desenvolvedor e cliente interno, cada iteração do desenvolvimento de modelos tridimensionais deve ser mapeada: tempo gasto nas atividades relacionadas a isto e as desperdiçadas também;
Suposições	O usuário desenvolvedor conhece as etapas de desenvolvimento de modelos tridimensionais com utilização de metodologias e recursos tradicionais;
Tendência Esperada	O tempo médio de desenvolvimento em etapas, com a repetição das atividades deve permitir a redução do tempo de cada iteração. Todavia, o usuário desenvolvedor pode interferir no processo conforme sua percepção para permitir extrair dela, meios de reduzir ainda mais o tempo por meio de experimentações;
Quando Utilizar	Para avaliar o comprometimento das pessoas com o projeto em que o desenvolvimento tridimensional faz parte;
Quando parar de Utilizar	Quando o desenvolvimento de iterações não necessitar mais de entrega de valor;
Formas de Manipulação	Esta é uma métrica ampla e o usuário desenvolvedor deve estar atento a manter sua colaboração para criar um produto de qualidade compatível com o projeto; Os dados de tempo serão adquiridos por meio de contador de horas, minutos e segundos;
Cuidados e Observações	Com a repetição de atividades, o tempo de produção pode cair até o ponto em que se estabiliza. Neste momento não deve-se julgar finalizada e mensuração da métrica, pois é neste momento que o usuário desenvolvedor deve interferir na iteração e buscar novos meios de melhorar o tempo para assim estar em contínua evolução.