



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Roberto Cavalleiro de Macedo Alves

**O Modelo de Colaboração BIM3C e a Gamificação do Processo de Ensino-
Aprendizagem de Projeto Colaborativo em BIM**

Florianópolis/SC

2022

Roberto Cavalleiro de Macedo Alves

**O Modelo de Colaboração BIM3C e a Gamificação do Processo de Ensino-
Aprendizagem de Projeto Colaborativo em BIM**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismos da Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do título de Doutor em
Arquitetura e Urbanismo
Orientadora: Prof(a) Alice Theresinha Cybis Pereira,
PhD.

Florianópolis/SC

2022

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

Alves, Roberto Cavalleiro de Macedo

O modelo de colaboração BIM3C e a gamificação do processo
de ensino-aprendizagem de projeto colaborativo em BIM /
Roberto Cavalleiro de Macedo Alves ; orientador, Alice
Theresinha Cybis Pereira, 2022.

243 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. BIM. 3. colaboração. 4.
serious game. 5. gamificação.. I. Pereira, Alice Theresinha
Cybis. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III.
Título.

Roberto Cavalleiro de Macedo Alves

**O Modelo de Colaboração BIM3C e a Gamificação do Processo de Ensino-
Aprendizagem de Projeto Colaborativo em BIM**

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por
banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Lisiane Ilha Libreloto, Dr.(a)

Instituição: PósARQ / UFSC

Prof.(a) Fernanda Marchiori, Dr.(a)

Instituição: PPGEC / UFSC

Prof.(a) Paula Batistello, Dr.(a)

Instituição: UNOCHAPECÓ

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi
julgado adequado para obtenção do título de doutor em arquitetura e urbanismo.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof.(a) Alice Theresinha Cybis Pereira, PhD

Orientador(a)

Florianópolis/SC, 2022.

Dedico este trabalho:

Aos meus pais Orlindo e Diquinha (ambos, *in memoriam*),
pelo amor, carinho e todo o esforço que fizeram
pela minha educação e formação profissional;

Aos meus irmãos e irmãs:
Reginaldo, Rui, Regilene, Rosana, Rogério, Rômulo, e aos seus,
pelo amor, carinho e amizade que muito contribui
para minha formação como pessoa.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida;

À Nossa Senhora de Nazaré, padroeira dos paraenses, Mãezinha querida, que sempre nos ampara nos momentos de aflição, os quais não foram poucos durante a trajetória deste trabalho;

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), através do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PósARQ) e ao Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus Industrial de Marabá, instituição ao qual estou vinculado como docente, que possibilitaram esta oportunidade de crescimento profissional;

Às professoras Mônica Stein (banca de qualificação desta pesquisa), Paula Batistello (banca de defesa da tese), Lisiane Ilha Librelotto e Fernanda Marchiori (ambas das bancas de qualificação desta pesquisa e da defesa da tese) por suas relevantes contribuições na avaliação desta pesquisa;

À professora Alice Cybis Pereira: primeiramente, pelo carinho que sempre demonstrou a mim, tornando-se uma grande amiga que a vida me deu e; por último, na condição de minha orientadora, pela brilhante condução da pesquisa, sempre indagando e levantando pontos relevantes para o resultado deste trabalho;

À minha família, pelo total apoio e pela compreensão dos momentos de ausência do convívio familiar;

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O uso do BIM vem sendo cada vez mais exigido pelo mercado, porém um dos maiores obstáculos para a sua efetiva implementação está na adaptação ao uso de um modelo de construção compartilhado pautado em um processo de trabalho colaborativo. O objetivo desta pesquisa é desenvolver um modelo de colaboração para o processo de projeto em BIM que possibilite sua aplicação em objetos de ensino-aprendizagem que utilizem os conceitos de *serious games* e gamificação visando promover engajamento e motivação para projeto colaborativo em BIM entre acadêmicos dos cursos da área de arquitetura, engenharia e construção (AEC). Para tal, foi utilizado como metodologia a Pesquisa Baseada em *Design*. Foi realizada entrevista com profissionais do setor da AEC que utilizam o BIM como processo de projeto. A análise dessas entrevistas juntamente com a correlação entre os referenciais teóricos do modelo de colaboração 3C (comunicação, coordenação e Cooperação) e do BIM deu origem ao Modelo de Colaboração BIM3C. Este modelo foi utilizado como base para o desenvolvimento de objetos de ensino-aprendizagem. Foram desenvolvidos 4 objetos: (1) Jogo de tabuleiro Projeto Colaborativo BIM3C, que tem o objetivo de apresentar o fluxo de trabalho de projeto em BIM; (2) Tutorial de Configuração do *Backup and Sync From Google*, que espelha o conteúdo da nuvem no Google Drive para o computador e tem por objetivo garantir um espaço para a cooperação entre os projetistas; (3) Quebra-cabeça Virtual, jogo que tem como missão encontrar os arquivos IFC que compõem uma série de modelo federados, contribuindo para o domínio dos comandos de um software de coordenação de projetos em BIM; (4) Dinâmica de Comunicação, onde através da criação e gestão de arquivos BCF os participantes realizam a comunicação para a compatibilização de um projeto. Esses objetos foram utilizados em conjunto pautados nos conceitos de gamificação em um processo que foi denominado de *Play BIM*. Baseado no framework de maturidade para implantação de BIM que aponta a colaboração como o segundo estágio, antecedido pelo domínio da modelagem, o *Play BIM* foi aplicado em duas fases. A primeira denominada de Passaporte *Play BIM*, constou de uma série de desafios de modelagem e a segunda denominada de Projeto Colaborativo BIM3C fez uso dos objetos relatados anteriormente e finalizou com um desafio de projeto colaborativo. Após a aplicação, o *Play BIM* foi recomendado por 100 % dos participantes e sua aceitação está presente não somente em relatos dos participantes, mas também no sucesso dos resultados oriundos das atividades propostas.

Palavras-chave: BIM, colaboração, *serious game*, gamificação.

ABSTRACT

The use of BIM has been increasingly demanded by the market, but one of the biggest obstacles to its effective implementation is the adaptation to the use of a shared construction model based on a collaborative work process. The objective of this research is to develop a collaboration model for the BIM design process that allows its application in teaching-learning objects that use the concepts of serious games and gamification in order to promote engagement and motivation for a collaborative project in BIM among academics of the courses in the field of architecture, engineering and construction (AEC). To this end, Design-Based Research was used as a methodology. An interview was conducted with professionals from the AEC sector who use BIM as a design process. The analysis of these interviews together with the correlation between the theoretical frameworks of the 3C collaboration model (communication, coordination and cooperation) and BIM gave rise to the BIM3C Collaboration Model. This model was used as a basis for the development of teaching-learning objects. Four objects were developed: (1) BIM3C Collaborative Project board game, which aims to present the BIM project workflow; (2) Backup and Sync From Google Configuration Tutorial, which mirrors the content from the cloud in Google Drive to the computer and aims to guarantee a space for cooperation between designers; (3) Virtual Puzzle, a game whose mission is to find the IFC files that make up a series of federated models, contributing to mastering the commands of a BIM project coordination software; (4) Communication Dynamics, where, through the creation and management of BCF files, the participants communicate for the compatibility of a project. These objects were used together based on the concepts of gamification in a process that was called Play BIM. Based on the maturity framework for implementing BIM, which points to collaboration as the second stage, preceded by the domain of modeling, Play BIM was applied in two phases. The first called the Play BIM Passport, consisted of a series of modeling challenges and the second called the BIM3C Collaborative Project made use of the objects previously reported and ended with a collaborative design challenge. After application, Play BIM was recommended by 100% of the participants and its acceptance is present not only in the participants' reports, but also in the success of the results arising from the proposed activities.

Keywords: BIM, collaboration, serious game, gamification.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo tradicional de projeto	19
Figura 2 - Processo de Projeto em BIM	20
Figura 3 - Curva de MacLeamy.....	25
Figura 4 - Modelo de Colaboração 3C	32
Figura 5 - Ciclo de Vida de uma edificação em BIM.....	39
Figura 6 - As Dimensões do BIM.....	40
Figura 7 - Fundamentos do BIM	41
Figura 8 - Modelo Federado	46
Figura 9 - Evolução Esquemática da Informação no LOD do Elemento	48
Figura 10 - Estágio de Maturidade na Implantação do BIM	51
Figura 11 - Fluxo de Coordenação com Uso de BCF	56
Figura 12 - Exemplo de Aplicativo BCF de Verificação com Sistema de Comunicação	56
Figura 13 - Ciclo de Otimização de Projeto	57
Figura 14 - Localização e Classificação de Interferências Geométricas.....	58
Figura 15 - Etapas do Processo de Compatibilização.....	59
Figura 16 - <i>Framework</i> de Integração BIM – BIF	66
Figura 17 – <i>Hype Cycle</i> das Tecnologia Emergentes de 2011	73
Figura 18 – A Teoria Divertida de Piano na Escadaria	75
Figura 19 – Estado de Fluxo.....	77
Figura 20 - Arquétipos de Bartle (Tipos de Jogadores)	79
Figura 21 - Hierarquia dos Elementos dos Jogos	80
Figura 22 - Elementos de Jogo	83
Figura 23 – Octalysis.....	85
Figura 24 – Octalysis – Cérebro Direito e Cérebro Esquerdo.....	87
Figura 25 – Octalysis – Chapéu Branco e Chapéu Preto.....	88
Figura 26 - Processo DBRIEF Adaptado	93
Figura 27 – Modelo de Colaboração BIM3C – Versão Beta	98
Figura 28 - Modelo de Colaboração BIM3C.....	109
Figura 29 – Visão Geral do Tabuleiro do Jogo Projeto Colaborativo BIM3C.....	113
Figura 30 – Tabuleiro do Jogo Projeto Colaborativo BIM3C.....	114
Figura 31 – Solução Correta no Jogo de Tabuleiro Projeto Colaborativo BIM3C	114

Figura 32 – Modelo de Carta.....	115
Figura 33 – Versão Digital do Tabuleiro do Jogo Projeto Colaborativo BIM3C	119
Figura 34 – Composição para o Jogo Projeto Colaborativo BIM3C – Versão Digital	120
Figura 35 – Terreno e Área Construída dos Projetos do Jogo Quebra-Cabeça Virtual.....	122
Figura 36 – Quebra-Cabeça Virtual - Projeto Casa 01	123
Figura 37 – Quebra-Cabeça Virtual - Projeto Casa 02.....	123
Figura 38 – Quebra-Cabeça Virtual - Projeto Casa 03.....	124
Figura 39 – Quebra-Cabeça Virtual - Projeto Casa 04.....	124
Figura 40 – Quebra-Cabeça Virtual - Projeto Casa 05.....	125
Figura 41 – Projeto de Arquitetura – Dinâmica de Comunicação.....	127
Figura 42 – Opções de Projetos Elétricos – Dinâmica de Comunicação	127
Figura 43 – Opções de Projetos de <i>Layouts</i> – Dinâmica de Comunicação	128
Figura 44 – Tabuleiro do Jogo - Projeto Colaborativo BIM3C na Primeira Aplicação	132
Figura 45 – Tabuleiro do Jogo - Projeto Colaborativo BIM3C na Terceira Aplicação	132
Figura 46 – Marca <i>Play BIM</i> – Opção 1	133
Figura 47 – Marca <i>Play BIM</i> – Opção 2	133
Figura 48 – Diagrama Geral de Aplicação do <i>Play BIM</i>	136
Figura 49 – <i>Gamification Model Canvas</i> (GMC) - Modelo Canvas para Gamificação.....	138
Figura 50 – GMC <i>Play BIM</i>	141
Figura 51– Passaporte <i>Play BIM</i>	142
Figura 52 – Estrelas de Entrega dos Desafios do Passaporte <i>Play BIM</i>	143
Figura 53 – Passaporte <i>Play BIM</i> Dourado.....	144
Figura 54 – GMC – Passaporte <i>Play BIM</i>	145
Figura 55 – Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C – Inicial	146
Figura 56 – Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C – Final	147
Figura 57 – GMC – Projeto Colaborativo BIM3C.....	149
Figura 58 – <i>Game Design Document</i> (GDD) - Página 01	151
Figura 59 – <i>Game Design Document</i> (GDD) - Página 02.....	152
Figura 60 – <i>Game Design Document</i> (GDD) - Página 03.....	153
Figura 61– <i>Game Design Document</i> (GDD) - Página 04.....	154
Figura 62 – Identidade Visual dos Grupos de Aplicação do <i>Play BIM</i> no IFPA.....	155
Figura 63 – Material de Divulgação do <i>Play BIM</i>	156
Figura 64 – Fluxo das Atividades da Aplicação do <i>Play BIM</i> no IFPA	157

Figura 65 – Banner de Confirmação de Participação no <i>Play BIM</i>	158
Figura 66 – Equipes do <i>Play BIM</i> no IFPA	159
Figura 67 – Pontuação e <i>Ranking</i> no Aplicação do <i>Play BIM</i> no IFPA	162
Figura 68 – Fluxo das Atividades da Aplicação do <i>Play BIM</i> no PósARQ/UFSC	165
Figura 69 – Equipe <i>Play BIM</i> – PósARQ / UFSC	165
Figura 70 – Níveis da Formação Acadêmica dos Alunos Participantes do <i>Play BIM</i>	167
Figura 71 – Conhecimentos em BIM Iniciais dos Alunos Participantes.....	168
Figura 72 – Conhecimento de Conceitos Relacionados a Projeto Colaborativo em BIM Antes da Aplicação do <i>Play BIM</i>	169
Figura 73 – Classificação do <i>Play BIM Riddle</i>	170
Figura 74 – Classificação do Passaporte <i>Play BIM</i>	171
Figura 75 – Classificação do Jogo de Tabuleiro Projeto Colaborativo BIM3C	173
Figura 76 – Classificação da Configuração do CDE.....	175
Figura 77 – Classificação do Quebra-Cabeça Virtual	176
Figura 78 – Classificação da Dinâmica de Comunicação	177
Figura 79 – Projeto Colaborativo Realizado no <i>Workshop</i> no IFPA	178
Figura 80 – Projeto Colaborativo Realizado na Disciplina do PósARQ / UFSC.....	179
Figura 81 – Conhecimento de Conceito Relacionados a Projeto Colaborativo em BIM Depois da Aplicação do <i>Play BIM</i>	180
Figura 82 – Conhecimento de Conceito Relacionados a Projeto Colaborativo em BIM Antes e Depois da Aplicação do <i>Play BIM</i>	181
Figura 83 – Classificação do <i>Play BIM</i>	181
Figura 84 – Recomendam o <i>Play BIM</i>	183

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Listagem de Arquivos Obtidos na Busca Sistemática.....	26
Quadro 2 - Evolução do Termo BIM	38
Quadro 3 - Conceitos Básicos do LOD	48
Quadro 4 - Classificação por Amplitude dos Clash Detection	58
Quadro 5 - Planilha de Definições de Procedimentos de Colaboração	61
Quadro 6 – Softwares BIM.....	62
Quadro 7– Características dos Objetos de Aprendizagem	68
Quadro 8 – Tipos de Motivadores	76
Quadro 9 - Dinâmicas de Jogos – Descrições	81
Quadro 10 - Mecânicas de Jogos – Descrições	81
Quadro 11 - Componentes de Jogos – Descrições	82
Quadro 12 - Características da Pesquisa Baseada em Design	90
Quadro 13 - Síntese das Fases de Investigação da Pesquisa	94
Quadro 14 – Relação de Escritórios Entrevistados	103
Quadro 15 - Objetivo Pedagógico dos Objetos de Ensino-Aprendizagem	112
Quadro 16 - Comandos do Jogo de Tabuleiro - Projeto Colaborativo BIM3C.....	115
Quadro 17 - Elementos de Jogos Presentes no Play BIM	139
Quadro 18 - Elementos de Jogos Presentes no Passaporte Play BIM	144
Quadro 19 - Elementos de Jogos Presentes no Projeto Colaborativo BIM3C	148
Quadro 20 - Desafios de Modelagem do Passaporte Play BIM para o IFPA.....	159
Quadro 21 - Desafios de Modelagem do Passaporte Play BIM para o PósARQ / UFSC	164
Quadro 22 - Porcentagem de Classificação dos Objetos de Ensino-Aprendizagem Utilizados no <i>Play BIM</i>	184

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
- AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção
- ASBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
- ASCOM - Assessoria de Comunicação
- BCF - *BIM Collaboration Format* ou
Formato de Colaboração BIM
- BIF - *BIM Integration Framework* ou
Framework de Integração BIM
- BIM - *Building Information Modeling* ou
Modelagem da Informação da Construção
- CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção
- CDE - “*Common Data Environmen*” ou
Ambiente Comum de Dados
- CIS/2 - *CIMsteel Integration Standart Version 2*
- CSCW - “*Computer Supported Cooperative Work*” ou
Trabalho Cooperativo Apoiado por Computadores ou
Sistemas Colaborativos
- DBRIEF - *Design-Based Research in Innovative Education Framework*
- DXF - *Drawing eXchange Format*
- GDD - *Game Design Document*
- GMC - *Gamification Model Canvas*
- IAI - *International Alliance for Interoperability* ou
Aliança Internacional para Interoperabilidade
- IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers* ou
Instituto de Engenheiros Eletrônicos e Eletricistas
- IFC - *Industry Foundation Classes*
- IFPA - Instituto Federal do Pará (IFPA).
- IPD - “*Integrated Project Delivery*” ou
Entrega de Projeto Integrado
- LOD - Nível de Desenvolvimento

LTSC - *Learning Technology Standards Committee* ou
Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

NIBS - *National Institute of Building Standards*

OA - Objeto de Aprendizagem

PBD - Pesquisa Baseada em Design ou DBR - *Design-Based Research*

PEB - Plano de Execução BIM ou BEP - *BIM Execution Plan*

PósARQ - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismos

ROAs - Repositórios Especializados no Armazenamento de Objetos de Aprendizagem

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UNIFESSPA - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

TEAR_AD - Tecnologia no Ensino e Aprendizagem em Rede nas Áreas de
Arquitetura e Design

TI - Tecnologia da Informação

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

XML - *eXtensible Markup Language*

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	19
1.1 - PROBLEMÁTICA.....	19
1.2 – PERGUNTA DE PESQUISA	21
1.3 - HIPÓTESE.....	21
1.4 - PREMISSA	21
1.5 - JUSTIFICATIVA.....	21
1.6 - OBJETIVOS	23
1.6.1 – Geral	23
1.6.2 – Específicos	23
1.7 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
1.8 – RELEVÂNCIA E INEDITISMO	24
1.9 - ESTRUTURA DA TESE.....	28
2 – REFERENCIAL TEÓRICO	30
2.1 - SISTEMAS COLABORATIVOS.....	30
2.1.1 - O Modelo de Colaboração 3C	32
2.1.1.1 - Comunicação.....	33
2.1.1.2 - Coordenação.....	34
2.1.1.3 - Cooperação.....	35
2.1.1.4 - Percepção.....	36
2.2 – MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO - BIM.....	37
2.2.1 - Visão Geral	37
2.2.1.1 - As Dimensões do BIM (Modelagem nD).....	40
2.2.1.2 - Fundamentos do BIM.....	41
2.2.1.3 - Objetos Paramétricos.....	42
2.2.1.4 – Interoperabilidade e o IFC.....	43

2.2.1.5 - Modelo BIM	45
2.2.1.6 - Sistema Proprietário e Sistema Open BIM	46
2.2.1.7 - LOD (Nível de Desenvolvimento)	47
2.2.1.8 - Maturidade BIM.....	50
2.2.2 - Projeto Colaborativo em BIM.....	52
2.2.2.1 - Plano de Execução BIM.....	53
2.2.2.2 - Ambiente Comum de Dados	54
2.2.2.3 - Comunicação via BCF.....	55
2.2.2.4 - Checagem de interferência (Clash Detection).....	57
2.2.2.5 - Procedimentos de Colaboração	60
2.2.3 - Softwares BIM.....	61
2.2.4 - Profissionais BIM	65
2.2.5 - Framework de Integração BIM	65
2.3 - OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	67
2.4 - SERIOUS GAME	70
2.5 - GAMIFICAÇÃO.....	72
2.5.1 - Motivação Intrínseca e Extrínseca	75
2.5.2 - Teoria de <i>Flow</i>	76
2.5.3 - Tipo de jogadores	78
2.5.4 - Elementos de Jogo	79
2.5.5 - Octalysis	84
3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	89
3.1 - CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA BASEADA EM DESIGN.....	89
3.2 – O PROCESSO DE PESQUISA BASEADA EM DESIGN	91
3.3 – O PROCESSO DE PESQUISA DESTA PROPOSTA	94
3.3.1 - Fase da Exploração Fundamentada	94
3.3.1.1 – Modelo de Colaboração BIM3C – Versão Beta.....	96

3.3.2 - Fase de Prenúncio	99
3.3.3 - Fase de Processamento	99
3.3.4 - Fase de Produto	101
3.3.5 - Fase de Avaliação Estendida	101
4 – MODELO DE COLABORAÇÃO BIM3C	102
4.1 - AS ENTREVISTAS COM PROFISSIONAIS DE AEC	103
4.2 - O MODELO	107
4.2.1 - Camada de Tecnologia.....	107
4.2.2 - Camada de Processo.....	108
4.2.3 - Camada de Pessoas	108
4.3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	110
5 – OBJETOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM	111
5.1 - JOGO DE TABULEIRO - PROJETO COLABORATIVO BIM3C	112
5.1.1 Versão Física	112
5.1.2 - Versão Digital	118
5.2 - TUTORIAL DE INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DE UM AMBIENTE COMUM DE DADOS - CDE.....	120
5.3 – QUEBRA-CABEÇA VIRTUAL.....	121
5.4 - DINÂMICA DE COMUNICAÇÃO	125
5.4.1 - Passos para a realização da dinâmica.	126
5.5 - APLICAÇÕES DOS OBJETOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM	128
5.6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	131
6 - PLAY BIM.....	133
6.1 - NOVOS OBJETOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM	134
6.1.1 - Passaporte Play BIM.....	134
6.1.2 - <i>Play BIM Riddle</i>	135
6.2 - CONTEXTUALIZAÇÃO DO <i>PLAY BIM</i>	136

6.3 - GAMIFICAÇÃO DO <i>PLAY</i> BIM	137
6.3.1 - <i>Play</i> BIM	139
6.3.2 - Passaporte <i>Play</i> BIM.....	142
6.3.3 - Projeto Colaborativo BIM3C.....	146
6.4 - APLICAÇÕES	150
6.4.1 - Aplicação 1 – <i>Play</i> BIM - IFPA.....	155
6.4.2 - Aplicação 2 – <i>Play</i> BIM – PósARQ / UFSC	163
6.5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO	166
7 – RESULTADOS	167
7.1 - PERFIL DOS PARTICIPANTES	167
7.2 - APLICAÇÕES DO <i>PLAY</i> BIM	169
7.2.1 - <i>Play</i> BIM <i>Riddle</i>	170
7.2.2 - Passaporte <i>Play</i> BIM.....	171
7.2.3 - Projeto Colaborativo BIM3C.....	173
7.2.3.1 - <i>Jogo de Tabuleiro: Projeto Colaborativo BIM3C</i>	173
7.2.3.2 - <i>Configuração do CDE</i>	174
7.2.3.3 – <i>Quebra-Cabeça Virtual</i>	175
7.2.3.4 - <i>Dinâmica de Comunicação</i>	177
7.2.3.5 - <i>Desafio de Projeto Colaborativo em BIM</i>	178
7.3 - <i>PLAY</i> BIM.....	179
7.4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	184
8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	186
8.1 – O CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS DA PESQUISA	186
8.2 – COMO APLICAR O <i>PLAY</i> BIM	190
8.3 – ESTUDOS FUTUROS	192
REFERÊNCIAS.....	194
APÊNDICE	202

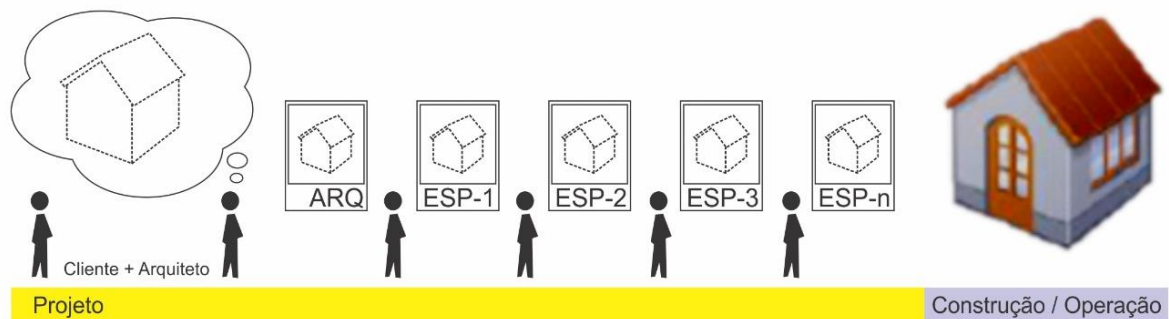


1- INTRODUÇÃO

1.1 - PROBLEMÁTICA

Uma equipe de projeto de construção normalmente é composta por arquitetos, engenheiros estruturais, mecânicos, elétricos, acústicos, além de especialistas em segurança contra incêndio, empreiteiros entre outros (ANUMBA *et. al.*, 2008). A maior parte dos projetos, hoje, desenvolvidos segue uma evolução linear. O arquiteto, após um primeiro contato com o cliente, desenvolve uma proposta e quando o projeto se encontra de certa forma definido, ele é repassado para engenheiros e especialistas. Cada um, em sua vez, adiciona no projeto, já semiacabado, a sua contribuição (BALZANI; MEIRA, 2013). A Figura 1 ilustra o processo tradicional de projeto.

Figura 1 – Processo tradicional de projeto

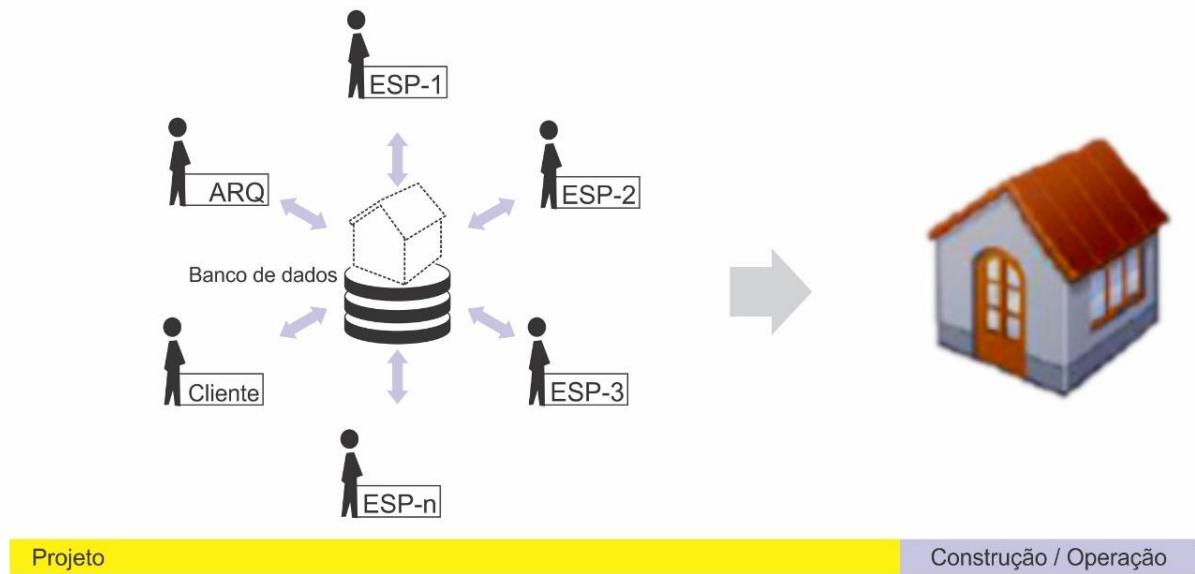


Fonte: O autor.

O *Building Information Modeling* (BIM) é a metodologia que proporciona uma mudança de paradigma no processo de projeto, uma vez que solicita atitudes colaborativas e multidisciplinares, na qual o projeto passa a ser desenvolvido em equipe, de forma simultânea (MANZIONE, 2015). Tem como objetivo a busca por uma prática de projeto integrada, de modo que todos os integrantes da cadeia de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) reúnam seus esforços para a produção de um “modelo único” do edifício. (ANDRADE; RUSCHEL, 2009). O BIM possibilita que os projetistas trabalhem em um modelo central

tridimensional e paramétrico. Esse modo é bem diferente do convencional, em 2D (MANZIONE, 2015). A Figura 2 ilustra o processo BIM de projeto.

Figura 2 - Processo de Projeto em BIM



Fonte: O autor

A possibilidade dos modelos das diferentes disciplinas compartilharem informações e interagirem no mesmo espaço virtual, possibilita um diálogo paralelo entre o arquiteto e demais projetistas durante o processo de criação. Dessa forma requer um envolvimento contínuo entre todas as disciplinas, possibilitando que cada projetista tenha uma participação ativa no desenvolvimento do projeto como um todo. Participar e propor, ao invés de somente responder. (BALZANI; MEIRA, 2013).

A decisão de incorporar a metodologia BIM não se resume a aquisição e utilização de novos softwares. Este avanço requer uma modernização em todos os aspectos relacionados a arquitetura, engenharia e construção, desde a organização e colaboração no desenvolvimento de projeto até o processo executivo de obra. Romper paradigmas já consolidados nunca é um desafio simples ou rápido. (BALZANI; MEIRA, 2013).

Segundo Eastman *et. al.* (2014) a mudança mais relevante na ocasião da implementação do BIM é exatamente o uso de um modelo de construção compartilhado, guiado por um

processo de trabalho colaborativo. Essa transição exigirá tempo e educação, comum para todas as mudanças significativas na tecnologia e nos processos de trabalho.

1.2 – PERGUNTA DE PESQUISA

Como seria possível contribuir para o processo de aprendizagem e capacitação dos conceitos de projeto colaborativo solicitados pelo processo BIM de projeto?

1.3 - HIPÓTESE

A identificação e desenvolvimento de um modelo específico para colaboração em BIM é importante para orientar o desenvolvimento de objetos de ensino-aprendizagem voltados para aquisição desta habilidade.

1.4 - PREMISA

A utilização dos conceitos de *serious games* e gamificação no desenvolvimento de objetos de ensino-aprendizagem promove motivação e engajamento.

1.5 - JUSTIFICATIVA

O grande avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nas mais variadas áreas do conhecimento humano fez surgir no campo da AEC, o BIM, um novo processo de projeto no qual, segundo Eastman *et al* (2014), um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. O uso do BIM tem sido cada vez mais constante pelo setor da AEC, porém segundo Barison (2015) os acadêmicos da área têm ingressado no mercado de trabalho sem conhecimento em BIM e, conseqüentemente, despreparados para trabalhar com seus conceitos básicos. A autora relata ainda que os autores da área comungam da ideia de inexistência de uma metodologia consolidada para o processo de ensino-aprendizagem de BIM, uma vez que a tecnologia é, relativamente nova e está em constante evolução.

No contexto da educação, o avanço das TIC proporcionou a transição de um cenário predominantemente objetivista, com uma didática centrada no professor, para dar apoio a uma

ação mais construtivista, com uma pedagogia centrada no estudante. Segundo Rocha e Joye (2013), o princípio básico do uso das TIC consta em incluir o aprendiz em contexto de atuação mais ativo na sua aprendizagem. “A tecnologia digital é parte integrante e indissociável na metodologia de projetos de aprendizagem pelo fato de ser um espaço efetivo para: interação, aprendizagem colaborativa, disseminação de processos e resultados” coloca Masson *et. al.* (2012, p. 5).

Jogos digitais são tecnologias emergentes que a cada dia vêm mudando a forma de pensar da sociedade acerca de seus benefícios (LOPES; TODA e BRANCHER, 2015). Jogos e tecnologias de jogos ultrapassam cada vez mais os limites habituais do seu meio, como demonstrado pelo desenvolvimento de *serious game* e sua propagação como um campo de pesquisa e indústria. Ainda neste caminho, o fenômeno mais recente é a "gamificação" (GROH, 2012).

Jogar é intrínseco ao ser humano (BISSOLOTTI, 2016) e a utilização de jogos, na educação, objetiva usar as suas características para ensinar conceitos básicos e habilidades e pode ocorrer por meio dos *serious games* ou da gamificação (CAMPANHA; CAMPOS; 2019).

Os *serious games* são uma nova abordagem educacional, profundamente atraente para a educação profissional, que permite aos usuários assumirem o papel de tomadores de decisão em situações simuladas que reproduzem a realidade (DIEHL, L. A. *et. al.*, 2011).

A gamificação está relacionada ao uso de elementos de jogos em situações não relacionadas a jogos. Atualmente, diversas áreas utilizam sistemas gamificados, tais como entretenimento, saúde e especialmente a educação, visto que a gamificação propicia uma alternativa para engajar e motivar os alunos durante o processo de aprendizagem (KLOCK *et. al.*, 2014). Paralelamente, a gamificação provocou o interesse de investigadores como um meio potencial para criar ambientes de trabalho atraentes ou propiciar a colaboração em massa (GROH, 2012).

Vianna *et. al.* (2013) relatam que em uma apresentação no TED¹ a *game designer* norte-americana Jane McGonigal fez uma declaração que chamou a atenção do mundo, ela relatou que se somadas todas as horas jogadas apenas pelos usuários do *World of Warcraft*² (tradicional

¹ TED (www.ted.com) é o acrônimo para Tecnologia, Entretenimento e Educação, uma organização privada sem fins lucrativos dos Estados Unidos que é conhecida pelas conferências e palestras que promove sobre as três áreas que a denominam. Seu lema é “Ideias que merecem ser disseminadas” e suas palestras são limitadas a 18 minutos e são amplamente divulgadas e compartilhadas na internet. (FARDO, 2013).

² <https://worldofwarcraft.com/pt-br/>

game online que está em curso desde 2001), teriam sido gastos 5,93 bilhões de anos na resolução de problemas de um mundo virtual.

Diante do exposto a utilização das tecnologias de jogos, através do *serious game* e da gamificação, permitirá o desenvolvimento de objetos de ensino-aprendizagem com o intuito de promover engajamento e motivação no desenvolvimento das competências de colaboração das informações no aprendizado do processo BIM de projeto entre acadêmicos da área de AEC, o que contribuirá para a consolidação do BIM como processo de projeto.

1.6 - OBJETIVOS

1.6.1 – Geral

Desenvolver um modelo de colaboração para o processo BIM de projeto que possibilite sua aplicação em objetos de ensino-aprendizagem que utilizem os conceitos de *serious games* e gamificação para promover engajamento e motivação entre acadêmicos da área de AEC.

1.6.2 – Específicos

- Analisar o processo colaborativo da informação de projeto BIM no âmbito profissional da AEC;
- Avaliar as ferramentas de colaboração presentes em *softwares* BIM;
- Identificar fluxos, papéis e tecnologias dentro dos processos colaborativos estudados para desenvolvimento do Modelo;
- Desenvolver experimentos pautados no modelo e nos conceitos de *serious games* e gamificação, verificando a motivação e engajamento para a colaboração da informação no aprendizado do processo BIM de projeto;
- Avaliar o uso de *serious games* e gamificação na promoção da colaboração da informação no aprendizado do processo BIM de projeto.

1.7 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa é de natureza aplicada, que gera conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência (SILVA; MENEZES, 2005).

A metodologia a ser utilizada nesta pesquisa será a Pesquisa Baseada em Design (PBD) que segundo Reeves (2000) é prática e teórica. Prática porque estabelece soluções em problemas do mundo real. Teórica porque a partir da prática proporciona a formulação de soluções e recomendações que ampliam ou criam princípios teóricos.

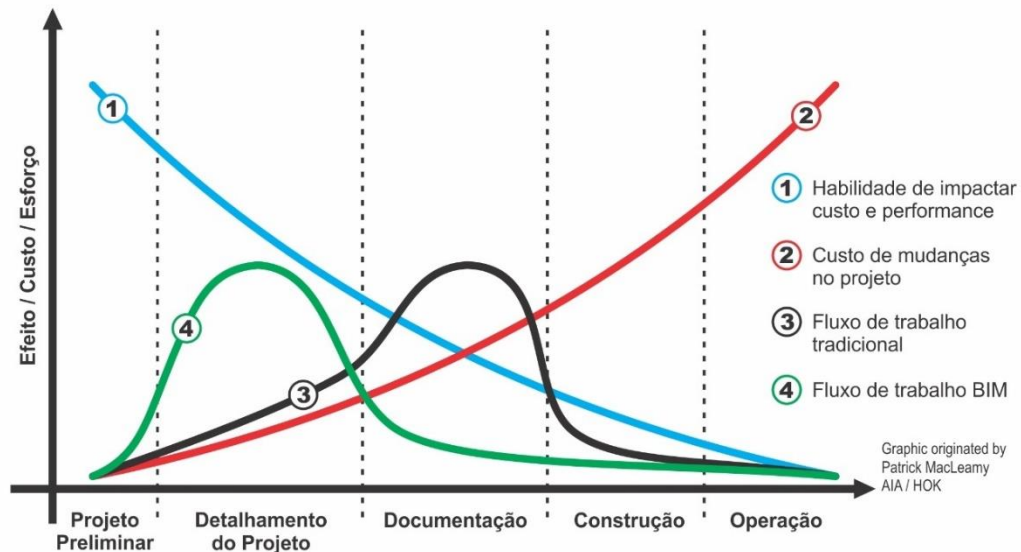
O método é composto por ciclos pautados em 5 (cinco) etapas, que são: (1) **Exploração fundamentada**, composta pela identificação do problema, revisão da literatura, questão de pesquisa e desenvolvimento de um modelo hipotético para a solução do problema; (2) **Prenúncio**, onde são verificados os fatores ambientais referentes ao contexto em que se enquadra a pesquisa e os fatores de interação entre os sujeitos da pesquisa; (3) **Processamento**, esta fase constará de ciclos práticos de desenvolvimento e avaliação de uma intervenção pautada nas pré-diretrizes do projeto colaborativo em BIM e os conceitos de *serious games* e gamificação; (4) **Resultados**, onde se fará uma análise dos resultados encontrados na fase anterior; (5) **Avaliação estendida**, momento que se retorna ao problema com uma solução prática e com novas contribuições para a teoria.

1.8 – RELEVÂNCIA E INEDITISMO

A construção civil é um dos mais importantes setores da economia brasileira, onde as fases de projetos e planejamento da obra servem para evitar retrabalho e gastos desnecessários durante a execução de um empreendimento. Segundo Nascimento (2014), as perdas na construção civil são decorrentes de um processo de baixa qualidade, que tem como resultado não só uma elevação de custos, mas também um produto de qualidade deficitária. Sistemáticamente originados por processos que poderiam ser evitados, caso ocorresse uma análise mais aprofundada na elaboração dos projetos e fossem ajustados por uma compatibilização apropriada. Por isso a busca contínua por novas técnicas construtivas, novas tecnologias digitais e novos equipamentos, entre outros, que afetem positivamente os projetos e a construção de novos empreendimentos.

Quando observado pela Curva de MacLeamy (Figura 3) e em comparação com o processo tradicional de projeto (curva 3), o BIM (curva 4) antecipa o processo de tomada de decisões, da fase de documentação para a fase de detalhamento do projeto, onde o impacto da decisão (curva 1) é maior e o custo das alterações de projeto (curva 2) é menor.

Figura 3 - Curva de MacLeamy



Fonte: Adaptado de Campestrini *et. al.* (2015)

Outro fator relevante a ser levado em consideração, é que o BIM trabalha com o desenvolvimento de um modelo virtual tridimensional da futura edificação, permitindo uma visualização mais clara das possíveis interferências entre seus componentes. Este fato contribui de forma significativa para o processo de compatibilização entre as disciplinas que compõem o modelo, em comparação com a sobreposição de plantas 2D do processo tradicional de projeto, proporcionando uma melhor qualidade do produto final.

Levando-se em consideração o impacto que o processo de projeto em BIM pode causar na redução do custo total e no aumento da qualidade de uma edificação, sendo o projeto colaborativo uma premissa do BIM, o desenvolvimento de um modelo, pautado nos conceitos de *serious games* e gamificação, que promova motivação e engajamento para a colaboração da informação no processo BIM de projeto, entre acadêmicos da área de AEC, é de grande valia para todo o setor, contribuindo para uma melhor qualidade dos serviços prestados. Toda mudança em tecnologia ou em processo de trabalho requer tempo e treinamento para a sua consolidação.

Como forma de verificação da originalidade e o ineditismo da proposta, fez-se uma busca sistemática utilizando as palavras chaves BIM, projeto colaborativo e gamificação nas bases de dados dos *sites* de busca do *Scopus*, *Web of Science*, *Scielo*, *Compendex*, *Emerald*, *ProQuest*, *Science Direct* e *CumInCAD*. Os resultados dessas buscas encontram-se no Apêndice A deste trabalho.

O Quadro 1, apresenta listagem dos documentos obtidos pela busca sistemática e disponíveis de forma gratuita na internet.

Quadro 1 - Listagem de Arquivos Obtidos na Busca Sistemática

Nº	Ano	Autores	Título	Publicação
01	2014	S. Aydin and M. A. Schnabel	<i>A survey on the visual communication skills of BIM tools.</i>	CuminCAD
02	2014	S. Aydin and M. A. Schnabel	<i>Augmenting Kashgar.</i>	<i>Proceedings of the 2014 International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM 2014 2014</i> <i>Pages: 12-15</i>
03	2015	A. K. Anderson	<i>Visualization, communication, and copresence: Using building information models in virtual worlds.</i>	<i>University of Washington Ph.D. 2015</i>
04	2019	R. F. Herrera, M. A. Sanz, L. Montalbán-Domingo, T. García-Segura and E. Pellicer	<i>Impact of Game-Based Learning on Understanding Lean Construction Principles</i>	<i>Sustainability 2019 Vol. 11 Issue 19 Pages 5294</i>
05	2020	A. Engebø, O. Lædre, B. Young, P. F. Larssen, J. Lohne and O. J. Klakegg	<i>Collaborative project delivery methods: A scoping review</i>	<i>Journal of Civil Engineering and Management 2020 Vol. 26 Issue 3 Pages 278-303</i>
06	2020	D. Fonseca, M. Sánchez-Sepúlveda, A. Besné, E. Redondo, H. Zapata, I. Navarro, et al.	<i>Combining BIM systems and Video-Games engines in Educational Ephemeral Urban and Architectural Proposals</i>	<i>ACM International Conference Proceeding Series 2020</i> <i>Pages: 283-290</i>
07	2021	J. Garbett, T. Hartley and D. Heesom	<i>A multi-user collaborative BIM-AR system to support design and construction</i>	<i>Automation in Construction 2021 Vol. 122</i>
08	2021	F. Juan Carlos Mosquera, F. Suárez, I. Chiyón and A. Marcos García	<i>Some Web-Based Experiences from Flipped Classroom Techniques in AEC Modules during the COVID-19 Lockdown</i>	<i>Education Sciences 2021 Vol. 11 Issue 5 Pages 211</i>

Fonte: O autor

No documento 01 (*A survey on the visual communication skills of BIM tools*) os autores, primeiro desenvolvem um modelo híbrido para o fluxo de informação em interações homem-máquina e homem-homem; com base no modelo desenvolvido, foi realizada uma pesquisa para explorar novas metodologias de narrativas em BIM. Três novas áreas de pesquisa surgem como resultado, entre elas a gamificação. Os autores relatam que a gamificação pode ser um novo campo de pesquisa para uma melhor colaboração no BIM e pode desvendar outras vantagens das técnicas de engajamento da indústria de jogos.

Tendo em vista que é foco também, deste trabalho, o desenvolvimento de objetos de ensino-aprendizagem, 2 (dois) documentos se destacam nessa lista citada: o documento 04 (*Impact of Game-Based Learning on Understanding Lean Construction Principles*) que analisa os benefícios da aprendizagem baseada em jogos na compreensão dos princípios da construção enxuta, utilizando uma combinação de aulas tradicionais com aplicação de jogos; e o documento 06 (*Combining BIM systems and Video-Games engines in Educational Ephemeral Urban and Architectural Proposals*) que faz uma combinação do BIM com uma *engine* gráfica de jogo (*Unreal*) para dar uma maior sensação de imersão no espaço. Fazendo uso de Aprendizagem Baseada em Projeto os alunos deveriam fazer uma proposta de ocupação para o "Pati de les Dones" (Pátio das Mulheres), pertencente ao CCCB (Centro de Cultura Contemporânea de Barcelona).

O documento 02 (*Augmenting Kashgar*) apresenta uma estrutura para desenvolvimento de patrimônio digital, utilizando gamificação, gramáticas de forma e realidade virtual com o objetivo de facilitar a revitalização de uma arquitetura histórica.

No documento 03 (*Visualization, communication, and copresence: Using building information models in virtual worlds*) um mundo virtual 3D é utilizado como uma forma potencial de envolver uma equipe de projeto em BIM para uma colaboração mais eficaz e eficiente. Os participantes, através de um avatar, navegam em um mundo virtual para o qual seus modelos 3D da construção foram importados e colaboram entre si.

O documento 05 (*Collaborative project delivery methods: A scoping review*) apresenta, através de uma revisão sistemática, o estado da arte atual sobre parceria, entrega integrada de projeto, aliança, contrato relacional e aquisição baseada em relacionamento.

O documento 07 (*A multi-user collaborative BIM-AR system to support design and construction*) implementa um sistema de Realidade Aumentada (*Augmented Reality - AR*) baseado em marcador que se conecta a um banco de dados na nuvem (Sistema BIM-AR) e

fornece a possibilidade de visualizar, interagir e colaborar dados 2D e 3D com equipes geograficamente dispersas.

O documento 08 (*Some Web-Based Experiences from Flipped Classroom Techniques in AEC Modules during the COVID-19 Lockdown*) apresenta a avaliação dos resultados da implementação de várias ferramentas de auxílio à aprendizagem, baseadas na web, em módulos de arquitetura, engenharia e construção, em abordagens de ensino invertido. As experiências revelam um aumento do envolvimento dos alunos, alcançando níveis superiores e ampliando os seus conjuntos de habilidades de aprendizagem.

A gamificação do BIM é um tema sugerido pelos autores do documento 01 para desenvolvimento de novas pesquisas em BIM, assim como existe o potencial do uso de jogos na formação profissional como demonstrado nos documentos 04 e 06, que ainda não foi explorado para o processo de ensino-aprendizagem de projeto colaborativo em BIM. Desta forma o desenvolvimento do modelo, pautado nos conceitos de *serious games* e/ou gamificação, que promova motivação e engajamento para a colaboração da informação no processo BIM de projeto, na formação de profissionais de arquitetura e engenharia, é uma temática com características de ineditismo.

1.9 - ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está estruturada em 8 (oito) capítulos que tratam dos assuntos abaixo especificados:

Capítulo 1 - Introdução: é o capítulo introdutório ao tema de pesquisa, onde se apresentam a contextualização do assunto, a justificava com os motivos que levaram à escolha do tema, definem-se as questões de pesquisa, o objetivo geral, abordam-se os aspectos gerais do método, além do ineditismo e relevância da proposta e a estrutura geral da tese.

Capítulo 2 - Referencial teórico: é o capítulo que apresenta a explanação feita a partir dos referenciais bibliográficos, da base teórica, que embasam a pesquisa. Primeiro explana-se sobre sistemas colaborativos e o modelo de colaboração 3C. Em seguida aborda-se o tema BIM: conceito, fundamentos, projeto colaborativo e *framework* de integração. Por fim discorre sobre a definição e principais características dos objetos de aprendizagem, *serious games* e gamificação: sua origem, conceito e elementos.

Capítulo 3 - Procedimentos metodológicos: é o capítulo onde se apresenta a estratégia de pesquisa que foi utilizada e a maneira como os dados coletados foram tratados, assim como a descrição da versão beta do Modelo de Colaboração BIM3C resultante da correlação entre os referenciais teóricos sobre modelo de colaboração 3C dos sistemas colaborativos e o BIM.

Capítulo 4 - Modelo de colaboração BIM3C: é o capítulo que apresenta a ratificação do modelo e seu refinado através da análise de entrevistas realizadas com profissionais de escritórios de projetos de AEC que utilizam o BIM.

Capítulo 5 - Objetos de ensino-aprendizagem: é o capítulo que discorre sobre o desenvolvimento dos objetos de ensino-aprendizagem segundo os conceitos de *serious games*, baseados no modelo de colaboração BIM3C.

Capítulo 6 - *Play BIM*: é o capítulo que apresenta o processo de gamificação da proposta e suas aplicações.

Capítulo 7 - Resultados: é o capítulo que apresenta os resultados dos dados coletados nas aplicações do *Play BIM* com acadêmicos dos cursos ligados à área de AEC.

Capítulo 8 – Avaliação estendida: é o capítulo no qual são feitas as considerações finais do trabalho, relatando sobre os objetivos alcançados, proposta de futuras aplicações para o *Play BIM* e de estudos futuros.



2 – REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é apresentado o referencial teórico que fundamenta esta pesquisa. Inicia-se pelo conceito de sistemas colaborativos incluindo o modelo de colaboração 3C com seus tipos de ferramentas de comunicação, coordenação e cooperação. Em seguida apresenta a metodologia BIM e o processo de projeto colaborativo em BIM. Finaliza apresentando os conceitos e as características de objetos de aprendizagem, *serious games* e gamificação.

2.1 - SISTEMAS COLABORATIVOS

A colaboração é de extrema importância em um ambiente de trabalho, pois possibilita que grupos de pessoas desenvolvam tarefas complexas, que requerem habilidades multidisciplinares (GEROSA, 2006). Na era da informação é quase impossível que uma pessoa consiga finalizar uma tarefa sem a ajuda de outra (WANG, 2009). Segundo Martins (2012, p.30), Karl Marx define trabalho colaborativo como: “múltiplos indivíduos trabalhando juntos, de maneira planejada, no mesmo processo de produção ou em processos de produção diferentes, mas conectados”.

A habilidade para trabalho em grupo é uma das principais características solicitadas para os profissionais da atualidade, aliada a inclusão da computação aos processos organizacionais, são fatores que revelam a importância dos sistemas colaborativos, pois estes provêm o suporte tecnológico adequado a estas necessidades (LEITE, 2012). “A tecnologia gera ambientes que dão suporte às diferentes formas de relacionamento humano e, por conseguinte, revoluciona o modo de se trabalhar na sociedade conectada” (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002, p. 89).

O termo “Sistemas Colaborativos” é utilizado no Brasil para o acrônimo CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*) que possui sua tradução literal como “trabalho cooperativo apoiado por computadores”. Estes, são sistemas que disponibilizam um ambiente compartilhado de informações que auxilia grupos de pessoas envolvidas no desenvolvimento de tarefas em comum (MACHADO, 2016). Fuks, Raposo e Gerosa (2002) apontam como objetos de estudos, as funções e as relações de trabalho entre grupos de pessoas e sistemas de

computação. Para Martins (2012, p. 30) o papel dos Sistemas Colaborativos é “dar suporte às organizações através de ferramentas que auxiliam o trabalho em grupo, estando os atores no mesmo espaço e tempo ou não”.

Com o objetivo de dar suporte ao trabalho colaborativo foi desenvolvida uma tecnologia, denominada de *Groupware*, que permite gerar sistemas. Botelho e Vidal (2005, p. 133) definem *Groupware* como sendo “a aglutinação de diferentes tecnologias em sistemas computacionais que tem por objetivo apoiar a cooperação entre membros de uma equipe”. Para Fuks, Raposo e Gerosa (2002, p. 91) “pode ser entendido como a tecnologia baseada em mídia digital que dá suporte às atividades de pessoas organizadas em grupos que podem variar em tamanho, composição e local de trabalho”.

Esta tecnologia permite que o trabalho em grupo se torne mais eficiente, possibilita ainda a realização de determinados tipos de tarefas em grupo que seriam praticamente impossíveis de serem realizadas sem o auxílio computacional (BOTELHO e VIDAL, 2005).

Groupware e Sistemas Colaborativos são frequentemente utilizados quase como sinônimos, porém os conceitos possuem diferenças. Sistemas Colaborativos estão relacionados com a área de pesquisa de trabalho em grupo e como os computadores podem apoiá-los, já *Groupware* é a denominação dada a tecnologia (*hardware* e/ou *software*) gerada pela pesquisa em Sistemas Colaborativos (BOTELHO e VIDAL, 2005).

A tecnologia gera ambientes que dão apoio a variadas formas de interação entre as pessoas, influenciando consideravelmente o modo de trabalhar. O desenvolvimento de ambientes para compartilhamento e troca de informações permite a realização de trabalho colaborativo distribuído e descentralizado (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002).

Grupos de trabalho têm mais chances de obterem sucesso na execução de suas tarefas quando possuem seus computadores interligados, a fim de trabalharem colaborativamente (MARTINS, 2012). Visando essa colaboração pode-se observar o modelo que propõe que

O suporte computacional para colaboração pode ser realizado através da interação entre ferramentas de comunicação, coordenação e cooperação. A comunicação está relacionada à troca de mensagens e informações entre as pessoas; a coordenação está relacionada com a gestão de pessoas, suas atividades e recursos; e cooperação é a produção que ocorre em um espaço de trabalho compartilhado (FUKS *et. al.*, 2008, p. 637, tradução nossa)

Esse modelo apresentado por Fuks *et. al.* (2008) é denominado de Modelo de Colaboração 3C.

2.1.1 - O Modelo de Colaboração 3C

O conceito é amplamente tratado por Fuks, Raposo e Gerosa (2002), Fuks *et. al.* (2002), (2004), (2005), (2007), (2008), (2011). O modelo 3C, é baseado na ideia de que para haver colaboração, um grupo deve realizar três tipos de ações principais: comunicação, coordenação e cooperação.

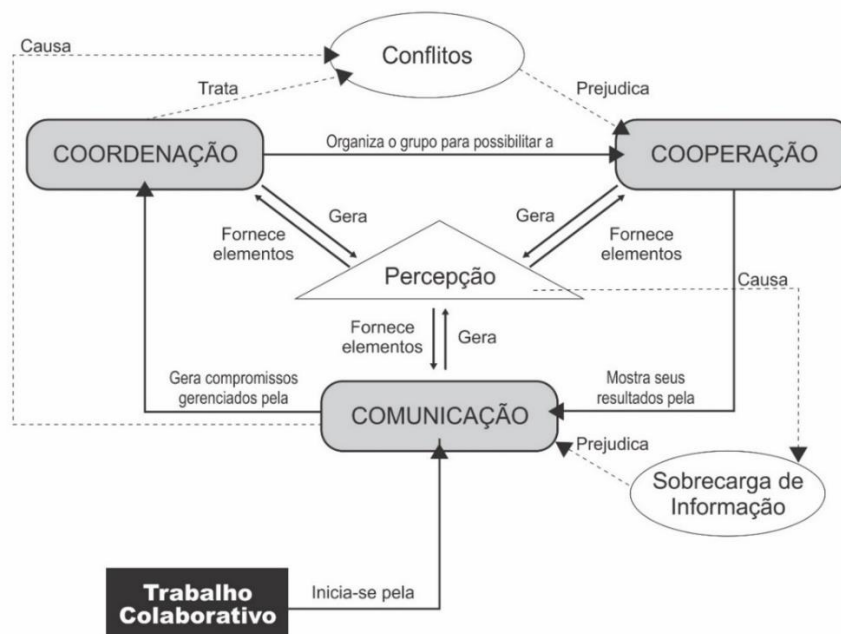
A comunicação está relacionada à negociação de compromissos através da troca de mensagens. Na coordenação, são gerenciadas as pessoas, as atividades e os recursos a fim de superar possíveis conflitos e evitar a perda de esforços de comunicação e cooperação no grupo. A cooperação é a produção conjunta dos membros do grupo na realização das tarefas em um ambiente compartilhado, criando e manipulando os objetos de cooperação (FUKS *et. al.*, 2005).

As tarefas nascem dos compromissos firmados durante a comunicação, são gerenciadas pela coordenação e executadas através da cooperação. É por meio dos mecanismos de percepção que os membros do grupo recebem *feedback* de suas ações e *feedthrough* das ações dos outros (GEROSA, 2006).

Durante a execução das tarefas podem surgir situações inesperadas que irão exigir do grupo comunicação para uma nova rodada de negociações, conseqüentemente exigirá coordenação para recompor as tarefas a serem realizadas na cooperação (FUKS *et. al.*, 2008).

O diagrama do modelo de colaboração 3C é apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Modelo de Colaboração 3C



Fonte: Fuks, Raposo e Gerosa (2002)

De modo a possibilitar a colaboração, se faz necessário obter informações sobre o que está acontecendo. Estas informações são disponibilizadas pelos elementos de percepção que as registram durante as interações entre os participantes. Os elementos de percepção estão relacionados ao ambiente enquanto a percepção em si é relativa ao ser humano (FUKS *et. al.*, 2002). Machado (2016) relata que o Modelo de Colaboração 3C tem a percepção como ponto central, de forma a evitar o isolamento do indivíduo durante o trabalho colaborativo, devido a necessidade de que cada componente do grupo possa perceber, ter conhecimento de, como está o desenvolvimento do trabalho dos seus pares.

Quanto aos componentes do modelo 3C Machado (2016, p.11) relata que:

Os sistemas colaborativos, normalmente, buscam atender com mais ênfase um dos Cs do modelo. Um sistema de bate-papo, por exemplo, a ênfase é a comunicação, um sistema de *workflow* tem ênfase na coordenação, já um sistema de edição em grupo tem ênfase na cooperação. Porém, dentro do contexto do modelo 3C, as ferramentas colaborativas devem de alguma forma atender os outros Cs também, a fim de obter uma colaboração efetiva.

Comunicação, coordenação e cooperação apesar de didaticamente serem separadas para fins de análise, não são atividades realizadas de forma fixa e isolada, e sim, de forma contínua e interativa durante o trabalho em grupo (FUKS *et. al.*, 2004, 2005).

2.1.1.1 - Comunicação

Durante uma comunicação, os envolvidos desejam construir um entendimento em comum, compartilhar ideias, discutir, tomar decisões (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002). Por padrão, a comunicação é considerada bem-sucedida quando, simplesmente, o seu emissor é informado do recebimento da mensagem pelo receptor (FUKS *et. al.*, 2002), porém “na colaboração o importante é assegurar o entendimento da mensagem, para garantir que a intenção do emissor resulte em compromissos assumidos pelo receptor ou por ambos” (FUKS *et. al.*, 2002, p. 4)

Em uma comunicação, não há como conferir se os conteúdos enviados e recebidos se equivalem, nem se eles foram assimilados pelo receptor (FUKS *et. al.*, 2002), sendo este, segundo Gerosa (2006), o único que pode fornecer indícios do sucesso da comunicação, através do seu discurso e de suas ações e reações, guiadas por seus compromissos e conhecimento.

Para a comunicação cumprir seu objetivo e haver entendimento, é necessário que todos tenham conhecimento sobre o uso das mídias de transmissão e de recebimento dos dados, assim

como a ativa participação do receptor, que deve atentar para às informações transmitidas e aos elementos utilizados, a fim de viabilizar o canal de percepção (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002).

Quanto a viabilização da comunicação atentar para a linguagem é muito importante pois:

A linguagem utilizada na conversação deve ser entendida por todos os envolvidos e que esta linguagem é influenciada pelo contexto cultural, pelo domínio em questão, pelos conhecimentos individuais dos envolvidos e pelos recursos disponíveis para conversação (GEROSA, 2006, p. 84).

“Metainformação complementa a informação a ser transmitida no corpo da mensagem. As metainformações comumente disponíveis nas ferramentas de comunicação são o assunto da mensagem, sua data, prioridade e categoria” (FUKS *et. al.*, 2008, p. 639, tradução nossa).

Para garantir que os compromissos sejam cumpridos, viabilizando a realização do trabalho colaborativo mediante a somatória dos trabalhos individuais, se faz necessário, a coordenação das atividades. Essa coordenação deve organizar os grupos, visando que as tarefas se realizem no tempo e na ordem corretas, cumprindo suas restrições e objetivos e evitar que os esforços de comunicação e cooperação se percam (FUKS *et. al.*, 2002).

2.1.1.2 - Coordenação

Segundo Gerosa (2006, p. 92) “no trabalho em grupo, a coordenação de atividades é necessária para garantir o cumprimento dos compromissos assumidos na comunicação e a realização do trabalho colaborativo através da soma dos trabalhos individuais”. A coordenação pode ser entendida como o elo que conecta os outros dois Cs para garantir o sucesso da colaboração (FUKS *et. al.*, 2008).

Alguns grupos realizam atividades colaborativas sem a existência explícita de um coordenador; os componentes organizam-se dinamicamente à medida que a colaboração ocorre, ajustando-se de forma dinâmica de acordo com o seu entendimento e as mudanças nas tarefas (GEROSA, 2006).

As ações de coordenação ocorrem antes, durante e depois em uma atividade colaborativa, segundo Fuks *et. al.* (2002, p. 5) a “coordenação envolve a pré-articulação das tarefas, o gerenciamento do andamento das mesmas e a pós-articulação”.

As ações que preparam a colaboração são realizadas na fase de pré-articulação e geralmente finalizadas antes de se iniciar a atividade colaborativa, tipo: identificação dos

objetivos, mapeamento dos objetivos em tarefas, seleção dos participantes, distribuição das tarefas, etc. Ao término da atividade colaborativa acontece a fase de pós-articulação, onde é realizada a avaliação e análise do processo de colaboração e sua documentação, a memória do processo colaborativo.

A fase mais importante da coordenação é a fase de gerenciamento do andamento das tarefas devido ao dinamismo da mesma. Nesta fase as tarefas precisam ser negociadas e renegociadas constantemente ao longo de todo o tempo, e se, observado somente esse aspecto dinâmico e contínuo da coordenação, a mesma pode ser definida como sendo o ato de gerenciar interdependências entre as tarefas realizadas no intuito de se atingir um objetivo (FUKS *et. al.*, 2002).

Para que haja coordenação entre os membros de uma equipe (coordenador e participantes) são necessárias informações para ativar a percepção do que está acontecendo e do que as outras pessoas estão fazendo. É importante que cada um conheça o progresso do trabalho dos outros componentes da equipe (GEROSA, 2006).

As informações de percepção são essenciais sobretudo durante a fase dinâmica da coordenação, para notificar alterações de planos e auxiliar a criação de um novo entendimento compartilhado. A princípio, quase toda informação tem alguma importância, porém o excesso de informações pode causar dificuldade para a tomada de decisão (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002). “O fluxo de informações de percepção deve ser cuidadosamente planejado” (GEROSA, 2006, p. 94).

A relação de dependência entre os membros de uma equipe normalmente é positiva, um participante desejando o sucesso do trabalho do outro, porém nem sempre é harmoniosa. Sem coordenação, existe a possibilidade de os participantes envolverem-se em tarefas repetitivas ou conflitantes (GEROSA, 2006).

A coordenação deve tratar os conflitos que prejudicam o grupo, que podem ser causados por problemas de comunicação ou percepção, por diferenças de interpretação da situação ou por diferença de interesse (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002), (FUKS *et. al.*, 2002).

2.1.1.3 - Cooperação

Apesar de essenciais, comunicação e coordenação, não são suficientes para uma colaboração efetiva, faz-se necessário um espaço para compartilhamento de informações, no qual o grupo possa criar entendimento compartilhado da tarefa (FUKS *et. al.*, 2002). A

cooperação é a ação conjunta dos membros de um grupo em um espaço compartilhado que visa a realização das tarefas orientadas pela coordenação. Os membros do grupo cooperam através da produção, manipulação e organização das informações, criando e aprimorando objetos de cooperação, tais como: documentos, planilhas, gráficos, etc. (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002).

O grupo pode contar com a memória coletiva, através do registro das informações trocadas, que podem ser consultadas sempre que forem necessárias, objetivando recuperar o histórico de uma discussão, as circunstâncias em que foi tomada determinada decisão, ou qualquer outro dado recuperável, fornecendo a história da colaboração (FUKS *et. al.*, 2008). Segundo Fuks, Raposo e Gerosa (2002, p. 10) “a forma de garantir a “memória” do grupo nos projetos colaborativos é preservando, catalogando, categorizando e estruturando a documentação produzida pelos participantes”.

O registro da informação visa aumentar o entendimento entre as pessoas, reduzindo a incerteza (relacionada com a ausência de informação) e a equivocabilidade (relacionada com a ambiguidade e com a existência de informações conflitantes) (DAFT e LENGEL, 1986 *apud* FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002, p. 10).

O número excessivo de informações, pode causar uma sobrecarga e interromper o fluxo de colaboração. De modo a evitar esta sobrecarga de informações é conveniente realizar um balanceamento entre a necessidade de fornecer informações e a capacidade de preservação da atenção sobre o trabalho (FUKS *et. al.*, 2008). Fuks, Raposo e Gerosa (2002, p. 11) relatam que “os ambientes de colaboração devem prover informações necessárias para o trabalho coletivo e o individual, de forma que os participantes possam criar um entendimento compartilhado e construir o seu contexto de trabalho”

Os participantes utilizam informações de percepção para planejar futuras interações, fazendo uso de mecanismos de expressão para obter informação dos resultados de suas atuações (*feedback*) e das ações de seus parceiros (*feedthrough*) (GEROSA, 2006)

2.1.1.4 - Percepção

Para viabilizar a colaboração, são necessárias informações sobre o que está ocorrendo. Perceber, neste contexto, é obter informação, por intermédio dos sentidos, do que está ocorrendo e do que as demais pessoas estão realizando, mesmo que não haja uma comunicação direta com elas. Estas informações são obtidas através dos elementos de percepção, que as

registram e condensam ao longo das interações entre os participantes. A percepção está relacionada ao ser humano, enquanto os elementos de percepção à interface do ambiente (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002).

Quanto à percepção e aos elementos de percepção Fuks, Raposo e Gerosa (2002) relatam:

A percepção, que é inerente ao ser humano, torna-se central para a comunicação, coordenação e cooperação de um grupo de trabalho. Os indivíduos tomam ciência das mudanças causadas no ambiente pelas ações dos participantes, e redirecionam as suas atitudes (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002, p. 11).

Elementos de percepção são os elementos do espaço compartilhado por onde são transmitidas as informações destinadas a prover percepção. Estas informações auxiliam os indivíduos a dirigir suas ações, interpretar eventos e prever possíveis necessidades. Perceber as atividades dos outros indivíduos é essencial para garantir o fluxo e a naturalidade do trabalho (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002, p. 11).

2.2 – MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO - BIM

2.2.1 - Visão Geral

O termo BIM, do inglês *Building Information Modeling* com tradução para o português como Modelagem da Informação da Construção, segundo o Guia CBIC - v1 (2016), teria sido usado inicialmente pelo professor da *Georgia Tech School of Architecture*³ e diretor do *Digital Building Laboratory*⁴, Charles Eastman. O guia relata ainda que a difusão do termo BIM estaria também associada ao trabalho do renomado consultor americano, especialista em tecnologia aplicada às construções, Jerry Laiserin. Porém é relevante ressaltar a evolução do significado atribuído ao acrônimo BIM, onde Gaspar e Ruschel (2017), inspirados em um artigo de Succar (2009), apresentam termos que guardam relação de significância com o significado do termo BIM de referência ao longo dos anos. O Quadro 2 mostra alguns desses termos.

³ <https://arch.gatech.edu/>

⁴ <https://dbl.gatech.edu/>

Quadro 2 - Evolução do Termo BIM

Termo	Ano
<i>Computer-aided Architectural Design</i>	1974
<i>Building Design System</i>	1975
<i>Building Description System</i>	1976
<i>Integrated Building Model</i>	1980
<i>Design Data Model</i>	1982
<i>Integrated Product Model</i>	1988
<i>Building Product Model</i>	1989
<i>Building Information Model</i>	1992
<i>Integrated Design Model</i>	1992
<i>Parametric Building Model</i>	2004
<i>Virtual Design and Construction</i>	2004

Fonte: Gaspar e Ruschel (2017). Adaptado pelo autor.

O professor Charles Eastman, citado anteriormente, teria conceituado BIM como sendo “um modelo digital que representa um produto, que, por sua vez, seria o resultado do fluxo de informações do desenvolvimento do seu projeto” (GUIA CBIC - v1, 2016, p. 22). De modo que as informações criadas durante o desenvolvimento do projeto deveriam descrever o produto, tal qual ele seria, de fato, construído no mundo real.

Há diversas definições para o termo BIM; segundo o *National Institute of Building Standards* – NIBS, BIM é:

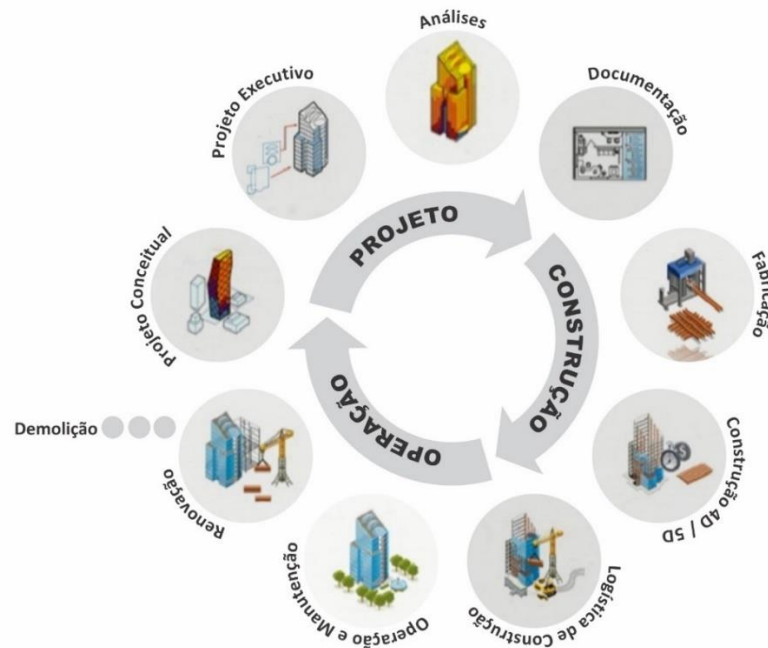
Uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação e um recurso de compartilhamento de conhecimento que viabiliza a obtenção de informações sobre uma instalação, formando uma base confiável para que decisões sejam tomadas durante seu ciclo de vida, definido desde a sua concepção até a demolição (GUIA CBIC - v1, 2016, p. 23).

De acordo com Gu e London (2010)

BIM é uma abordagem da TI que envolve a aplicação e manutenção de um modelo digital integrado de todas as informações da construção nas diferentes fases do ciclo de vida da edificação na forma de um repositório de dados, que inclui informações geométricas e não geométricas (GU; LONDON, 2010, p. 988. Tradução nossa).

A Figura 5, ilustra o ciclo de vida de uma edificação em BIM.

Figura 5 - Ciclo de Vida de uma edificação em BIM



Fonte: Adaptado pelo autor

A utilização do BIM possibilita a integração do conhecimento da construção mais cedo no processo de projeto (EASTMAN *et. al.*, 2014). A Curva de MacLeamy (Figura 03, no item 1.8), retrata uma das principais alterações no processo de projeto em AEC. Na metodologia BIM, as tomadas de decisões de projeto ocorrem em uma fase anterior à do processo tradicional, onde o seu impacto é maior e o custo das alterações de projeto é menor (Guia BIM ABDI – MDIC – v1, 2017).

Este processo requer que todos os agentes envolvidos (projetistas, montadores, fabricantes, fornecedores, clientes, etc), participem desde as fases iniciais do projeto, o que, aliado a capacidade de simulação da plataforma BIM, viabiliza um maior desenvolvimento e coesão do projeto antes das fases que consomem a maior parcela dos recursos e investimentos (Guia BIM ABDI – MDIC – v1, 2017).

A antecipação da participação de todos os atores nos estágios iniciais do projeto, permite o abastecimento de informações mais cedo no modelo e segundo Freire, Martha e Sotelino (2015) o poder do BIM está exatamente nas informações contidas no modelo e o que se pode fazer com elas. O BIM não envolve apenas a modelagem 3D, é comumente definido também em outras dimensões (SMITH, 2014).

2.2.1.1 - As Dimensões do BIM (Modelagem nD)

Segundo Campestrini *et. al.* (2015) as dimensões de um modelo estão relacionadas a como ele foi programado e, conseqüentemente, dos tipos de informações que dele serão retiradas. Essa capacidade multidimensional do BIM é definida como modelagem 'nD', devido a sua capacidade de adicionar ao modelo de construção um número quase infinito de dimensões (SMITH, 2014).

Arnal (2018) apresenta a Teoria das 10 (dez) Dimensões, um ciclo que inclui o tridente “ferramentas / meios / finalidades” que ajuda a entender o processo de construção como ferramentas digitais de modelagem tridimensional em conjunto com um banco de dados e dá origem a uma nova maneira de trabalhar denominada de processo colaborativo. Tem o objetivo de alinhar todos os agentes que participam do ciclo de vida de um edifício ou de uma infraestrutura para chegar ao estágio de construção industrializada. A Figura 6 apresenta uma visão geral das dimensões do BIM.

Figura 6 – As Dimensões do BIM



Fonte: <http://jc-bim.blogspot.com/2020/08/dimensoes-do-bim.html>, acesso 18/12/2021

A Teoria das 10 Dimensões é apresentada de forma resumida como:

Dimensão 1D - Implica na implantação de protocolos BIM em um país ou organização;

Dimensão 2D - Tem como base a introdução de fluxos de trabalho colaborativos, fomenta novos modelos de contratação e solicita soluções integradas de gerenciamento;

Dimensão 3D - Relacionada a modelagem digital e, a esta dimensão acrescenta-se ainda a identificação de incompatibilidades, captura de realidade e produtos BIM;

Dimensão 4D - Trata do fator tempo, do planejamento temporal, diretamente vinculada a cada um dos elementos modelados;

Dimensão 5D - Relacionada a economia do projeto ou como cada elemento BIM é conciliado com o preço, sua origem, instalação e os custos para a sua manutenção;

Dimensão 6D - Dedicada à sustentabilidade dos projetos e das construções, focada em seus aspectos ambientais, tal como a sua contabilidade de CO₂;

Dimensão 7D - Trata da operação e manutenção de instalações construídas e ativos manufaturados;

Dimensão 8D – Direcionada para o conceito de Acidente Zero, corresponde a segurança e saúde durante o projeto e a fase de manutenção das edificações;

Dimensão 9D – Relacionada a introdução da filosofia de gestão enxuta no setor de construção, chamada de construção enxuta;

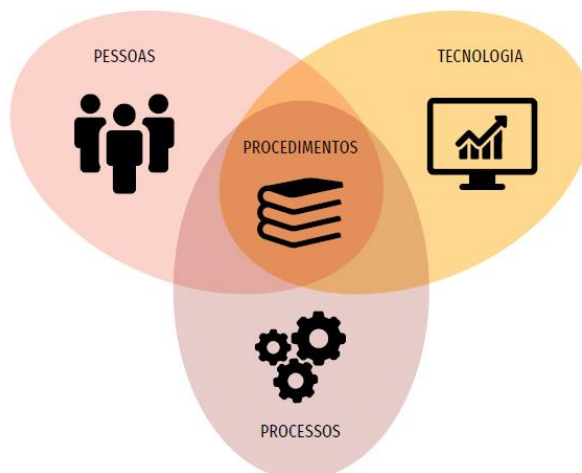
Dimensão 10D – Trata do objetivo comum entre todas as outras dimensões que é industrializar a construção, transformar o setor de construção em um setor mais produtivo, integrado às novas tecnologias através de sua digitalização.

O BIM incorpora muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, proporcionando a base para novas capacidades da construção e quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrados que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos (EASTMAN *et. al.*, 2014, p. 1)

2.2.1.2 - Fundamentos do BIM

A efetiva implantação da metodologia BIM se baseia em três dimensões fundamentais: tecnologia, pessoas e processos, concatenadas entre si por Procedimentos, Normas e Boas Práticas, como mostra a Figura 7 (Guia BIM ABDI – MDIC – v1, 2017). Neste trabalho o termo “dimensões” desta seção, será substituído por “camadas” para evitar possíveis confusões referentes as dimensões do BIM.

Figura 7 - Fundamentos do BIM



Fonte: Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017),
Adaptado de SUCCAR, disponível em: www.bimframework.info

O Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017) relata sobre os aspectos fundamentais para implantação do BIM como se segue:

Os aspectos de tecnologia estão relacionados a infraestrutura necessária para a operação: *hardwares* e *softwares*, estrutura de rede interna de computadores, conexão com a internet, armazenamento de arquivos, segurança de dados e o treinamento e acultramento adequado dos usuários no processo BIM.

Os aspectos relacionados as pessoas são vitais na estratégia de implantação. Os profissionais devem possuir experiência, capacidade de trabalhar com equipe, tanto interna como externa e procurar se manter tecnologicamente atualizado, mostrando ser flexível às mudanças, que possuem avanços constantemente.

Um processo virtual é tão bom quanto as pessoas que o operam. Se os profissionais não forem preparados para a utilização dos recursos, se os profissionais que operam ferramentas BIM não tiverem a experiência e o conhecimento transdisciplinar dos projetos, se os projetistas não tiverem vivência da execução da construção e se os profissionais envolvidos no empreendimento trabalharem de forma isolada e não colaborativa, a nova tecnologia não consegue alcançar seu patamar ótimo (GUIA BIM ABDI – MDIC – v1, 2017, p. 11).

Quanto aos aspectos referentes aos processos, estes não estão relacionados apenas com os processos internos a serem adotados, mas também com os novos processos interempresariais. Desta forma o plano de trabalho deve englobar: o fluxo de trabalho, o cronograma, a definição de funções, a especificação dos entregáveis, o sistema de concentração de dados, arquivos e informações, o método de comunicação, o nível de detalhe em cada fase e a especificação do uso do modelo em todos os ciclos de vida da edificação.

2.2.1.3 - *Objetos Paramétricos*

Os objetos no BIM são paramétricos, são inteligentes, guardam informações sobre si mesmo, sobre a relação com outros objetos e sobre o ambiente os quais estão inseridos. Ao se inserir, por exemplo, um objeto BIM “porta”, este “sabe” que necessita ser “hospedado” em um objeto “parede” e deverá se adequar as condições pré-estabelecidas pelo objeto hospedador, por exemplo a espessura da parede de 20 cm. Caso necessite-se alterar a espessura do objeto “parede” para 15 cm, por exemplo, o objeto “porta” irá “perceber”, “interpretar” e “reagir” a essa mudança de forma automática, se adequando a nova realidade pré-estabelecida pelo objeto hospedador “parede”. Essas reações automáticas contribuem para garantir a consistência e a

integridade do modelo BIM projetado, assim como da documentação gerada pelo projeto (desenhos e tabelas), diferente do que ocorre com o processo baseado em CAD (que não possui um banco de dados integrador). Neste último, a integridade da documentação depende tão somente da ação humana, que necessita aplicar a alteração em todos os documentos referente ao projeto, tais como: plantas, cortes, etc.

Para Eastman *et. al.* (2014, p. 14) “o conceito de objetos paramétricos é central para o entendimento do BIM e sua diferenciação dos objetos 2D tradicionais”. Objetos BIM paramétricos são definidos como se segue:

- consistem em definições geométricas e dados e regras associadas.
 - a geometria é integrada de maneira não redundante e não permite inconsistências.
 - as regras paramétricas para os objetos modificam automaticamente as geometrias associadas quando inseridas em um modelo de construção ou quando modificações são feitas em objetos associados.
 - os objetos podem ser definidos em diferentes níveis de agregação, então podemos definir uma parede, assim como seus respectivos componentes. Os objetos podem ser definidos e gerenciados em qualquer número de níveis hierárquicos.
 - as regras dos objetos podem identificar quando determinada modificação viola a viabilidade do objeto no que diz respeito a tamanho, construtibilidade, etc.
 - os objetos têm a habilidade de vincular-se a ou receber, divulgar ou exportar conjuntos de atributos para outras aplicações e modelos.
- (EASTMAN *et. al.*, 2014, p. 14).

Ainda segundo os autores a modelagem paramétrica baseada em objetos torna-se uma mudança relevante e está facilitando bastante a indústria da construção, devido a mudança do processo de projeto, de uma tecnologia artesanal baseada em desenhos para uma tecnologia digital baseada em modelo e que podem ser trocados com outras aplicações (EASTMAN *et. al.*, 2014) As soluções BIM trabalham com gestão de banco de dados, de modo que qualquer modificação feita em um modelo será automaticamente apontada nas demais formas de visualização do referido volume de dados e as informações geradas a partir deste modelo, sejam elas: tabelas, relatórios ou desenhos (Guia CBIC - v1, 2016).

2.2.1.4 – Interoperabilidade e o IFC

Para Eastman *et. al.* (2014) a interoperabilidade representa a necessidade de trocar dados entre aplicações, de modo que uma variedade de especialistas e aplicações possam contribuir para um determinado trabalho. Tradicionalmente tem como base a troca pelos formatos de arquivos, como o DXF (*Drawing eXchange Format*) e o IGES, que trocam apenas a geometria.

De uma maneira mais geral, de acordo com o *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) “interoperabilidade é a habilidade que dois ou mais sistemas ou componentes possuem de trocar informações e utilizar as informações que foram trocadas” (GUIA CBIC – v3, 2016, p. 75). Desse modo a interoperabilidade transformou-se em sinônimo da capacidade que os sistemas possuem de múltiplas informações coexistirem, interagirem e compreenderem reciprocamente durante as funcionalidades de troca (CHEN; DACLIN, 2006 *apud* FREIRE *et. al.*, 2015).

Para produtos de construção, Eastman *et. al.* (2014) relatam que os dois principais modelos de dados são o *Industry Foundation Classes* (IFC) para projeto, planejamento, construção e gerenciamento de edificações e o *CIMsteel Integration Standart Version 2* (CIS/2) exclusivamente para engenharia e fabricação de aço estrutural. Ambos os modelos representam geometria, relações, processos e materiais, desempenho, fabricação e outras propriedades necessárias para o projeto e a produção.

O IFC foi criado com a finalidade de gerar um conjunto de modelos de dados consistentes de informações da construção para a troca entre aplicações de *softwares* do setor de AEC. Foi desenvolvido para atuar em todas as informações da construção, durante todo o ciclo de vida da edificação, desde a viabilidade e planejamento, passando pelo projeto, incluindo análise e simulação, construção, até a ocupação e a operação (EASTMAN *et. al.*, 2014).

“As especificações IFC são protegidas por *copyright*, foram desenvolvidas e estão em constante evolução e manutenção pela *BuildingSMART International*, organização também conhecida como IAI (*International Alliance for Interoperability*)” (GUIA CBIC – v3, 2016, p. 77).

Eastman *et. al.* (2014) relatam que mesmo que o IFC consiga representar uma grande série de projetos de construção, informações de engenharia e de produção, o conjunto de possíveis informações a serem trocadas na indústria AEC é imensa. A cada nova versão a cobertura do IFC trata as limitações, em resposta às necessidades dos usuários e desenvolvedores, e se amplia.

“O IFC é o principal instrumento pelo qual é possível estabelecer a interoperabilidade dos aplicativos de *software* da AEC” (ANDRADE; RUSCHEL, 2009, p. 605). Hoje a grande maioria das soluções BIM usadas em projetos de autoria suporta bem o IFC, permitindo que a

troca de informações seja executada com um bom nível de confiabilidade e consistência (Guia CBIC – v3, 2016).

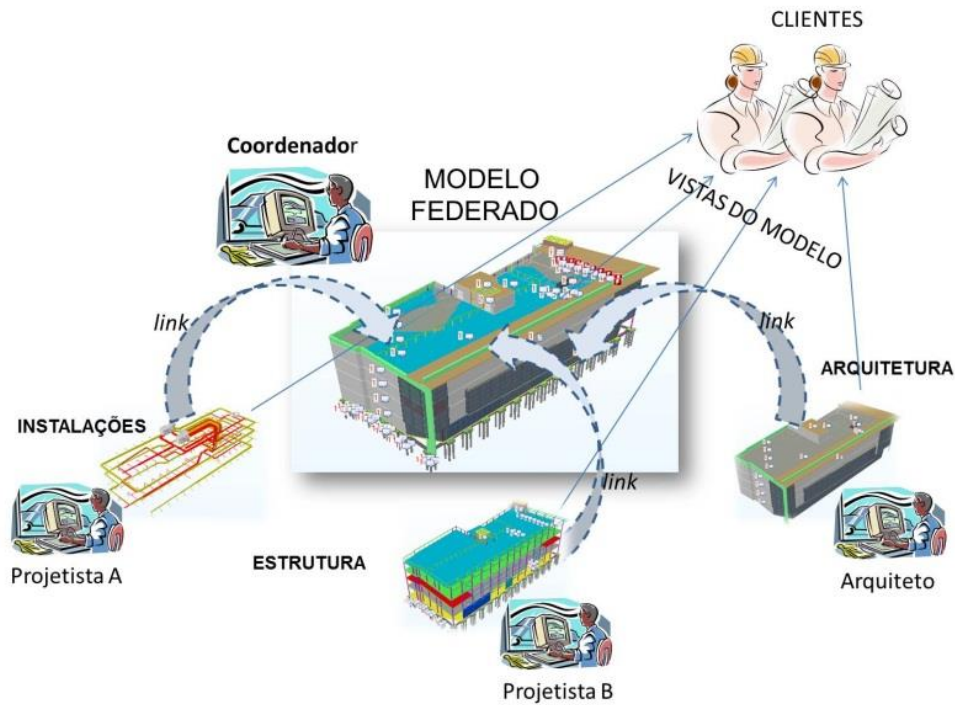
2.2.1.5 - Modelo BIM

Trata-se de uma representação digital multidimensional das propriedades físicas e funcionais de uma edificação. De modo geral é desenvolvido um modelo BIM exclusivo para cada disciplina que compõe a edificação, denominado normalmente de “modelo autoral”, ou seja, são realizados pelos projetistas - de cada disciplina que compõem o projeto da edificação - um modelo para arquitetura, outro para estrutura, outro para instalações elétricas e hidráulicas, e assim por diante. O objetivo principal desses modelos é definir o “objeto a ser construído”, sendo comumente utilizados pela coordenação para a realização de análises, a fim de se obter uma solução equilibrada e consistente, sem interferências entre as disciplinas. A partir do momento que a solução é encontrada, esses modelos passam a ser utilizados para gerar toda a documentação necessária para a construção da edificação através da impressão de desenhos e tabelas (Guia CBIC - v1, 2016).

Uma boa prática é estabelecer o que se chama de “modelo federado” ou “modelo compartilhado” (Guia CBIC - v1, 2016), constituído pela integração dos diferentes modelos de cada disciplina, “modelos autorais”, sob responsabilidade da coordenação do projeto (Guia BIM ABDI – MDIC – v4, 2017).

Segundo Manzione (2013) o modelo federado é composto por diversos modelos ligados logicamente, porém suas fontes de dados não perdem identidade nem integridade por estarem ligadas; desta forma, uma alteração realizada em um dos modelos não implica em alterações nos demais componentes do modelo federado, ficando a cargo da coordenação alertar sobre a necessidade de alteração, controlando o fluxo do projeto. A Figura 8 ilustra o esquema de um modelo federado.

Figura 8 - Modelo Federado



Fonte: Manzione (2013)

2.2.1.6 - Sistema Proprietário e Sistema Open BIM

O BIM possui centenas de aplicativos, vários com uma mesma função principal, por exemplo, o desenvolvimento de projeto. Cada aplicativo trabalha com o que se costumou chamar de formato proprietário (Guia BIM ABDI – MDIC – v4 (2017). Segundo Eastman *et. al.* (2014, p. 68) “o formato proprietário é aquele que foi desenvolvido por uma empresa para interfacear com o aplicativo daquela companhia”. Os autores relatam ainda que uma vez que cada formato tem objetivo próprio, eles focam em capacidades funcionais específicas. Um formato proprietário para intercâmbio bastante difundido no setor de AEC é o DXF (*Data eXchange Format*) definido pela *Autodesk*.

Alguns desses aplicativos BIM participam do consórcio *BuildingSMART*, organização responsável pelo desenvolvimento do formato IFC, um esquema padrão que permite a livre troca de dados entre aplicativos compatíveis. O arquivo IFC possibilita que os projetistas façam uso de plataformas de projetos diferentes, sem que isso impossibilite o trabalho em conjunto e integrado. (Guia BIM ABDI – MDIC – v4, 2017).

O uso do IFC possibilitou uma outra iniciativa da *BuildingSMART*, o *Open BIM*, que segundo o próprio site da *BuildingSMART* trata-se de um procedimento universal para projeto

colaborativo, a realização e a operação de edifícios baseado em padrões abertos e fluxos de trabalho. Os projetistas, sempre farão uso de algum *software* proprietário, porém podem e devem exportar para arquivo IFC. A premissa do sistema *Open BIM* é a realização de um modelo, no qual a integração é realizada pela montagem de um arquivo federado composto por vários arquivos IFC (Guia BIM ABDI – MDIC – v4, 2017).

Softwares certificados, pela *BuildingSMART*, exportam seus dados em formato IFC e através deste compõem o arquivo federado, o qual permite a análise e coordenação do projeto. Além de que, existem *softwares* específicos que realizam algumas análises e simulações que fazem uso do IFC como arquivo de trabalho, entre os quais podemos citar os *softwares* voltados para a verificação de modelos BIM (*Model Checker*) (Guia BIM ABDI – MDIC – v4, 2017).

2.2.1.7 - LOD (Nível de Desenvolvimento)

Quanto ao conceito de LOD é relevante o que relata o Guia CBIC – v1 (2016).

O conceito de LOD especificamente utilizado na tecnologia BIM foi inicialmente entendido como nível de detalhamento (*Level Of Detail*). Atualmente, o termo tem sido mais citado como nível de desenvolvimento (*Level Of Development*), o que significa uma ampliação do conceito inicial (GUIA CBIC – v1, 2016, p. 112).

Segundo o Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017) o nível de detalhamento está relacionado a quantidade de elementos gráficos e informações anexadas a estes elementos, já o nível de desenvolvimento faz referência a confiabilidade que o modelo do elemento conseguiu atingir, ou seja, refere-se à qualidade do processo decisório, relativa à evolução do projeto. Desta forma, o LOD torna-se um parâmetro que possibilita que os atores da indústria da construção civil especifiquem e articulem, claramente, conteúdos e níveis de confiabilidade de modelos BIM, nas várias fases do processo de projeto e construção (GUIA CBIC – v1, 2016).

Segundo o Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017, p. 26) “o LOD do modelo é progressivo e que de acordo com sua evolução serão fornecidos modelos com maior volume de informação”. A Figura 09 apresenta um desenho esquemático do desenvolvimento da informação no LOD do elemento.

Figura 9 - Evolução Esquemática da Informação no LOD do Elemento



Fonte: Adaptado de Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017, p. 26)





O conceito de LOD é usado com frequência para definir escopo de contrato de serviços de modelagem BIM. Segundo o Guia CBIC – v1 (2016) a especificação do LOD possui como objetivo:


- Servir de referência para que as equipes (incluindo proprietários) possam especificar entregáveis BIM, definindo claramente o que deve ser incluído em cada um deles;
- Servir como um padrão que pode ser utilizado como referência em contratos e planejamentos de trabalhos baseados em BIM;
- Possibilitar que usuários BIM, posicionados mais a jusante no fluxo de trabalho, possam confiar nas informações incorporadas nos modelos BIM que eles estão recebendo (desenvolvidos por outros autores) (GUIA CBIC – v1, 2016, p. 113).

As especificações relacionadas ao LOD são apresentadas no Quadro 3 desenvolvida por Barros (2018). O quadro exibe 3 colunas. Na primeira apresenta a numeração do LOD e uma ilustração referente a este, na segunda coluna a fase de projeto a que o LOD está relacionado e na terceira a definição de cada LOD. Segundo a autora as definições tiveram como base: (1) Documento “*Level of Development Specificacion*” atribuído ao *American Institute of Architecture* e elaborado pelo BIM Forum; (2) Caderno de Apresentação de Projetos em BIM do Governo de Santa Catarina (2014) e (3) Guia CBIC – v1 (2016).

Quadro 3 - Conceitos Básicos do LOD

LOD	ETAPA	DEFINIÇÃO
<p>100</p>	<p>Definição do Produto (Fase Conceitual)</p>	<p>“Inclui elementos do projeto que são usados para estudos de massa. Esses elementos devem ser suficientes para os estudos preliminares e conceituais, e orientativos para o planejamento do projeto” (Caderno BIM, 2014, p. 25).</p> <p>“São informações anexadas a outros elementos ou símbolos do modelo que mostram a existência de um componente, mas não a forma, o tamanho ou a localização precisa. Qualquer informação derivada dos</p>

		elementos LOD 100 deve ser considerada aproximada” (<i>Level of Development Specification</i> , 2016, p. 12).
<p>200</p> 	<p>Definição do Produto (Geometria aproximada)</p>	<p>“Os elementos conceituais são convertidos em objetos genéricos com a definição de suas dimensões básicas. [...] Definindo e consolidando as informações necessárias a fim de verificar sua viabilidade técnica e econômica” (Caderno BIM, 2014, p. 25).</p> <p>“Podem ser reconhecidos como os componentes que eles representam, ou podem ser volumes para reserva de espaço. Qualquer informação derivada dos elementos LOD 200 deve ser considerada aproximada” (<i>Level of Development Specification</i>, 2016, p. 12).</p>
<p>300</p> 	<p>Definição do Produto (Geometria precisa)</p>	<p>“Os elementos do modelo são graficamente representados como um sistema específico, objeto ou conjunto em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação” (Caderno BIM, 2014, p. 25).</p> <p>“A quantidade, o tamanho, a forma, a localização e a orientação do elemento, tal como foi concebido, podem ser medidos diretamente do modelo sem se referir a informações não modeladas, como notas ou chamadas de dimensões” (<i>Level of Development Specification</i>, 2016, p. 12).</p>
<p>350</p> 	<p>Identificação e Solução de interfaces</p>	<p>“Os elementos genéricos são transformados para os elementos finais, com visão da construção e da identificação das interfaces entre as especialidades” (Caderno BIM, 2014, p. 25).</p> <p>“As peças necessárias para a coordenação do elemento com elementos próximos ou anexados são modeladas. Essas partes incluirão itens como suporte e conexões. A quantidade, o tamanho, a forma, a localização e a orientação do elemento, tal como foram concebidos, podem ser medidas diretamente a partir do modelo sem se referir a informações não modeladas” (<i>Level of Development Specification</i>, 2016, p. 12).</p>
<p>400</p> 	<p>Projeto de Detalhamento (Execução ou fabricação)</p>	<p>“Contempla o desenvolvimento final e o detalhamento de todos os elementos do empreendimento, de modo a gerar um conjunto de informações suficientes para a perfeita caracterização das obras/serviços a serem executadas, bem como a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução” (Caderno BIM, 2014, p. 26).</p> <p>“Um elemento é modelado com detalhes e precisão suficientes para a fabricação do componente representado. A quantidade, o tamanho, a forma, a localização e a orientação do elemento, tal como foram</p>

		concebidos, podem ser medidas diretamente a partir do modelo sem se referir a informações não modeladas, como notas ou chamadas de dimensões” (<i>Level of Development Specification</i> , 2016, p12).
<p style="text-align: center;">500</p> 	<p style="text-align: center;">Pós-entrega da obra (Obra concluída)</p>	<p>“Nesta etapa, tem-se o fim da gestão das fases de obra, e o fim da gestão das fases de projeto da edificação com a geração do projeto de “<i>As Built</i>” e manuais” (Caderno BIM, 2014, p. 27).</p> <p>“Uma vez que o LOD 500 se relaciona com a verificação de campo e não é uma indicação de progressão para um nível mais alto de geometria, de elemento, de modelo ou informação não gráfica, esta especificação não o define ou o ilustra” (<i>Level of Development Specification</i>, 2016, p. 13).</p>

Fonte: Barros (2018, p. 50-52)

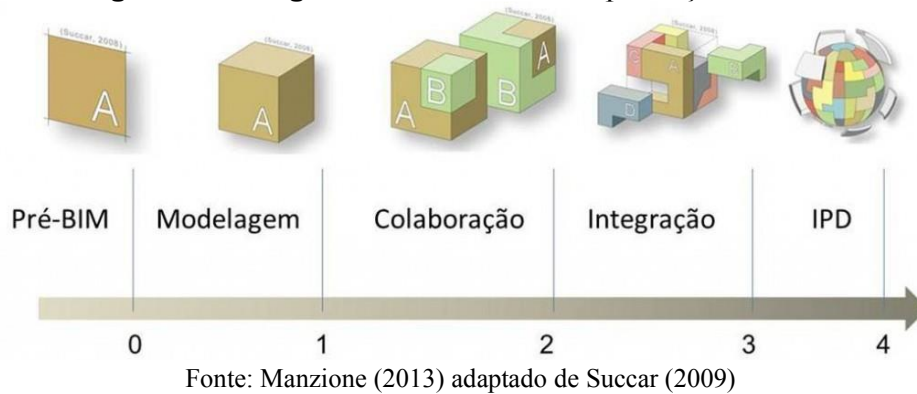
2.2.1.8 - Maturidade BIM

Segundo o Guia CBIC – v5 (2016, p. 91). “é praticamente impossível que uma empresa, após ter tomado a decisão de adotar o BIM, e partindo de um estágio que poderíamos chamar de Pré-BIM, possa saltar para o estágio de uso pleno e intensivo da tecnologia, que poderíamos chamar de BIM integrado”. O Guia relata então que, é inevitável seguir uma trajetória evolutiva, passar por estágios intermediários, até se alcançar o uso pleno e integrado do BIM.

No que diz respeito ao nível de maturidade para implantação do BIM, Succar (2009) apresenta um *framework* referente a maturidade BIM em organizações, projetos e indústria com uma série de estágios que as partes interessadas precisam implementar de forma gradual e consecutiva.

O autor identifica um ponto fixo de partida, o status antes da implementação do BIM, três estágios fixos de maturidade BIM e um ponto final variável que permite avanços futuros imprevistos na tecnologia. O *framework* usa o termo Pré-BIM para representar o status da indústria antes da implementação do BIM e entrega de projeto integrado, do inglês *Integrated Project Delivery* (IPD) para demonstrar o objetivo final de implementar o BIM. O BIM Estágio 1 representa a modelagem baseada em objeto, o BIM Estágio 2 a colaboração baseada em modelo e o BIM Estágio 3 a integração baseada em rede. A Figura 10 mostra os estágios de maturidade na implantação do BIM.

Figura 10 - Estágio de Maturidade na Implantação do BIM



Sobre os estágios de maturidade Succar (2009) relata:

- Pré-BIM – Possui grande dependência da documentação em 2D para descrever uma realidade em 3D. Até quando são geradas visualizações tridimensionais, elas são dependentes de uma documentação bidimensional. As práticas colaborativas não são priorizadas pelos pares e o fluxo de trabalho é linear e assíncrono.

- BIM Estágio 1 – Modelagem Baseada em Objeto – A implementação do BIM é iniciada com a inserção de um *software* de modelagem de objeto em BIM, tipo o Revit, ArchiCAD, Tekla, etc. Os usuários geram modelos de uma única disciplina e as práticas colaborativas são similares a da fase Pré-BIM sem trocas significativas de modelos entre as disciplinas. A troca de dados entre os pares é unidirecional e a comunicação continua sendo assíncrona e desarticulada.

- BIM Estágio 2 – Colaboração Baseada em Modelo – Após desenvolver conhecimento (habilidade) de modelagem de uma disciplina implementada no “Estágio 1”, os projetistas no “Estágio 2” colaboram de forma ativa com projetistas de outras disciplinas. Tecnicamente isso pode ocorrer de maneiras distintas, dependendo da escolha de *softwares* BIM de cada projetista. A colaboração pode ocorrer em dois formatos: (1) Formato “proprietário”, com *softwares* da mesma empresa, por exemplo entre *Revit Architecture* e *Revit Structure* através do formato de arquivo .RVT e (2) Formato “não proprietário”, com *softwares* de empresas diferentes, por exemplo entre ArchiCAD e Tekla usando o formato de arquivo IFC. Mudanças contratuais podem tornar-se necessárias à medida que as trocas baseadas em modelo aumentarem e começarem a substituir os fluxos de trabalhos baseados em documentos.

- BIM Estágio 3 – Integração Baseada em Rede - Nesta fase, os modelos integrados semanticamente ricos são criados, compartilhados e mantidos em colaboração em todas as fases do ciclo de vida do projeto. Essa integração pode ser alcançada através de tecnologias de

servidor de modelo e soluções de banco de dados. Os modelos BIM “Estágio 3” tornam-se modelos nD interdisciplinares permitindo análises complexas desde estágios iniciais de projeto, passando pela construção virtual até o uso da edificação. A colaboração torna-se interativa em torno de um modelo extensivo, unificado e compartilhável de dados. A implementação requer reconsiderações contratuais dos modelos de alocação de risco e dos fluxos processuais. O pré-requisito para essa mudança é a maturidade das tecnologias de rede que permita um modelo interdisciplinar compartilhado com acesso bidirecional aos *stakeholders* do projeto. A maturidade de todas essas tecnologias, processos e políticas eventualmente facilitará uma entrega de projeto integrado.

- Entrega de Projeto Integrado (IPD) - é uma abordagem que integra pessoas, sistemas, estruturas de negócios e práticas em um processo que aprimora os talentos e ideias de todos os participantes para otimizar os resultados do projeto, aumentar o valor para o proprietário, reduzir o desperdício e maximizar a eficiência através de todas as fases de projeto, fabricação e construção.

As soluções de projeto integrado são colaborações melhoradas pelo aumento da integração horizontal, vertical e temporal da gestão de dados e informações, que aumentam o valor agregado em toda a cadeia de acionistas ao longo do ciclo de vida da edificação (SUCCAR, 2009).

A tecnologia BIM cruzou a fronteira entre um conceito de pesquisa e uma ferramenta comercial viável, e destina-se a se tornar tão indispensável para o projeto e a construção de edifícios quanto a proverbial régua T ou martelo e pregos. A transição para o BIM, entretanto, não é uma evolução natural do desenho auxiliado por computador (*computer-aided drafting* – CAD). Ela envolve uma mudança de paradigma do desenho para a modelagem, ajudando – e sendo ajudada por – uma mudança simultânea do método tradicional e competitivo de empreender para práticas mais colaborativas de projeto e construção (EASTMAN *et. al.*, 2014, p. 283).

2.2.2 - Projeto Colaborativo em BIM

“O processo BIM tem como premissa a colaboração contínua e concomitante de todas as disciplinas no desenvolvimento do projeto” (Guia ASBEA v2, 2015, p. 7). Kalay (1998) *apud* Manzione (2013, p. 2) conceitua colaboração como um acordo entre os envolvidos para compartilhar suas habilidades em processos e atingir os objetivos do projeto como um todo.

Para Tavares Jr (2014) o ponto chave para o sucesso do projeto em BIM está na efetiva colaboração entre as disciplinas, pois o projeto deve ser entendido, de forma ampla, como um todo e não mais através da representação de desenhos isolados. O autor relata ainda que o

compartilhamento das informações deve ocorrer constantemente entre todos os envolvidos no projeto, entre os quais o próprio cliente. Finaliza dizendo que, caso contrário, continuará sendo adotado o atual processo de contratação de projetos isolados e entregas individuais, subutilizando o uso da tecnologia BIM.

Colaborar segundo o Dicio (dicionário online de português) é “trabalhar com uma ou com várias pessoas numa atividade”. Porém o Guia CBIC – v3 (2016) relata que o significado do trabalho colaborativo na indústria da construção civil, quando considerado durante todo o ciclo de vida de um empreendimento, torna-se ainda mais amplo e aponta que alguns aspectos especificamente relacionados à colaboração BIM, tais como: (a) Regras para viabilizar o trabalho colaborativo em BIM; (b) Diretrizes de modelagem; (c) Codificação e padronização; (d) Interoperabilidade e o *Industry Foundation Classes* (IFC); (e) Comunicação via BIM *Collaboration Format* (BCF); (f) *Templates*; (g) Formatos de arquivos; (h) *Softwares* BIM (Guia CBIC – v3, 2016).

O processo de Projeto BIM é muito diferenciado do tradicional e pode ser classificado como uma inovação disruptiva. Ele altera o processo produtivo e também os produtos em um determinado mercado, pois atende a necessidades previamente não servidas pelas tecnologias anteriores. Assim sendo, é da maior importância que as práticas usuais de contratação devam ser adaptadas às características deste novo processo e de seus novos produtos. (GUIA BIM ABDI – MDIC – v4, 2017, p. 10)

Segundo o Guia da ASBEA v2 (2015), O planejamento é a chave desse processo, que deve abranger a participação de todas as disciplinas e ser expresso através do Plano de Execução BIM. Este objetiva garantir que todos os envolvidos no projeto estejam cientes das responsabilidades e oportunidades relacionadas à inclusão do BIM ao projeto.

2.2.2.1 - Plano de Execução BIM

Segundo o Guia BIM ABDI – MDIC – v4 (2017) o Plano de Execução BIM (PEB) pode sofrer variações em sua denominação e formatação, porém o documento possui objetivos bem definidos, que são:

- a) Organizar os processos BIM ao longo do empreendimento;
- b) Definir, em maior ou menor grau de detalhe, as responsabilidades e produtos associados e o modelo de comunicação e implementação para todos os participantes do empreendimento, em todas as fases de seu ciclo de vida” (GUIA BIM ABDI – MDIC – v4, 2017, p. 16).

O Guia da ASBEA v2 (2015) relata que o Plano de Execução BIM deve:

- Descrever os objetivos de cada equipe e suas expectativas com a utilização desse processo;
 - Definir os usos aplicados aos modelos;
 - Identificar os requisitos dos projetos em BIM;
 - Definir as equipes;
 - Estabelecer os procedimentos de colaboração;
 - Desenhar o fluxograma e marcos das atividades com BIM;
 - Estabelecer os procedimentos de controle da qualidade do modelo; e,
 - Definir quais e com qual grau de profundidade serão os produtos extraídos dos modelos BIM (entregáveis)
- (GUIA DA ASBEA v2, 2015, p. 2).

O plano deve definir, de forma clara, a função de cada participante incluído no processo, garantir que as plataformas de trabalho das equipes de projeto sejam compatíveis entre si e que os dados a serem disponibilizados obedeçam a critérios pré-estabelecidos conforme as necessidades das equipes (Guia da ASBEA v2, 2015).

É um documento dinâmico que pode e deve ser ajustado durante o andamento das atividades, seja pelo ingresso de novos componentes na equipe ou surgimento de novas demandas. Desta forma é relevante observar o que propõe a norma inglesa PAS 1192-2:2013 – *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling*, que o documento seja desenvolvido em duas etapas, pré e pós contrato. Essas etapas devem ter em comum a solicitação de requisitos claros por parte do contratante (Guia BIM ABDI – MDIC – v4, 2017).

2.2.2.2 - Ambiente Comum de Dados

Ambiente Comum de Dados ou do inglês *Common Data Environment* (CDE) é um espaço central destinado a coletar, gerenciar, avaliar e compartilhar informações. Todos os membros da equipe de projeto armazenam seus dados no CDE e quando necessário recuperam quaisquer dados, seu ou de outros participantes, depositados nele. No CDE fica armazenado o modelo federado, todos os modelos de autorias de cada disciplina, bases de dados e documentos específicos do domínio, que são necessários para a execução do projeto. Desta forma, o CDE descreve de forma abrangente o processo BIM.

A concentração do armazenamento de dados no CDE reduz o risco de redundância de dados e assegura a disponibilidade, a qualquer momento, de dados atualizados. Além de que, o CDE aumenta a taxa de reutilização das informações, facilita a integração de informações do

modelo e serve ao mesmo tempo como um arquivo central para documentação. Sendo este um ambiente disponível a todos os membros da equipe de projeto, ele pode ser usado como uma plataforma para processos colaborativos baseados em BIM (PREIDEL *et. al.*, 2016).

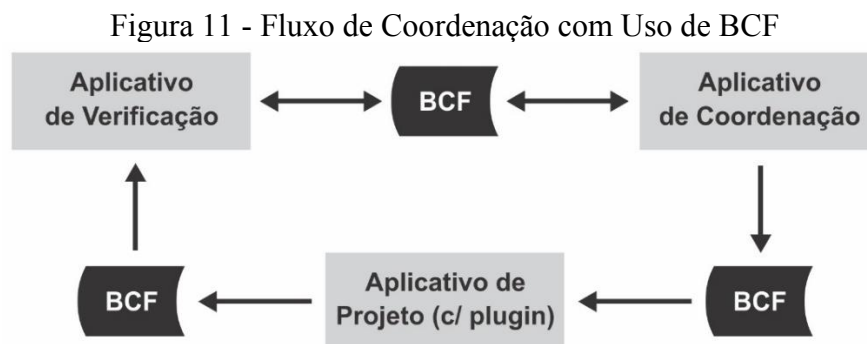
Ainda em relação à locais referentes a ambiente comum de dados é relevante ressaltar dois conceitos importantes, que são: (1) Rede de computadores - É conjunto de equipamentos (computadores e outros *hardwares*) com capacidade de processamento suficiente para trocar informações (dados) e compartilhar recursos físicos (*hardware*) ou lógicos (*softwares*) entre si, interligados através de um sistema de comunicação; (2) Computação em nuvem (do inglês, *cloud computing*) - Refere-se a utilização de recursos de computação, tais como, acesso a programas, serviços e arquivos por intermédio da internet. O armazenamento de dados é realizado em serviços online em rede, permitindo que estes sejam acessados, a qualquer hora, de qualquer lugar, sem a necessidade de instalação “e armazenar dados em seu dispositivo local”. O acesso aos programas, serviços e arquivos é realizado de forma remota, através do uso da Internet - daí vem a alusão à nuvem. Como exemplo de serviços de armazenamento de dados na nuvem tem-se o Google Drive, o OneDrive, o Dropbox, entre outros.

2.2.2.3 - Comunicação via BCF

Segundo o Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017) até 2010, toda anotação, fosse ela pergunta ou sugestão, sobre um modelo BIM, só conseguia ser trocada através do envio completo do referido modelo. Mesmo que selecionando algumas informações, ou destacando trechos deste modelo com imagens, era sempre de difícil localização e o receptor tinha sempre de fazer comparações entre versões do modelo para entender o que estava sendo solicitado. “O Formato de Colaboração BIM, do inglês BIM *Collaboration Format* (BCF), foi desenvolvido em 2010 para sanar esse problema e sua versão 2.0 foi publicada em 2014” (GUIA BIM ABDI – MDIC – v1, 2017, p. 24).

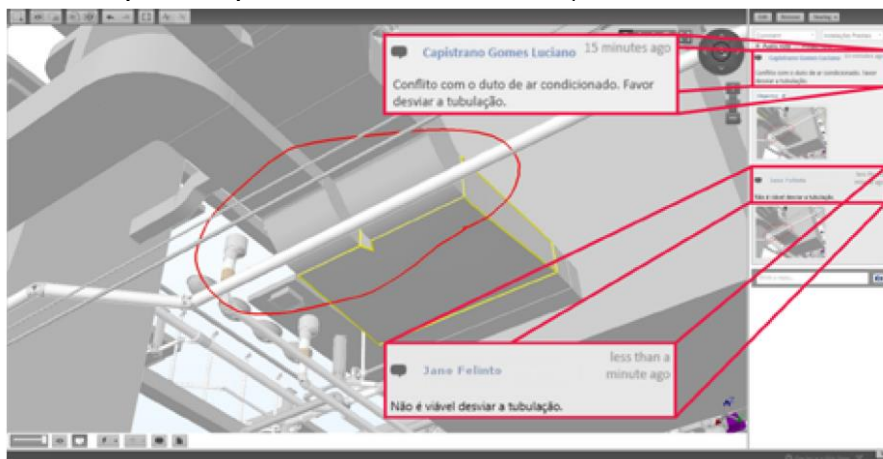
O BCF foi desenvolvido por um grupo voltado a *softwares* BIM e posteriormente transferido para a *BuildingSMART* (GUIA CBIC – v3, 2016, p. 85). Segundo o site da própria *BuildingSMART* o BCF é um esquema XML (*eXtensible Markup Language*) de padrão aberto “simplificado”, que codifica mensagens para permitir a comunicação do fluxo de trabalho entre diferentes ferramentas de *software* BIM. “Ele permite enviar relatórios com imagens vinculadas de modo dinâmico ao modelo, além de agregar funções de comunicação, de responsabilidades e prazos” (GUIA BIM ABDI – MDIC – v1, 2017, p. 24).

O uso do BCF no processo de coordenação está reproduzido no fluxograma apresentado na Figura 11. A partir de um aplicativo (*software*) de verificação de modelo tipo o *Solibri*, *Navisworks*, *Tekla BIMsight*, *Trimble Connect*, entre outros, é exportado um arquivo BCF contendo a lista de conflitos ou questões (*issues*). Com um aplicativo (*software*) de coordenação tipo *BIMsync*, *BIMcollab*, entre outros é possível gerenciar as tarefas, estabelecer prazos e responsabilidades, entre outros recursos, como é apresentado na Figura 12 (Guia BIM ABDI – MDIC – v1, 2017).



Fonte: Adaptado de GDP / Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017)

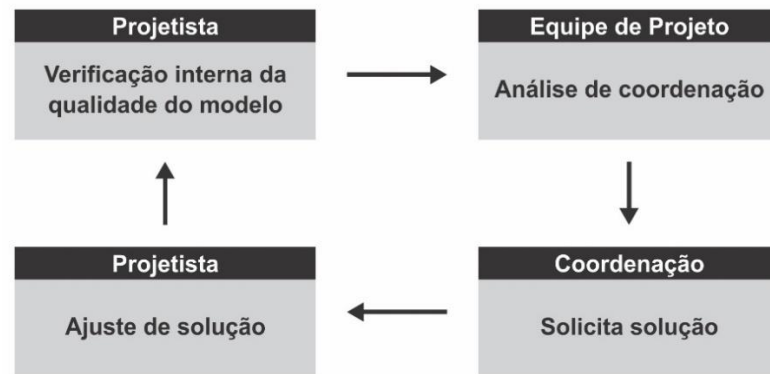
Figura 12 - Exemplo de Aplicativo BCF de Verificação com Sistema de Comunicação



Fonte: Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017) - (*Tekla BIMsight*).

Em alguns aplicativos de projeto, opcionalmente, é possível abrir arquivos BCF através do uso de um *plugin*, permitindo localizar e identificar no modelo as questões solicitadas, visando responder aos questionamentos e/ou proceder os ajustes necessários. Isto gera um ciclo de otimização de projeto, como representa a Figura 13 (GUIA BIM ABDI – MDIC – v1, 2017)

Figura 13 - Ciclo de Otimização de Projeto



Fonte: Adaptado de GDP / Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017)

Com o BCF disponível, durante as atividades de coordenação do projeto, ao ser detectada uma interferência, essa pode ser gravada em um arquivo BCF com uma imagem do modelo, que registra o exato ângulo de visualização na qual ela foi detectada (Vista da tela do computador). Nesta imagem é possível incluir anotações (comentários e/ou recomendações) aos demais membros da equipe de projeto BIM. O arquivo BCF após ser gravado e enviado aos demais membros relacionados com a resolução da interferência detectada, poderá então ser visualizado por cada um deles em seus *softwares* nativos, na mesma vista da tela do computador, pela qual a interferência foi detectada. Assim como as anotações feitas pelo coordenador do projeto (GUIA CBIC – v3, 2016).

Vale ressaltar que segundo o Guia CBIC – v3 (2016, p. 86) “o formato BCF não transmite o modelo inteiro, mas apenas as coordenadas do problema localizado, o ângulo de visão do modelo e os comentários e recomendações adicionados pelo primeiro usuário”.

O esquema BCF XML registra ainda todo o fluxo de comunicação entre os usuários, garantindo a rastreabilidade do processo de eliminação das interferências durante a coordenação das várias disciplinas. Algumas soluções BIM já incorporaram o BCF XML, como o Solibri. Também já foram desenvolvidos *plugins* para a maioria dos *softwares*; a Kubus (<www.bimcollab.com/>), por exemplo, oferece *plugins* BCF XML para *Revit*, *Archicad*, *Tekla Structures* e *Navisworks* (GUIA CBIC – v3, 2016, p. 86).

2.2.2.4 - Checagem de interferência (*Clash Detection*)

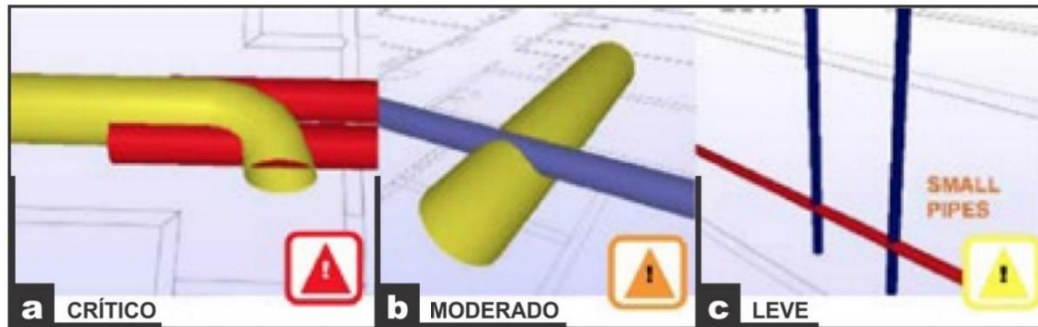
Os *softwares* BIM permitem a checagem de interferências entre os objetos que compõem um modelo. “Esta funcionalidade é conhecida como *Clash Detection*” (Guia CBIC - v1, 2016, p. 33).

“A verificação de interferências nos projetos deve ocorrer continuamente entre as disciplinas” (Guia ASBEA v2, 2015, p. 18). As interferências localizadas possibilitam gerar relatórios de forma automática que podem ser compartilhados com as equipes responsáveis por cada uma das diferentes disciplinas. Essas interferências podem ser classificadas como leves, moderadas ou críticas (Guia CBIC - v1, 2016).

A Figura 14 apresenta exemplos de localização e classificação de interferências geométricas, realizadas por um *software* BIM:

(a) colisão de duas tubulações de grande diâmetro é considerada crítica; (b) enquanto a de uma tubulação de médio diâmetro com uma de pequeno diâmetro é vista como uma interferência média; (c) a colisão de duas tubulações de pequeno diâmetro é classificada de nível leve, considerando o grau de dificuldade para a solução dos problemas encontrados (GUIA CBIC - v1, 2016, p. 34).

Figura 14 - Localização e Classificação de Interferências Geométricas



Fonte: (Guia CBIC - v1, 2016, p. 34). Imagem cedida por Nemetschek (Solibri). Adaptado pelo autor.

Segundo o Guia ASBEA v2 (2015, p. 19) os conflitos detectados podem ser de diferentes amplitudes, conforme mostra a Quadro 4.

Quadro 4 - Classificação por Amplitude dos Clash Detection

Tipo	Definição
<i>Soft Clash</i>	Componentes que não respeitam uma distância mínima exigida em relação a outro elemento ou sistema.
<i>Hard Clash</i>	Componentes que se sobrepõem
<i>Time Clash</i>	Elementos que podem se colidir ao longo do tempo, como durante a construção ou o uso do edifício.

Fonte: Guia ASBEA v2 (2015, p. 19). Adaptado pelo autor.

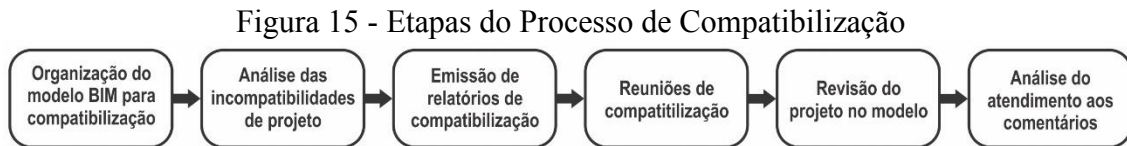
Cabe a cada projetista especialista atentar para a interface de sua disciplina com as demais e assegurar que estejam compatíveis. Porém é indicado que seja definido um profissional responsável pela compatibilização geral dos projetos, de modo a complementar à análise individual de cada projetista. “Essa função pode ficar a cargo dos arquitetos autores do

projeto, empresas especializadas em compatibilização ou profissionais da empresa construtora” (GUIA ASBEA v2, 2015, p. 18).

Existem ferramentas específicas no mercado para a análise e compatibilização de projetos. O Guia ASBEA v2 (2015) cita dentre elas, o *Autodesk Navisworks Manage*, o *Solibri Model Checker* e o *Tekla BIMsight*. Porém é relevante ressaltar que independente da ferramenta a ser utilizada, a atividade de análise e compatibilização de projeto é extremamente técnica e não deve ser colocada aos cuidados de profissionais sem a devida experiência.

Para o processo de compatibilização em BIM, deve-se criar um modelo federado para a integração de todas as disciplinas do projeto. Logo no início define-se um sistema de coordenadas comum entre as disciplinas, de modo a garantir a perfeita sobreposição entre os seus modelos, viabilizando a análise da interface entre eles. Este fato auxilia na identificação de possíveis inconsistências existentes no projeto que devem ser resolvidas antes de sua execução. Essas inconsistências devem ser tratadas pelo profissional responsável pela compatibilização, podendo ser levadas para análises em reuniões de compatibilização e *Design Review* com os demais projetistas responsáveis (GUIA ASBEA v2, 2015).

A Figura 15 apresenta o processo para cada etapa de compatibilização.



Fonte: Guia ASBEA v2 (2015, p. 19)

Quanto aos relatórios de compatibilização, estes devem ser de fácil compreensão e o seu modelo definido pela equipe de projeto. Estes podem ser enviados antecipadamente aos projetistas ou utilizados durante as reuniões de compatibilização, a fim de resolver os problemas detectados.

No passo seguinte, os projetistas revisam seus respectivos modelos do projeto, dentro dos prazos acordados, de forma a assegurar que as resoluções estabelecidas sejam incorporadas ao projeto. Compete ao responsável pela compatibilização verificar se os problemas foram de fato solucionados, caso contrário, as pendências permanecem nos relatórios para novas rodadas de discussão. Estes procedimentos se repetem em toda as etapas, conforme previsto pelo fluxo de projeto BIM.

2.2.2.5 - Procedimentos de Colaboração

Sendo o BIM essencialmente colaborativo torna-se indispensável na organização do seu processo de projeto estabelecer os procedimentos de colaboração. Estes são um conjunto de regras, normas, que orientam a equipe de projeto no desenvolvimento, troca (intercâmbio) e sincronismo dos arquivos, assim como define com mais precisão o procedimento de comunicação a ser utilizado. Estabelece ainda aspectos específicos do projeto, como por exemplo: regras para nomenclaturas em geral (arquivos, edificações etc.), coordenadas e ponto de origem, *worksets* ou *teamworks* e/ou a subdivisão do projeto em vários arquivos com a finalidade de facilitar o manuseio e o processo de trabalho (Guia BIM ABDI – MDIC – v1, 2017).

“*Worksets*” ou “*Teamwork*” são recursos que permitem o compartilhamento de trabalho. Através deles, vários usuários podem trabalhar juntos em um único modelo, sem que haja conflito nas ações de um sobre o outro. O conceito de ambos equivale ao sentido de “propriedade” dada a um conjunto de elementos do modelo que serão atribuídos temporariamente a um usuário responsável. Se algum outro usuário desejar realizar alguma alteração em um elemento do modelo que não seja de sua “propriedade”, este deve solicitar o “empréstimo” ou a “mudança de propriedade” do referido elemento. Somente após a permissão concedida o usuário conseguirá efetuar a alteração desejada (GUIA BIM ABDI – MDIC – v1, 2017).

“A correta definição do ponto de origem e das coordenadas a serem utilizadas é imprescindível para a montagem do arquivo federado que integra as diferentes disciplinas” (Guia BIM ABDI – MDIC – v1, 2017, p. 22).

O Quadro 5 mostra uma Planilha de Definições de Instrumentos e Procedimentos de Colaboração, desenvolvida pelo Guia BIM ABDI – MDIC – v4 (2017) a qual ...

... lista as diretrizes iniciais para o desenvolvimento do projeto e o sistema de colaboração, assim como as responsabilidades atribuídas a cada profissional ou à equipe. Entre os pontos que devem ser definidos nesta planilha estão: as diretrizes de organização do modelo BIM, se ele deve ser seccionado, as coordenadas de posicionamento georreferenciado, a origem, as unidades de medidas a serem adotadas (GUIA BIM ABDI – MDIC – v4, 2017, p. 21).

Quadro 5 - Planilha de Definições de Procedimentos de Colaboração

DEFINIÇÕES DE PROCEDIMENTOS DE COLABORAÇÃO	
Item	Descrição
Identificação do projeto.	
Formato de arquivo de colaboração BIM.	IFC ou arquivo nativo dos <i>softwares</i> utilizados. No caso de alguns aplicativos é importante definir também a versão.
Outros formatos de arquivos para uso específicos.	Ex. Arquivos de vídeos, arquivos para simulações especiais, para uso em sistemas de VR.
Definição de pontos de origem e coordenadas georreferenciadas.	
Nomenclatura de arquivo.	
Nomenclatura de edificações e/ou blocos.	
Sistema de colaboração BCF a ser utilizado.	
Responsabilidade pela administração do sistema colaborativo.	
Responsabilidade pelo custeio do sistema colaborativo.	
Sistema de armazenamento de arquivos.	
Responsabilidade pela administração do Sistema de armazenamento de arquivos.	
Responsabilidade pelo custeio do Sistema de armazenamento de arquivos.	
Unidades do projeto.	a) Unidade linear: de acordo com o projeto (mm, cm, m); b) Unidade de medida de área: metros quadrados (m ²); c) Unidade de medida de volume: metros cúbicos (m ³); d) Unidade de inclinação: percentual (%); e) Unidade de declividade: metro/metro (m/m); f) Unidade angular: graus decimais (xx°).
Definição dos Planos de referência do projeto	
Organização geral do modelo BIM	Definição de arquivos parciais para compor edifícios de maior parte e/ou <i>worksets</i> para compartilhamento, podendo ocorrer variações entre disciplinas. Definição de zonas ou setores do empreendimento.
Formato de arquivos das folhas do projeto	Preferencialmente PDF ou DWF
Definição dos elementos do modelo base BIM	Definir as premissas do conteúdo das bases, por exemplo: representação da geometria de pisos e paredes em osso, planos de referência, definição dos espaços e suas nomenclaturas.
Definição de eventuais bases vetoriais 2D (ex. DWG), caso necessário.	Definir as premissas do conteúdo das bases, por exemplo: representação da geometria de pisos e paredes em osso, níveis e nomenclaturas de compartimentos, <i>layers</i> .

Fonte: Guia BIM ABDI – MDIC – v4 (2017)

2.2.3 - Softwares BIM

Há uma infinidade de *softwares* que funcionam dentro dos conceitos BIM nas mais diversas áreas de atuação, Abanda *et. al.* (2015) apresenta uma extensa lista de aplicações,

áreas como: arquitetura, infraestrutura e engenharia civil, engenharia estrutural, serviços de construção, gerenciamento e coordenação de projeto, gerenciamento de instalações, sistema GIS-BIM, *softwares* de programação visual BIM, BIM nas nuvens, ambiente comum de dados, BIM móvel, *software* de visualização BIM, biblioteca de produtos BIM, servidores modelo e de desenvolvimento de produtos e equipamentos estão contempladas nesta listagem, que informa a aplicação específica de cada *software*, tipos de arquivos que importa e exporta, *plugins* que podem ser incorporados aos *softwares* e o *website* em que cada uma das aplicações pode ser encontrada.

O Guia CBIC – v3 (2016) também apresenta uma listagem, com as principais soluções BIM disponíveis para o mercado brasileiro de edificações, os *softwares* são apresentados dispostos sobre uma tabela de fundo que remete às principais fases do ciclo de vida de um empreendimento (Pré-obra / Projeto, Obra/Construção e Pós-obra/Operação e manutenção) e suas subdivisões, para que possam ser sinalizados em que fase da edificação o *software* é utilizado. Segundo o guia os próprios representantes dos principais desenvolvedores de *softwares* que hoje atuam no Brasil foram envolvidos na preparação das tabelas.

Barros (2018) em sua dissertação também apresenta uma tabela com *softwares* BIM classificados conforme a sua utilização em relação as dimensões do BIM.

O Quadro 6 mostra *softwares* BIM que podem ser relevantes neste trabalho, e foi desenvolvida pelo autor - pautado basicamente nas três referências anteriormente citadas. A tabela consta do *software* com o fabricante, uma descrição do *software* e se o mesmo possui a certificação IFC de importação e/ou exportação concedida pela *BuildingSMART*.

Quadro 6 – Softwares BIM

Softwares de Modelagem			
SOFTWARE (Fabricante)	Descrição	Certificação IFC Importação	Certificação IFC Exportação
Revit (Autodesk)	Solução desenvolvida especificamente para BIM, que permite o desenvolvimento de modelos com recursos para modelagem (arquitetônica, estrutural, sistemas prediais).	CV2.0 2015/07/24	CV2.0-Arch 2013/04/16 CV2.0-Struct 2013/04/16 CV2.0-MEP 2013/07/11

ArchiCAD (Graphisoft)	Desenvolve modelos autorais de arquitetura.	CV2.0 2013/09/20	CV2.0-Arch 2013/04/16
ArchiCAD MEP (Graphisoft)	<i>Add-on</i> para modelos autorais de instalações Elétricas, Hidráulicas e de Ar-Condicionado.	CV2.0 2013/09/20	CV2.0-Arch 2013/04/16
Vectorworks (Nemetschek)	Modelagem BIM na área de arquitetura com recursos avançados de modelagem 3D e documentação.	CV2.0 2013/11/11	CV2.0-Arch 2013/05/30
AECOsım Building Designer (Bentley Systems)	Modelagem, Documentação, Visualização e Análises de Projetos multidisciplinar	CV2.0	CV2.0-Arch 2015/02/28 "CV2.0-Struct "CV2.0-MEP
SketchUp (Trimble)	Modelagem 3D utilizado sobretudo na fase do estudo conceitual, preliminar e volumétrico de projetos.	Interoperabilidade: Utilização do catálogo de classificação IFC 2x3 – Mas Ainda não certificado oficialmente pelo Building Smart	Interoperabilidade: Utilização do catálogo de classificação IFC 2x3 – Mas Ainda não certificado oficialmente pelo Building Smart
Allplan (Nemetschek)	Modelagem 3D e detalhamento de estruturas de concreto	CV2.0 2014/05/07	CV2.0-Arch 2013/04/16
Scia Engineer	Cálculo e dimensionamento de estruturas	CV2.0 2013/09/17	CV2.0-Struct 2013/04/16
Tekla Structures (Trimble)	Modelagem 3D, Detalhamento, gerenciamento, fabricação e montagem. www.tekla.com	CV2.0 2013/10/09	CV2.0-Struct 2013/06/12
Qi Builder (AltoQi)	É uma plataforma BIM para desenvolver projetos hidrossanitário, preventivo de incêndio, elétrico, SPDA, gás, cabeamento estruturado e alvenaria estrutural em um único sistema (https://www.altoqi.com.br/qibuilder/)		
DProfiler*	Software de estimativa de custo de construção		

(Beck <i>Technology</i>)			
Softwares de Análise			
SOFTWARE (Fabricante)	Descrição	Certificação IFC Importação	Certificação IFC Exportação
Navisworks (Autodesk)	Software de análise de projetos, checagem de interferências e simulação da construção, criando o sequenciamento para a obra (4D).	CV2.0	
Solibri Checker Model (Solibri)	Validação, análises e extração de informações de modelos BIM	CV2.0 2013/10/30	
Tekla BIM Sight* (Trimble)	Software de colaboração da construção.		
Trimble Connect (Trimble)	Software em nuvem que permite o compartilhamento de informações e projetos de diversas áreas e feitos em diversos softwares. http://connect.trimble.com		

Fonte: O autor

Segundo Eastman *et. al.* (2014) entre as aplicações BIM nenhuma suporta sozinho todas as tarefas relacionadas a projeto e produção de uma edificação. Normalmente um projeto em BIM envolve vários agentes e organizações diferentes, o que implica que somente partes dos processos são executadas por uma mesma empresa.

Desta forma é relevante ressaltar o que o Guia CBIC – v3 (2016) relata:

Por envolver diversas pessoas e equipes distintas, internas e externas a uma organização, inevitavelmente, para que os processos sejam realizados harmonicamente e sem interrupções, sempre será necessário definir limites de atuação, regras e responsabilidades, além de planejar, testar e especificar soluções que garantam a interoperabilidade entre diferentes tecnologias, que, muito provavelmente, serão escolhidas e utilizadas pelos diferentes participantes (Guia CBIC – v3, 2016, p. 17).

2.2.4 - Profissionais BIM

Com a utilização do BIM pelo setor de AEC, novos perfis de profissionais são apresentados ao mercado, são os especialistas BIM. Barison (2015) possui um capítulo de sua tese totalmente dedicado a apresentar os mais variados tipos de especialistas BIM. Aqui vamos apresentar, de forma sucinta, os profissionais que estão mais relacionados a projeto colaborativo.

- Modelador BIM é o mais tradicional, presente nas mais variadas disciplinas que compõem o projeto, é responsável pela criação da geometria de modelos BIM e trabalha em equipes para o desenvolvimento de diferentes partes do modelo.

- Gerente BIM é um especialista a nível de gestão e conforme o tamanho da empresa, este profissional, pode receber a denominação de coordenador BIM, sua função mais importante é guiar a equipe na tomada de decisões na implementação e/ou manutenção de processos BIM.

- Consultor BIM é o especialista externo a equipe que orienta para a implantação do BIM na empresa.

- Analista BIM, realiza as análises e simulações desejadas nos modelos BIM desenvolvidos.

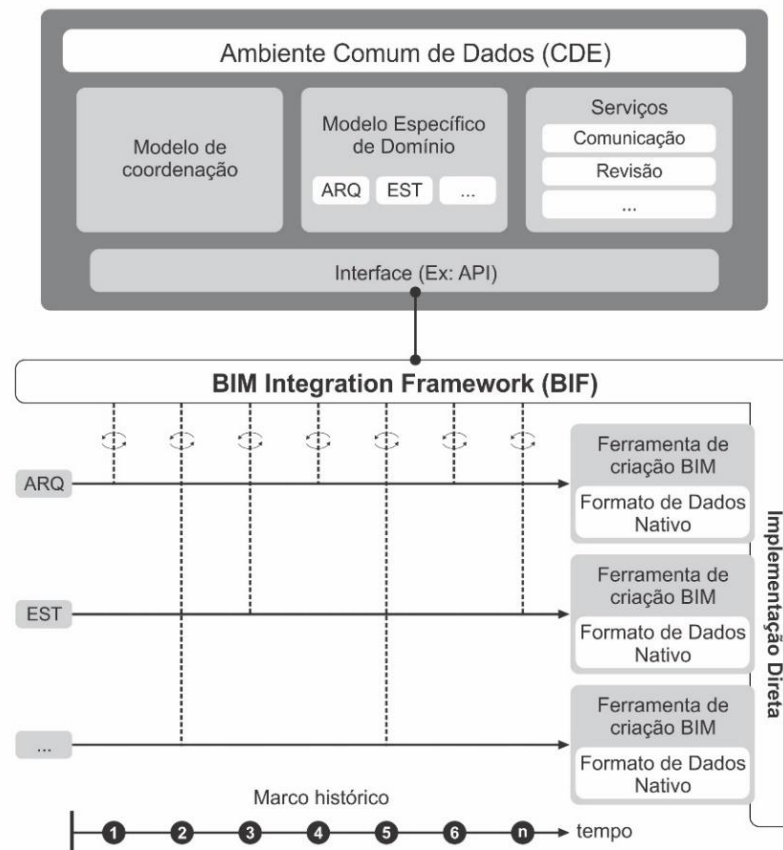
2.2.5 - *Framework* de Integração BIM

Desenvolvido por Preidel *et. al.* (2016) o *Framework* de integração BIM, do inglês BIM *Integration Framework* - BIF, trata-se de uma biblioteca leve, de fácil integração a vários *softwares* BIM, pois fornece aos seus usuários uma conexão estável a uma plataforma central de dados *on-line*, independentemente do *software* utilizado. Seu principal objetivo é fornecer aos aplicativos de modelagem e análise BIM uma perfeita integração às funcionalidades de acesso ao CDE.

O *framework* visa permitir uma colaboração estável. Desse modo, o esforço e a complexidade de diversos processos comuns aos projetos colaborativos, tais como a comunicação e a troca de dados, são consideravelmente reduzidos. Ao mesmo tempo, o usuário tem acesso aos dados armazenados a qualquer momento, o que o possibilita obter um melhor entendimento dos processos, assim como das informações processadas. Isso se aplica, particularmente, aos processos de comunicação e troca de dados, que estão diretamente disponíveis na interface do usuário.

Conforme mostrado na Figura 16, no BIF os participantes do projeto podem fazer uso de qualquer ferramenta de criação BIM e consequentemente de seu formato de dados nativo. Quando marcos específicos são atingidos, os dados devem ser sincronizados e transportados para a plataforma de interface do usuário. Verifica-se a qualidade relativa aos padrões do projeto e ao modelo federado. Neste ponto, os dados precisam ser convertidos de acordo com os padrões acordados para o projeto e verificados quanto as suas conformidades. As informações validadas são armazenadas na interface do usuário (CDE) nos modelos autorais e no modelo federado conforme os padrões do projeto, enquanto os dados que dão origem ao modelo autoral podem ser armazenados em seu formato nativo pelos proprietários.

Figura 16 – Framework de Integração BIM – BIF



Fonte: Adaptado de Preidel *et. al.* (2016)

Deste modo evitam-se conversões desnecessárias dos dados do edifício em formatos de troca e evita-se a perda de dados devido aos processos de transferência. Ao mesmo tempo, que os dados estão sempre atualizados e as informações validadas estão acessíveis a todos.

2.3 - OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Atualmente as TIC vêm sendo utilizadas em diversos tipos de atividades, entre as quais Dauanny Jr (2017) cita: pesquisar e estudar. Segundo Leite *et. al.* (2009) no campo educacional, é incontestável o poder contagiante que o uso de tecnologias vem exercendo tanto sobre os professores quanto nos alunos, basta observar a crescente demanda de materiais disponibilizados em diversos formatos pela internet (BRAGA; MENEZES. 2014). Entretanto Leite *et. al.* (2009) ressalva que é fundamental ter responsabilidade e bom senso quanto ao seu uso, tendo em vista atingir sempre algum objetivo pedagógico.

Fazendo uso das atuais tecnologias de forma adequada, a escola pode superar seus limites e se transformar em diversos espaços, presenciais e/ou virtuais, ricos em aprendizagem, de modo a incentivar os alunos a aprenderem de forma ativa, a tomar decisões, ter iniciativas, pesquisarem, serem proativos, a interagirem mais intensamente (DAUANNY JR, 2017)

Na educação o uso das TIC, associado ao desenvolvimento de ambientes virtuais de aprendizagem, possibilitou a comunidade científica a criação de novos recursos que apoia o processo de ensino e aprendizagem (GAMA, 2007) e então, desde o início do século, o termo Objeto de Aprendizagem (OA) vem sendo usado para representar materiais didáticos criados para apoiar o processo de ensino e aprendizagem (CARNEIRO; SILVEIRA, 2014). Para Dauanny Jr (2017, p. 32) “os OA apresentam grande possibilidade de se tornar referência em termos de tecnologia educacional”.

Segundo Fontanella (2015, p. 22) OA são unidades formadas por um conteúdo didático como: um vídeo, uma animação, uma gravação, uma imagem, etc., que combinadas podem formar um novo objeto como relata Aguiar e Flores (2014, p. 14) “OA mais simples podem ser arranjados para formarem um novo objeto mais complexo, a ser aplicado em um contexto diferente”. Para Gama (2007) de modo geral qualquer conjunto que combine texto com gráficos, imagens e mais algum elemento (hipertexto/hipermídia), que provoque uma reflexão no usuário pode ser considerado OA, ou seja: “qualquer material digital com fins educacionais” (FONTANELLA, 2015, p. 22).

Wiley (2000) define OA então como sendo: “Qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para apoiar a aprendizagem”, os quais podem ser entregues pela internet permitindo que um número ilimitado de pessoas possa ter acesso e usar de forma simultânea. Koohang e Harman (2007) complementam definindo os OA como entidades não exclusivamente digitais, que podem ser reutilizadas e customizadas para se chegar a objetivos instrucionais específicos.

O Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem (*Learning Technology Standards Committee – LTSC*) do Instituto de Engenheiros Eletrônicos e Eletricistas (*Institute of Electrical and Electronic Engineers – IEEE*), que tem como função desenvolver padrões técnicos, práticas recomendadas e guias para a tecnologia da aprendizagem que tornem-se mundialmente reconhecidas, define OA como sendo “qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante a aprendizagem apoiada por tecnologia” (BRAGA; MENEZES, 2014).

Gama (2007) apresenta alguns aspectos técnicos que devem ser levados em consideração no desenvolvimento e identificação dos OA, que são: a possibilidade de sua reutilização, a sua organização e uma classificação de metadados, para armazenamento em um sistema de gerenciamento de conteúdo e/ou aprendizagem.

Segundo Aguiar e Flores (2014) para o desenvolvimento de projeto e construção de OA, que envolve a composição de habilidades multidisciplinares, pode-se fazer uso dos princípios do projeto instrucional desenvolvido por Gagné *et. al.* (2005), segundo os quais é necessário estabelecer:

- a) os objetivos do material pedagógico;
 - b) o público-alvo (suas habilidades, conhecimentos, estilos preferenciais de aprendizagem, estilos cognitivos);
 - c) a interface (com vistas a maximizar a usabilidade);
 - d) as estratégias de interatividade;
 - e) as ferramentas que serão utilizadas para sua construção;
 - f) e os recursos humanos e financeiros disponíveis.
- (AGUIAR; FLORES, 2014, p. 23)

Os autores relatam ainda que “esses fatores influenciam diretamente no tamanho e na qualidade do material que será desenvolvido” (AGUIAR; FLORES, 2014, p. 23)

O Quadro 7 apresenta de forma resumida algumas das principais características e elementos específicos que devem ser considerados para o desenvolvimento e/ou seleção de um OA conforme o relato de Mendes (2004) *apud* Aguiar e Flores (2014, p. 15-16).

Quadro 7– Características dos Objetos de Aprendizagem

CARACTERÍSTICA	DEFINIÇÃO
Reusabilidade	O objeto deverá ser reutilizável diversas vezes em diferentes ambientes de aprendizagem
Adaptabilidade	Adaptável a qualquer contexto de ensino
Granularidade	É o “tamanho” de um objeto. Conteúdo em pedaços, facilitam sua reusabilidade. Um OA de maior granularidade, ou em estado “bruto”, como um vídeo, uma imagem, um texto, um áudio, etc.

	Um OA de menor granularidade pode ser uma página inteira da <i>web</i> , que combina textos, imagens e vídeos, por exemplo
Acessibilidade	Acessível facilmente via Internet para ser usado em diversos locais
Durabilidade	Possibilidade de continuar a ser usado, independente da mudança de tecnologia
Interoperabilidade	Habilidade de operar através de uma variedade de <i>hardware</i> , sistemas operacionais e <i>browsers</i> , com intercâmbio efetivo entre diferentes sistemas
Metadados (dados sobre dados)	Descrevem as propriedades de um objeto, como título, autor, data, assunto, etc.

Fonte: Adaptado de Mendes (2004) *apud* Aguiar e Flores (2014, p. 15-16)

Os metadados facilitam a busca por OAs (AGUIAR; FLORES, 2014, p. 16), que podem estar espalhados pela internet em uma grande variedade de locais, sendo os Repositórios Especializados no Armazenamento de Objetos de Aprendizagem (ROAs) os locais mais adequados para encontrá-los (BRAGA; MENEZES, 2014).

Segundo Dauanny Jr. (2017) os ROAs são acervos virtuais ou bancos de dados onde os materiais educacionais ficam armazenados, contendo os dados sobre os objetos, os seus metadados e os próprios OA. Para Braga e Menezes (2014, p.35) “a vantagem em se procurar um OA em um ROA é que neles as informações pedagógicas estarão também disponíveis com o objeto, o que significa um aumento da reusabilidade desse recurso educacional”. Dauanny Jr. (2017) relata ainda que os ROAs surgiram da necessidade de os OA estarem disponíveis na internet, para que professores e alunos possam utilizá-los de forma dinâmica e interativa.

Alguns pesquisadores reiteram a necessidade de interação dos alunos com o ambiente de aprendizagem de forma a garantir uma aprendizagem significativa. Porém o aluno para estabelecer uma legítima interação, necessita se sentir participante ativo da ação (BRAGA; MENEZES, 2014). Desta forma as características e funcionalidades de um OA devem permitir: aos alunos, tornarem-se participantes ativos de seus processos de aprendizagem e; aos professores, utilizá-los com segurança em seus processos de ensino (GAMA, 2007).

A aprendizagem mais eficaz é realizada em ambientes que combinam as representações do conhecimento em verbais (palavras impressas, palavras faladas) e não verbais (ilustrações, fotografias, vídeo e animação), utilizando a modalidade mista para as apresentações desse conhecimento (visuais e auditivas) (FLÔRES; TAROUCO, 2008 *apud* BRAGA; MENEZES, 2014, p. 29, 30)

Outro fator de grande importância no desenvolvimento de um OA está relacionado a característica de granularidade, ao tamanho do objeto. Desta forma é relevante observar o que relata Gama (2007):

Dentro de um curso ou mesmo de uma disciplina os objetos podem ter tamanhos variáveis. Assim, na composição e estruturação de um curso, de uma disciplina ou de uma parte do conteúdo, pode-se trabalhar com diferentes tamanhos e organizações de objetos de aprendizagem.

Podem-se ter objetos que tratam de um único assunto simples de maneira direta e pontual. Seriam tópicos únicos e de simples explanação, ou seja, a menor partícula de um assunto.

Pode-se também ter objetos que contêm pré-requisitos ou são formados a partir de uma série de outros conceitos, ou ainda, constituídos com outros objetos de aprendizagem menores que compõem assuntos necessários para a compreensão do conteúdo mais complexo (GAMA, 2007, p. 49).

Em uma perspectiva educacional, é benéfico olhar o OA como uma orientação instrucional ou como uma combinação de ferramentas instrucionais que permite ampliar o repertório pedagógico de um professor ou curso, por serem constituídos por parcelas menores do conteúdo (AGUIAR; FLORES, 2014).

Braga e Menezes (2014) relatam que vários formatos de materiais educacionais estão disponíveis na internet e cita como exemplo: *Softwares*, jogos, simulações, imagens, vídeos, entre outros. Fontanella (2015) complementa dizendo que cada mídia de formato diferente traz sua parcela de contribuição para o processo de ensino e aprendizado.

2.4 - SERIOUS GAME

Para se falar em *serious game* é relevante iniciarmos falando sobre “*game*”, ou de seu termo correspondente em português, “jogo”.

Jogo é um elemento que faz parte da cultura do ser humano, que sempre esteve presente em sua vida e por séculos vem proporcionando prazer e diversão (CAMPANHA; CAMPOS, 2019). É uma atividade cujo objetivo principal visa fins de recreação, diversão, entretenimento, independente do contexto ou ambiente ao qual esteja inserido (NEVES; ALVES, 2014).

McGonigal (2010) apresenta dados estatísticos que apontam para o crescimento da média diária de consumo de jogos digitais pelo mundo, entre jogadores com idade até 21 anos. Os números destacam o fascínio que os jogos têm causado em toda uma geração de jogadores em potencial, com isso a autora acredita que o jogo é o melhor caminho para atingir essa nova geração.

Os jogos provocam interesse porque criam atividades que proporcionam diversão, e ao despertarem isso, preparam os usuários para a vida, ao lançar desafios que devem ser superados de forma divertida (SOUSA, 2018). Ainda que os jogos sejam geralmente relacionados ao puro

entretenimento, cada vez mais seu poder como recurso de ensino vem sendo valorizado, em virtude de apresentar a motivação como uma de suas características, o que o torna uma ferramenta educacional em potencial (AQUINO *et. al.*, 2018).

Segundo Jarvinen (2009) os jogos criam universos, paralelos a realidade, que estão limitados apenas pela criatividade de seus desenvolvedores e de seus usuários, e permite a seus utentes perceberem o resultado de suas ações dentro do contexto do jogo. Essa percepção gera aprendizagem em potencial, que pode ser gradativamente desencadeada conforme o desenrolar do jogo e tornar-se progressivamente mais desafiadora. O autor acredita que o jogo é um poderoso instrumento de resolução de problemas, com valiosos elementos pedagógicos, pois permite testar uma variedade de soluções sem as consequências negativas e dispendiosas da experimentação real. O prazer de jogar advém também do sentido de progressão e de acumulação de experiência e saber.

Levando em conta este potencial de aprendizagem dos jogos, seria um desperdício não os utilizar para outras atividades ditas não lúdicas (SOUSA, 2018). Nasce assim o conceito de *serious game*, que segundo Lima e Castro (2017, p. 7) “é um jogo onde a educação, em suas várias formas, é o objetivo primário, ao invés do entretenimento”. Porém isso não implica dizer que os *serious games* não são, ou não podem ser divertidos, e sim, que há uma outra finalidade para sua existência, algo relacionado a realidade do jogador (MICHAEL, 2005 apud LIMA; CASTRO, 2017).

Para Doner *et. al.* (2016) *apud* Souza (2018) o objetivo central dos *serious games* é a aprendizagem de um conteúdo, independentemente do seu contexto de aplicação. Porém, os *serious games* buscam aliar as características dos jogos e os objetivos pedagógicos com a finalidade de gerar ambientes agradáveis e imersivos para promover uma aprendizagem generalizada (PEREIRA *et. al.*, 2019).

Inicialmente projetados para treinamento de militares (COSTA, 2019), os *serious games* estão presentes nas mais diversas áreas de conhecimento, incluindo saúde, comunicação, marketing, segurança civil, política, cultura, indústria, finanças e muitas outras (ALVAREZ, 2008, p.16 - tradução nossa). Na atualidade tem seu maior volume direcionado à educação (COSTA, 2019).

Lima e Castro (2017, p. 8) relatam que “a primeira vez que o termo foi utilizado foi no livro chamado "*Serious Games*", escrito por Clark Abt em 1970”. Porém segundo Sousa (2018, p. 2) neste período, “Abt contava apenas com o potencial dos jogos analógicos”.

A popularização do termo surge a partir de 2002, após dois acontecimentos, a publicação do artigo de Bem Sawyer “*Serious Games: Improving Public Policy Through Game-Based Learning and Simulation*” [Sawyer e Rejeski, 2002] e o lançamento do jogo *America’s Army*. O artigo de Bem Sawyer influenciou a maneira como a indústria e pesquisadores passaram a se referir e definir *serious games* (MICHAEL, 2005 *apud* LIMA; CASTRO, 2017, p. 8).

“Hoje a esmagadora maioria dos estudos dos jogos dedicam-se quase exclusivamente aos jogos digitais” (SOUSA, 2018, p. 2)

Segundo Doner *et. al.* (2016) *apud* Souza (2018) alguns *serious games* possuem uma dimensão educacional maior que outros, assim como uns são mais divertidos e possuem mais capacidade de envolvimento que outros. Apesar disso tende-se a considerar *serious game* o jogo que desenvolve características, competências, transmite informação, assegurando uma dimensão lúdica apelativa. Os autores relatam ainda que dependendo de como um jogo é aplicado, todo o jogo pode ser considerado *serious game*, desde que os jogadores tenham absorvido algum conteúdo, aprendido algo, mesmo que este comportamento não tenha sido o objetivo do projeto do jogo. Nada impede que um jogo que tenha sido projetado como lúdico possa ser usado como uma aplicação de *serious game*.

“Os *serious games* são uma nova abordagem educacional, extremamente atraente para a educação profissional, pois permitem que os participantes assumam papéis de tomadores de decisão em situações simuladas que recriam a realidade” (DIEHL *et. al.*, 2011, p. 1 - tradução nossa).

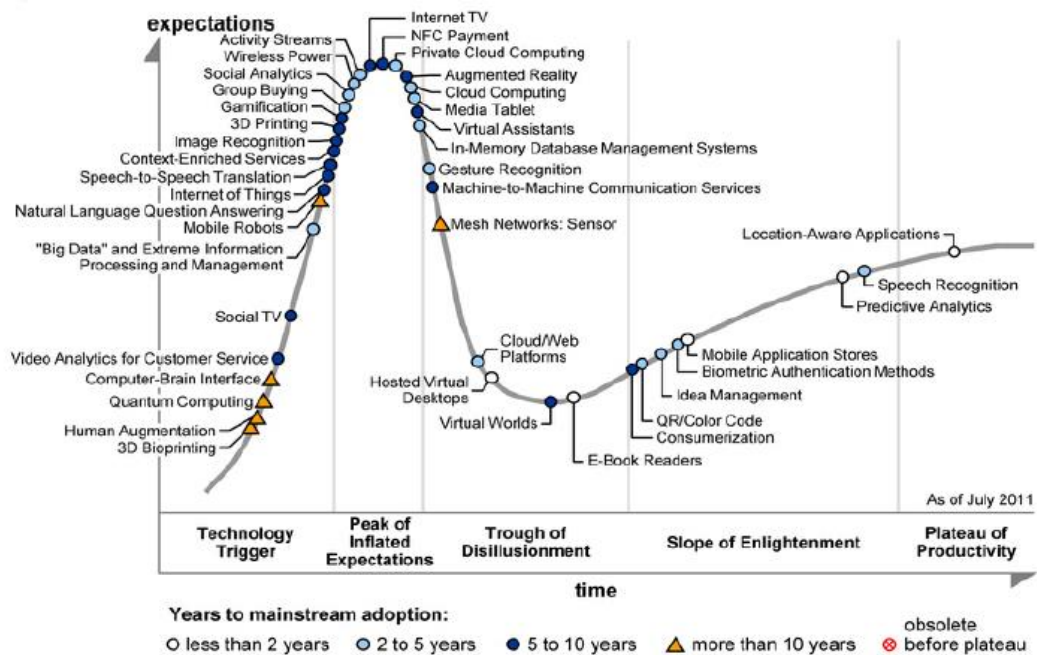
Jogos e tecnologias de jogos transcendem cada vez mais as fronteiras tradicionais de seu meio, como evidenciado pelo crescimento dos *serious games* e difundidos como um campo de pesquisa e indústria. O fenômeno mais recente nessa trajetória é a "gamificação" (DETERDING *et. al.*, 2011a, p. 2 - tradução nossa).

2.5 - GAMIFICAÇÃO

Segundo Vianna *et. al.* (2013) foi o britânico Nick Pelling, programador de computadores, que apresentou o termo “gamificação” (do original em inglês *gamification*) pela primeira vez, no entanto é com a *game designer* norte-americana Jane McGonigal em 2010 que o termo ganha popularidade.

Já em 2011 a Gartner Inc., empresa de consultoria e pesquisa em tecnologia da informação, inclui em seu “*Gartner Hype Cycle*”⁵ a gamificação como uma tecnologia emergente. O *Hype Cycle* é um modo gráfico que apresenta o estágio de maturidade para adoção e aplicação de novas tecnologias, e seus potenciais para solucionar problemas de negócios reais e explorar novas oportunidades (BISSOLOTTI, 2016). A Figura 17 apresenta o *Hype Cycle* das Tecnologia Emergentes em 2011.

Figura 17 – Hype Cycle das Tecnologia Emergentes de 2011



Fonte: Gartner Inc *apud* Bissolotti (2016)

Gamificação é “um termo abrangente para o uso de elementos de videogame, em vez de jogos completos, para melhorar a experiência e o envolvimento do usuário em aplicativos e serviços que não são de jogos” (DETERDING *et. al.*, 2011a, p. 2 - tradução nossa). Essa definição é resultado de um *workshop* denominado "Gamificação: Usando elementos de *design* de jogo em contextos não relacionados a jogos", realizado durante a Conferência CHI 2011⁶ e que resultou em um artigo intitulado com a mesma denominação.

⁵ Disponível em: <<http://readwrite.com/2011/08/11/gartner-adds-big-data-gamifica>> Acesso em: 04/09/2021

⁶ Conferência ACM CHI sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais é a principal conferência internacional de interação humano-computador. O CHI 2011 se concentra em alavancar nossa diversidade e conectar pessoas, culturas, tecnologias, experiências e ideias. (Tradução automática do Google Chrome de um trecho do site www.chi2011.org – acessado em 04/09/2021).

Este *workshop* de um dia reuniu pesquisadores e profissionais para desenvolver uma compreensão compartilhada das abordagens e descobertas existentes em torno da gamificação de sistemas de informação, e identificar sinergias, oportunidades e questões-chave para pesquisas futuras (DETERDING *et. al.*, 2011a, p. 1 - tradução nossa).

Resumidamente, gamificação se refere à aplicação de elementos de jogos fora do contexto de jogos (DETERDING *et. al.*, 2011b) e despertou o interesse de investigadores como um meio potencial para criar locais de trabalho atraentes ou facilitar a colaboração em massa (DETERDING *et. al.*, 2011a).

Fardo (2013) relata que a área da informática foi uma das primeiras a usar a gamificação, mais precisamente nas interfaces computacionais. O livro de Zichermann e Cunningham, 2011⁷ é um dos primeiros que aborda essa temática e traz a sua própria definição de gamificação, que é “o processo de utilizar o pensamento e as mecânicas dos *games* para envolver usuários e resolver problemas”.

Gamificação não é simplesmente transformar uma atividade em um jogo, deve-se aprender com os jogos, e encontrar a partir dos elementos de jogos quais podem contribuir para uma melhora da execução da atividade, sem desconsiderar a realidade a que ela está envolvida. É encontrar a ideia principal da atividade e transformá-la em uma experiência mais divertida e engajadora (ALVES, 2014).

Para exemplificar melhor, não é divertido subir escadas quando há uma escada rolante a sua disposição, mas quando a escada vira um enorme piano (Figura 18), que ao pisar é como se estivesse tocando ele. Isso é gamificação, é achar uma maneira divertida e engajante de fazer o que tem que ser feito. Isso não quer dizer que deve-se criar um *game* para tudo. O objetivo é que as pessoas desenvolvam uma motivação para que se divirtam nas tarefas que elas já têm que fazer de uma forma ou de outra (BISSOLOTTI, 2016, p. 39)

⁷ ZICHERMANN, G; CUNNINGHAM, C. (2011) **Gamification by Design. Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps**. Canada: O'Reilly Media.

Figura 18 – A Teoria Divertida de Piano na Escadaria



Fonte: Werbach; Hunter (2012) *apud* Bissolotti (2016)

A gamificação tem como objetivo: a) resolver problemas práticos; b) despertar engajamento em um público alvo (VIANNA *et. al.*, 2013, p. 13). c) motivar as pessoas a mudar o seu comportamento ou desenvolver habilidades; d) impulsionar uma inovação (BISSOLOTTI, 2016, p. 38);

2.5.1 - Motivação Intrínseca e Extrínseca

A gamificação trabalha diretamente com a motivação das pessoas (MARINS, 2013, p. 26). A motivação é aquilo que estimula uma pessoa a ter determinado comportamento ou atitude, e execute uma ação diante de determinada situação ou circunstância (ENGELMANN, 2010). Segundo Werbach (2012)⁸ *apud* Marins (2013) algumas pessoas são motivadas por intermédio de recompensas, porém outras fazem pelo simples prazer de fazer, como aquelas que exercem um trabalho voluntário ou as que praticam um esporte, sem nenhum tipo de remuneração, apenas pela diversão.

Entender as motivações das pessoas é questionar de onde elas vêm. Em linhas gerais, a psicologia dividiu nossas motivações em dois tipos: intrínsecas e extrínsecas (ZICHERMANN; CUNNINGHAN, 2011, p. 26 – tradução nossa).

Kalat (2011) relata que a motivação intrínseca ocorre quando uma ação é realizada pela vontade própria do autor, como na leitura de um livro pelo simples prazer de ler, onde a própria

⁸ Werbach, K. (2012). **Curso: “Gamification”**. Obtido em: <https://www.coursera.org/course/gamification>

leitura produz energia para continuar lendo, pelo prazer que está sendo gerado. Já a motivação extrínseca ocorre quando a ação é realizada mediante o uso de algum elemento de reforço ou punição em que o autor é submetido pela realização ou não da ação, como por exemplo na leitura de um livro para passar em uma prova, onde uma causa externa ao autor produz a energia para a ação e não o prazer de ler, sendo o autor motivado pela recompensa ou punição de aprovação ou não.

Motivações intrínsecas são aquelas que derivam do próprio eu da pessoa e não são baseadas necessariamente no mundo ao seu redor. Por outro lado, as motivações extrínsecas são impulsionadas principalmente pelo mundo ao seu redor, como o desejo de ganhar dinheiro ou passar em um concurso (ZICHERMANN; CUNNINGHAN, 2011).

Segundo Poffo (2016) pode-se usar recompensas como fonte de reforço quando da ausência de motivação intrínseca, isto é, pela ausência de vontade própria para execução de uma determinada atividade, ou ainda para evitar punições. O autor relata ainda que as recompensas extrínsecas influenciam sim o comportamento, porém a motivação gerada não chega ao nível emocional da pessoa, e seu efeito é temporariamente reduzido.

O Quadro 8, apresenta tipos de motivadores.

Quadro 8 – Tipos de Motivadores

Motivação	Tipo de motivadores
Intrínseca	Motivações internas: Autonomia, pertencer, curiosidade, amor, aprendizagem, domínio, significado, ...
Extrínseca	Motivações externas: Emblemas, competição, medo de falha, medo da punição, dinheiro, pontos, recompensas, ...

Fonte: Adaptado de KUMAR e HERGER (2013) *apud* BISSOLOTTI (2016)

A motivação intrínseca está relacionada com o conceito de “fluxo”, originalmente denominado de Teoria de *Flow*, que trata do profundo grau de envolvimento que alguns sujeitos experimentam quando desempenham determinadas atividades.

2.5.2 - Teoria de *Flow*

A Teoria de *Flow* é originada do trabalho de pesquisa do psicólogo húngaro Mihaly Csikszentmihalyi sobre o processo criativo. Nesta pesquisa ele procurava entender por que alguns sujeitos realizavam determinadas atividades criativas de modo tão concentrado sem

deixar que, se quer, as necessidades primárias como fome, fadiga, sono, etc, interferissem neste processo (MACHADO *et. al.*, 2015).

O conceito de *Flow* baseia-se em um "processo de experiência ótima"⁹ que busca explicar a relação entre imersão e prazer em atividades do cotidiano. "É um estado psicológico em que um sujeito experimenta uma sensação de transcendência ou singularidade onde mais nada importa"¹⁰ (MACHADO *et. al.*, 2015, p. 1018).

Na Teoria de *Flow*, "fluxo" é "aquele estado no qual as pessoas estão de tal maneira mergulhadas em uma atividade que nada mais parece ter importância"¹¹ (ENGELMANN, 2010, p. 46). No estado de fluxo a concentração é tão intensa e satisfatória que o ato de execução da atividade é extremamente prazeroso, vivenciá-lo é gratificante, sem se importar com o esforço que a atividade lhe solicita.

O estado de fluxo representa um estado mental de total imersão em uma atividade na qual, na expectativa do sujeito, o objetivo resultará em sucesso (BISSOLOTTI, 2016). Isto é, resulta de um arranjo muito equilibrado para realização de uma atividade, na qual os desafios não devem ultrapassar as habilidades do sujeito ao ponto de provocar ansiedade ou frustração, ao mesmo tempo, não pode ser tão fácil, ao ponto de causar tédio.

A Figura 19 apresenta uma representação gráfica do estado de fluxo.



Fonte: Adaptado de Bissolotti (2016)

⁹ CSIKSZENTMIHALYI, M.; LEFEVRE, J. (1989). *Optimal experience in work and leisure*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56 (5), 815-822 (p. 816).

¹⁰ CSIKSZENTMIHALYI, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper Collins.

¹¹ CSIKSZENTMIHALYI, M. (1992). *A psicologia da felicidade*. São Paulo: Saraiva.

2.5.3 - Tipo de jogadores

As pessoas são atingidas por estímulos diferentes que as motivam a se interessarem por um determinado jogo e segundo Richard Bartle, *game designer* de MUD's¹² e outros *games online*, através de seu artigo (BARTLE, 1996) relata que as pessoas jogam por quatro razões principais, que são: (1) fazer realizações dentro do contexto do jogo; (2) explorar o sistema do jogo; (3) interagir ou socializar com outros jogadores; (4) competir, se impor sobre os outros jogadores.

O autor através do seu teste “*The Bartle Test of Gamer Psychology*”¹³ estabeleceu os Arquétipos de Bartle¹⁴, que traz uma taxonomia que define os perfis de jogadores, e estabeleceu 4 tipos diferentes, que são: Realizadores, exploradores, socializadores e predadores.

Baseado em Bartle, Bissolotti (2016, p. 45) apresenta as seguintes definições para cada tipo de jogador:

- Realizadores: Esse perfil de jogador cumpre o objetivo do *game*. Sua motivação é o desafio, e se orgulha de seu *status* formal na hierarquia do *game*;
- Exploradores: Querem descobrir o máximo sobre o *game*, sua motivação é a descoberta, o perfil desse jogador acredita ser o “guru” dos outros jogadores menos experientes;
- Socializadores: Estão interessados em conhecer, comunicar e informar-se com os outros jogadores, o *game* se torna uma desculpa. Os socializadores se orgulham da amizade, contatos e influências conquistadas no decorrer do *game*;
- Predadores: Demostram sua superioridade sobre os outros jogadores. Os outros são apenas o meio para o fim, uma ferramenta para seus objetos.

Bartle (1996) apresenta uma maneira fácil de lembrar dos tipos de jogadores, e sugere os naipes¹⁵ das cartas do baralho, o autor explica que: os realizadores são de ouro, estão sempre a procura de um tesouro; os exploradores são de espada, investigam em busca de informações; os socializadores são de copas, buscam afinidades com os outros jogadores; e os predadores são de paus, pretendem atingir os demais jogadores com eles.

¹² MUD /muhd/ /n./ [acronym, Multi-User Dungeon; alt. Multi-User Dimension]: A classe de experiências de realidade virtual. Estes são em tempo real, como um jogo de aventura, e pode incluir combate, armadilhas, quebra-cabeças, magia (STEWART, 2000 *apud* BISSOLOTTI, 2016).

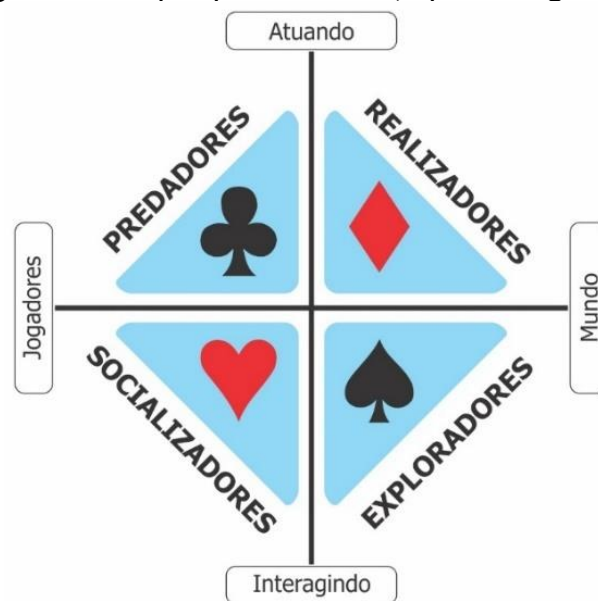
¹³ Série de perguntas que permite ao autor classifica os tipos de jogadores com base em suas preferências de jogo. Disponível em: < <https://matthewbarr.co.uk/bartle/>>. Acessado em 06/09/2021.

¹⁴ *Bartle's taxonomy of player types* - Bartle (1996)

¹⁵ Naipes é o nome dado às “famílias” ou tipos das cartas. Os quatro tipos são: Paus, Copas, Espadas, Ouros.

A Figura 20 apresenta os Arquétipos de Bartle com os tipos de jogadores: realizadores, exploradores, socializadores e predadores, separados por dois eixos que expressam o grau de preferência em atuar ou interagir com mundo virtual ou com outros jogadores. Os realizadores querem atuar no mundo, os exploradores preferem interagir com o mundo, os socializadores optam por interagir com os outros jogadores e os predadores se dedicam em atuar sobre os jogadores.

Figura 20 - Arquétipos de Bartle (Tipos de Jogadores)



Fonte: O autor - Adaptado de Bartle (1996)

Perceber que tipo de jogador é cada usuário torna a escolha dos elementos de jogo mais atrativa (BISSOLOTTI, 2016), porém é relevante atentar para o que relatam Raguze e Silva (2016), os jogadores possuem características de cada um dos tipos, em determinadas porcentagens, não apresentando aspectos específicos de um único tipo.

2.5.4 - Elementos de Jogo

Um jogo apesar de se manifestar como uma experiência integrada é constituído por várias peças menores, que são os elementos do jogo, e são eles que constroem a experiência vivenciada (WERBACH; HUNTER, 2012).

A gamificação pode ser entendida como uma caixa de ferramentas contendo os elementos dos jogos e para cada experiência faz-se uso de um número ilimitado desses

elementos. Porém para utilizá-los é necessário conhecer suas funções e como estes interagem dentro de um sistema (FARDO, 2013).

Werbach e Hunter (2012) dividem os elementos dos jogos em 3 (três) categorias que estão distribuídos em uma espécie de pirâmide hierárquica e são denominados de: dinâmicas, mecânicas e componentes. As dinâmicas se situam no topo da pirâmide e representam os aspectos gerais do jogo. No meio da pirâmide estão as mecânicas que são os processos básicos que promovem a ação e geram a participação do jogador. Já os componentes, se situam na base da pirâmide e são as instâncias específicas das mecânicas e dinâmicas. A Figura 21 apresenta a hierarquia dos elementos dos jogos.

Figura 21 - Hierarquia dos Elementos dos Jogos



Fonte: Adaptado de Werbach e Hunter (2012)

Essas categorias estão dispostas em ordem decrescente de abstração. Cada mecânica pode estar ligada a uma ou mais dinâmicas, assim como cada componente a uma ou mais mecânicas ou dinâmicas.

As dinâmicas (Quadro 9) que representam os aspectos gerais de uma gamificação, constituem os níveis mais altos de abstração entre os elementos do jogo. Formam a temática na qual o jogo se desenvolve e apresentam as relações entre os jogadores e as mecânicas do jogo. Devem ser administradas, porém não são obrigatoriamente expressas no jogo (COSTA; MARCHIORI, 2016).

Quadro 9 - Dinâmicas de Jogos – Descrições

Dinâmica	Descrição
Emoções	Os sentimentos que o jogo pode provocar, como: Curiosidade, competitividade, frustração, felicidade etc.
Narrativa	A história do jogo que motiva as ações dos jogadores.
Progressão	O desenvolvimento e crescimento do jogador.
Relacionamento	As interações sociais que geram sentimentos de competição, cooperação, status, altruísmo etc.
Restrições	As limitações postas pelo jogo (as regras)

Fonte: Werbach e Hunter (2012) adaptado pelo autor

As mecânicas (Quadro 10) são elementos mais específicos que estimulam comportamento mais específicos, guiam as ações dos jogadores para direções desejadas, delimitando o que pode ser feito, ou não, viabilizando o funcionamento do jogo. Dependendo da mecânica usadas, os jogos podem ter uma ampla variedade de estilos (COSTA; MARCHIORI, 2016).

Quadro 10 - Mecânicas de Jogos – Descrições

Mecânica	Descrição
Aquisição de recursos	Conquista de itens que auxiliam o jogo.
Competição	Disputa de um objetivo entre jogadores ou times.
Cooperação	Um objetivo é compartilhado por todos os jogadores.
Desafio	Tarefa que solicita esforço para ser resolvida.
Estado de vitória	Equivale a vitória ou derrota (Perder ou ganhar)
Feedback	Resposta que realimenta o jogo.
Recompensas	Benefícios conquistados por intermédio de resultados alcançados.
Sorte	Aleatoriedade que influencia um resultado.
Transações	Negociações de recursos entre os jogadores.
Turnos	Participação alternada dos jogadores.

Fonte: Werbach e Hunter (2012) adaptado pelo autor

Os componentes (Quadro 11) são elementos específicos usados na interface do jogo e constituem o nível mais concreto entre os elementos de jogo. Assim como uma mecânica se liga com uma ou mais dinâmicas, vários componentes podem fazer parte de uma mecânica (COSTA; MARCHIORI, 2016).

Quadro 11 - Componentes de Jogos – Descrições

Componente	Descrição
Avatares	Representação visual dos jogadores no mundo virtual.
Bens virtuais	Itens do jogo que possuem algum valor financeiro ou psicológico.
Coleção	Conjuntos de itens (símbolos, emblemas) acumulados.
Combate	Um encontro no qual ocorre uma disputa.
Conquista	Objetivos que foram realizados.
Desafio de níveis (Boss)	Desafio geralmente mais difícil enfrentado no final de cada nível.
Desbloqueio de conteúdo	Itens disponíveis apenas quando se atinge determinados pontos ou completa determinados objetivos.
Doação	Oportunidades de compartilhar itens com outros jogadores.
Grafos sociais	Reprodução da rede social dos jogadores dentro do jogo.
Insígnias (Emblemas/medalhas)	Representações visuais das conquistas e/ou realizações.
Missões	Objetivos pré-estabelecidos que devem ser completados pelos jogadores.
Níveis	Etapas da progressão ou da dificuldade do jogo.
Pontos	Representação numérica da progressão no jogo.
Tabela de líderes (Ranking)	Apresentação visual das conquistas e progressão dos jogadores.
Times	Grupos de jogadores com objetivos em comum.

Fonte: Werbach e Hunter (2012) adaptado pelo autor

A Figura 22 apresenta todos os elementos de jogo.

Figura 22 - Elementos de Jogo



Fonte: O autor

Para Werbach e Hunter (2012) as combinações desses elementos podem assumir diversas formas, e sua escolha deve ser feita baseada na que atende de forma mais adequada ao contexto a serem inseridas. Dessa forma a principal tarefa de um projeto de gamificação é combinar as dinâmicas, mecânicas e componentes da forma mais adequada para o cumprimento de determinado objetivo.

Os autores relatam ainda que alguns elementos são iguais na maioria dos projetos de gamificação, porém uns são mais comuns e influentes ainda e começam basicamente com “A Triade PBL” (*The PBL Triad*), ou seja, os pontos (*Points*), emblemas (*Badges*) e rankings (*Leaderboards*). O PBL quando usado de maneira correta pode tornar-se poderoso, prático e relevante (WERBACH e HUNTER, 2012).

2.5.5 - Octalysis

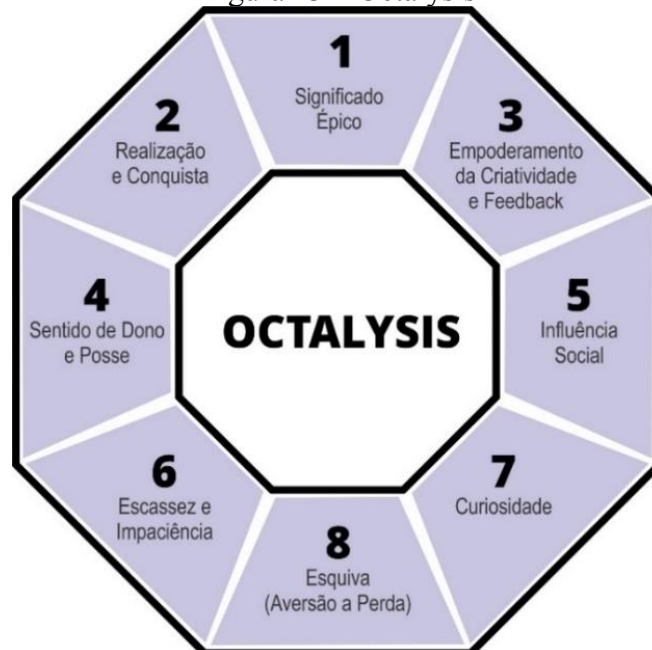
A Octalysis¹⁶ é um *framework* para desenvolvimento de estratégias de gamificação desenvolvido pelo taiwanês Yu-kai Chou, que objetiva potencializar a motivação humana em um sistema através do “*design* focado no ser humano”, em oposição ao “*design* focado em função” dos atuais sistemas, que visam a pura eficiência, a realização do trabalho de forma mais rápida. No “*design* focado no ser humano” os sistemas são projetados levando em consideração que as pessoas têm sentimentos, inseguranças e razões pelas quais desejam ou não realizar determinadas atividades, desta forma procuram otimizar seus sentimentos, motivações e engajamento.

Tendo os jogos o objetivo principal de agradar aos jogadores, mantendo-os felizes e entretidos em jogar, o termo gamificação surge justamente porque foi a indústria dos jogos a primeira a dominar o “*design* focado no ser humano” e que ela trabalha focada na motivação e engajamento dos seus usuários.

A Octalysis foi projetada com uma forma octogonal com 8 (oito) unidades principais representando cada lado. Cada unidade, denominada de *Core Drive*, atua focada em um núcleo motivacional. A Figura 23 apresenta a Octalysis.

¹⁶ Disponível em < <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/> > ou < octalysis.com >

Figura 23 – Octalysis



Fonte: Adaptada pelo Autor

- *Core Drive 1* - Significado Épico - O usuário acredita que está realizando algo maior que ele mesmo, uma causa, ou que foi escolhido para realizar algo. Alguns jogos iniciam com a narrativa de que o mundo está em perigo e que o usuário é o único capaz de salvar o mundo. Neste *drive* o usuário não visa nenhum tipo de recompensa, de modo geral o gatilho motivacional está no fato dele fazer parte de um grande plano, da possibilidade de se tornar o herói da história.

- *Core Drive 2* - Realização e Conquista - Impulsiona para o progresso, desenvolvendo habilidades, superando desafios, conquistando objetivos traçados. Gera grande senso de crescimento e aprendizado ao usuário. É importante ficar atento para a palavra “desafio” pois a conquista de uma medalha ou troféu sem a realização de um desafio, não é significante. É o *drive* motivacional mais utilizado em sistemas de gamificação através do PBL (*Points, Badges and, Leaderboards*) pontos, medalhas e lista de classificação (rankings).

- *Core Drive 3* - Empoderamento da Criatividade e *Feedback* - O usuário se envolve em um processo criativo onde necessita descobrir novas coisas e/ou fazer novas combinações, tendo total liberdade de criação para personalizar a sua interação. Os usuários não necessitam somente de expressar sua criatividade, mas também de serem capazes de ver os resultados, através de *feedbacks* rápidos, com tempo hábil de resposta.

- *Core Drive 4* - Sentimento de Dono e Posse - O usuário se sente proprietário de algo ou tem o domínio de alguma coisa. Ele intrinsecamente quer fazer o seu melhor para que possa adquirir mais posses. Está basicamente relacionado com o acúmulo de riqueza e bens virtuais, porém este *drive* também funciona quando o usuário é levado a investir seu tempo para customizar seu perfil ou avatar.

Core Drive 5 - Influência Social - Este *drive* abrange os elementos sociais que motivam os usuários, tais como: aceitação, companheirismo, competição, inveja, etc., e como os usuários interagem com eles. Por exemplo, determinada habilidade de um usuário pode despertar em outro a vontade de atingir o mesmo nível de excelência. Este *drive* incorpora também pelo impulso para se aproximar de pessoas, locais e evento. Com as pessoas este impulso tem se acentuado bastante devido a disseminação das redes sociais.

Core Drive 6 - Escassez e Impaciência - Desejar algo só porque não pode tê-lo. Geralmente quando uma pessoa deseja alguma coisa e não pode tê-la naquele momento, ela tende a ficar motivada a pensar constantemente na coisa desejada. Este é o *drive* usado pelo *Facebook* quando iniciou, exclusivo para Harvard, posteriormente foi aberto para poucas universidades e, eventualmente, muita gente quis entrar porque antes não podiam.

Core Drive 7 - Curiosidade - Desejo de descobrir o que irá acontecer em seguida. O engajamento ocorre porque o cérebro faz o pensamento retornar com frequência ao assunto. Este é o *drive* que motiva as pessoas que assistem filmes e leem livros, porém também está por trás do vício em jogos de azar. Usar sorteios ou geradores de resultados aleatórios são formas de trazer imprevisibilidade e curiosidade para uma gamificação.

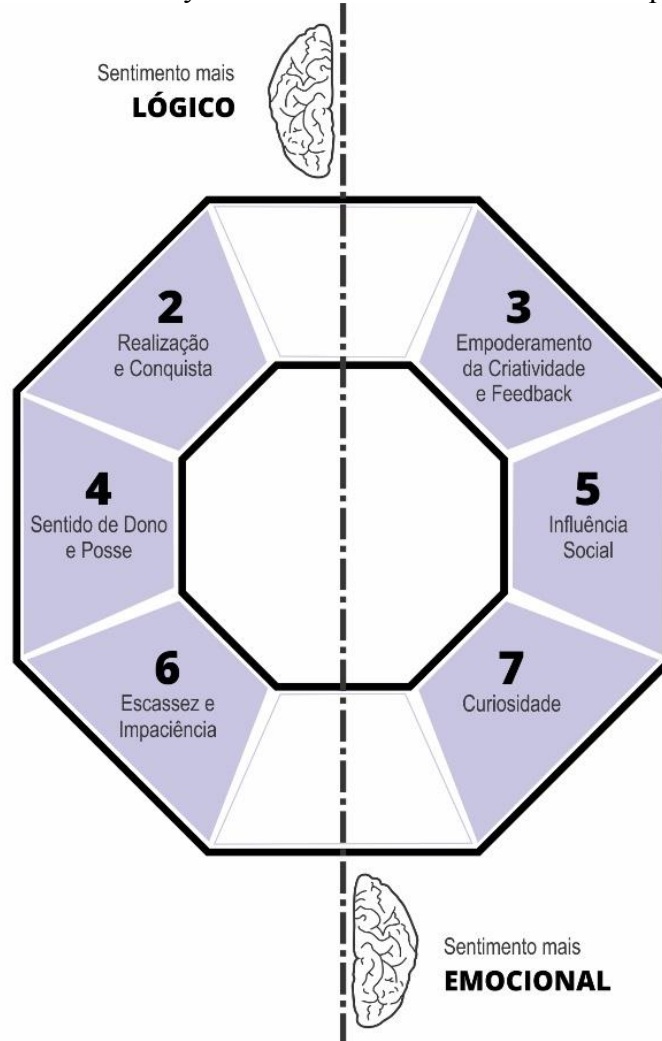
Core Drive 8 - Esquiva (Aversão a Perda) - Baseado em evitar que algo ruim aconteça ou a perda de uma oportunidade. Em uma escala menor, seria evitar a perda de um trabalho. Em uma escala maior, seria evitar que todo o esforço, até certo ponto, se torne inútil por estar desistindo do todo. As oportunidades sazonais estão nesse contexto deste *drive* também, porque se não agir imediatamente, pode perder a oportunidade para sempre.

Para o desenvolvimento de um bom sistema de gamificação não necessariamente precisa fazer uso de todos os *drives* motivadores.

Chou (2016), faz ainda dois tipos de análises muito importantes relacionadas a motivação gerada pelos *Drives*. Na primeira, faz uma análise quanto a natureza da motivação, o autor divide os *Drives* em duas faixas verticais. A faixa da direita, composta pelos *Drives* focados na criatividade, auto-expressão e dinâmicas sociais, denominou de “*Rigth Brain*” ou

“Cérebro Direito” e estão relacionados a motivação intrínseca e a um sentimento mais emocional. A faixa da esquerda, composta pelos *Drives* associados a lógica, cálculos, propriedade e posse, denominou de “*Left Brain*” ou “Cérebro Esquerdo” e estão relacionados a motivação extrínseca e a um sentimento mais lógico. A Figura 24 apresenta a Octalysis cérebro direito e cérebro esquerdo.

Figura 24 – Octalysis – Cérebro Direito e Cérebro Esquerdo

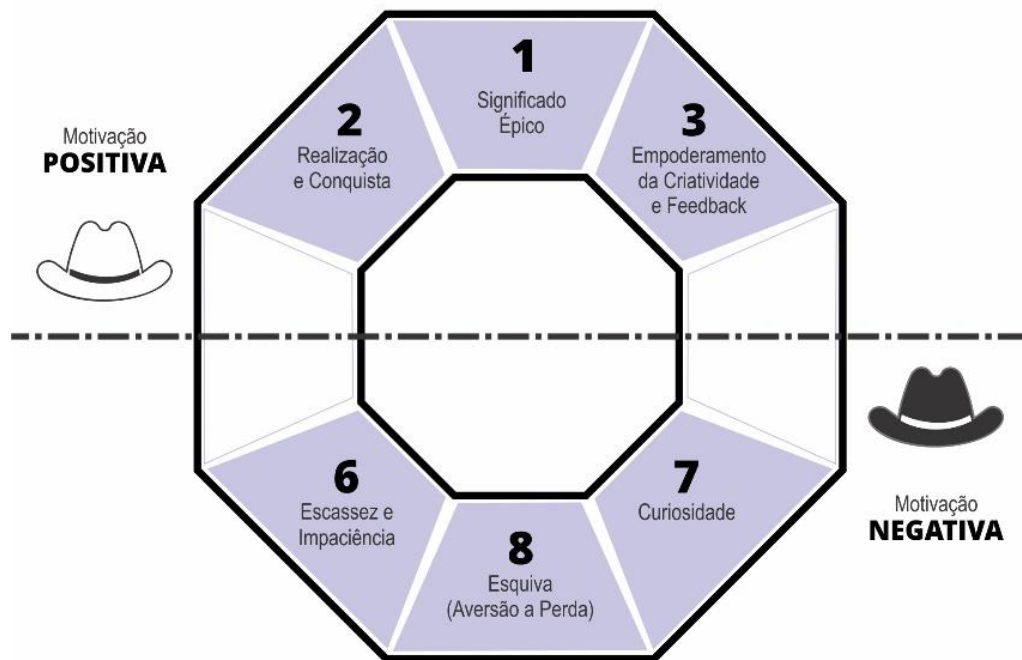


Fonte: Adaptada pelo Autor

A segunda análise corresponde a duas faixas horizontais, onde a motivação é dividida em positiva e negativa. A faixa superior o autor denominou de “*White Hat*” ou “Chapéu Branco” e trabalha com motivação positiva. Engaja por desenvolver um alto senso de significado, expressar criatividade, apresentar realizações e conquistas, fazer o usuário sentir boas sensações. A faixa inferior é denominada de “*Black Hat*” ou “Chapéu Preto” e trabalha

com motivadores mais negativos, neste sentido o usuário é motivado pela escassez, desenvolvendo um senso de urgência, ou pelo medo de perder algo. A Figura 25 apresenta a Octalysis chapéu branco e chapéu preto.

Figura 25 – Octalysis – Chapéu Branco e Chapéu Preto



Fonte: Adaptada pelo Autor

Apesar do termo um tanto depreciativo de motivadores mais negativos, isso, porém não implica em dizer que *Drives* ligados ao Chapéu Preto não devam ser utilizados em projetos de gamificação, pelo contrário, a combinação deles com os demais *Drives* tende a ser bastante benéfica.



3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo é apresentado o delineamento metodológico deste estudo, no qual se destacam as principais características da abordagem de pesquisa adotada, o processo, os métodos e técnicas adotados para coleta e análise de dados da pesquisa e a versão beta do Modelo de Colaboração BIM3C.

3.1 - CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA BASEADA EM DESIGN

A Pesquisa Baseada em *Design* (PBD), do inglês *Design-Based Research* (DBR) se desenvolveu próximo do início do século XXI e foi descrita como uma metodologia de pesquisa prática que seria capaz de preencher a lacuna entre a pesquisa e a prática na educação formal (ANDERSON e SHATTUCK, 2012). Acontece no contexto do mundo real e não em laboratórios afastados da prática diária (WANG e HANNAFIN, 2005).

Pesquisas aplicadas na elaboração de experimentos práticos são frequentes em áreas de arquitetura e engenharia (DBR COLLECTIVE, 2003). A PBD não pretende substituir as outras metodologias, mas sim proporcionar uma perspectiva alternativa que aponta melhorias diretas, escalonáveis e simultâneas em pesquisa, teoria e prática (WANG e HANNAFIN, 2005).

O pressuposto da PBD, para promover, sustentar e compreender a inovação no mundo, em particular no contexto educacional, tem mantido uma íntima associação com o desenvolvimento e o uso de TIC na prática educacional (DIX, 2007). A PBD associa pesquisa educacional empírica com a teoria do *design* dos ambientes de aprendizagem, tornando-se uma relevante metodologia para entender como, quando e por que as inovações educacionais funcionam na prática (DBR COLLECTIVE, 2003).

Na PBD os pesquisadores, em colaboração com os demais participantes, coordenam os processos de pesquisa, projetam e implementam ações sistemáticas para refinar e aprimorar os projetos iniciais e, em última instância, procurar avançar tanto nos objetivos práticos quanto nos teóricos que afetam a prática (WANG e HANNAFIN, 2005).

Wang e Hannafin (2005) definem PBD como:

Uma metodologia sistemática, mas flexível, que visa melhorar as práticas educacionais por meio de análise iterativa, *design*, desenvolvimento e implementação, com base na colaboração entre pesquisadores e profissionais em configurações do mundo real, levando a princípios e teorias de *design* contextualmente sensíveis (WANG; HANNAFIN, 2005, p. 6-7 - tradução nossa).

Diante da complexidade desta definição, como forma de melhorar a compreensão o Quadro 12 destaca as principais características da PBD relacionadas por Wang e Hannafin (2005).

Quadro 12 - Características da Pesquisa Baseada em Design

Características	Explicações
Pragmática	<ul style="list-style-type: none"> • A pesquisa baseada em design refina tanto a teoria quanto a prática. • O valor da teoria é avaliado pela extensão em que os princípios informam e melhoram a prática.
Fundamentada na teoria	<ul style="list-style-type: none"> • O design é orientado pela teoria e fundamentado em pesquisa, teoria e prática relevantes. • O design é conduzido em configurações do mundo real e o processo de design é incorporado e estudado por meio de pesquisa baseada em design.
Interativa, iterativa e flexível	<ul style="list-style-type: none"> • Os designers estão envolvidos nos processos de design e trabalham em conjunto com os participantes. • Processos são ciclo iterativo de análise, design, implementação e redesenho. • O plano inicial geralmente é insuficientemente detalhado para que os projetistas possam fazer alterações deliberadas quando necessário.
Integrativa	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos mistos de pesquisa são usados para maximizar a credibilidade da pesquisa em andamento. • Os métodos variam durante diferentes fases à medida que novas necessidades e questões surgem e o foco da pesquisa evolui. • O rigor é mantido propositadamente e a disciplina aplicada é adequada à fase de desenvolvimento.
Contextual	<ul style="list-style-type: none"> • O processo de pesquisa, os resultados da pesquisa e as mudanças do plano inicial são documentados. • Os resultados da pesquisa estão relacionados ao processo de design e à configuração. • O conteúdo e a profundidade dos princípios de design gerados variam. • É necessário orientação para a aplicação dos princípios gerados.

Fonte: Wang e Hannafin (2005, p. 8 – tradução nossa).

Anderson e Shattuck (2012) também relatam a complexidade da definição e sugerem que um estudo de PBD de qualidade é definido por: (a) Estar situado em um contexto educacional real, concedendo a pesquisa um sentido de valor; (b) Focar no *design* e teste de intervenção significativa, que tem início com uma análise clara do contexto local, pautada por valiosa literatura, teoria e prática de outros contextos, programada exclusivamente para solucionar algum problema ou desenvolver melhoria na prática; (c) Usar métodos mistos, onde é plenamente aceitável que pesquisadores selecionem e usem variados métodos, de acordo com

a necessidade; (d) Envolver múltiplas iterações, de modo a prover melhorias no projeto e futura avaliação; (e) Envolver uma parceria colaborativa entre pesquisadores e participantes, desde o início na identificação do problema, passando pelo projeto e a construção da intervenção. Criação, implementação, avaliação e publicação de princípios teóricos e de *design*; (f) Evoluir dos princípios do *design*, no qual novos conceitos, padrões e atitudes só se tornam habituais na academia quando se tornam concretizados e são apoiados em contextos da vida real.

A PBD que avança a teoria, mas não demonstra o valor desse avanço sobre a aprendizagem no contexto local de estudo, não justifica adequadamente o valor da teoria (BARAB; SQUIRE, 2004 *apud* ANDERSON; SHATTUCK, 2012).

A PBD não está simplesmente preocupada com a análise dos resultados de uma intervenção, como por exemplo a melhoria da aprendizagem pelos estudantes, está interessada sobretudo no entendimento do design da iniciativa. Está interessada em entender o processo de criação, os desafios de sua implantação e a coordenação da intervenção. Isso ocorre porque a atividade de pesquisa está concentrada na atividade de implantação prática (ANDERSON e SHATTUCK, 2012).

3.2 – O PROCESSO DE PESQUISA BASEADA EM DESIGN

Segundo os dicionários, a definição de processo é: Ação contínua e prolongada que expressa continuidade na realização de determinada atividade; maneira de se fazer alguma coisa; procedimento.

A intervenção na PBD se inicia através de uma cuidadosa avaliação do contexto local, é embasada por uma relevante fundamentação teórica e por experimentos práticos provenientes de outros contextos e se aprimora por meio de várias iterações em busca do refinamento do recurso (ANDERSON; SHATTUCK, 2012).

Reeves (2000) apresenta uma proposta abrangente para o processo de desenvolvimento de PBD que tem início na observação de questões práticas por parte dos pesquisadores e praticantes, seguida pela elaboração de uma solução estruturada de modo teórico e posterior desenvolvimento e teste da solução proposta de modo prático. O processo possui em sua última fase a elaboração dos “princípios de design”, resultado da análise sobre o esboço da solução e da explanação dos princípios que fundamentaram a iniciativa. É importante destacar que no decorrer de todo o ciclo de desenvolvimento da PBD existe a possibilidade de reavaliação e

refinamento da solução proposta bem como o trabalho colaborativo entre pesquisadores e praticantes.

Mulbert (2014) relata que vários outros autores fizeram propostas de processos de PBD, dentre as quais a autora cita Dix (2007).

Com a finalidade de possibilitar uma base teórica para conduzir o desenvolvimento de um estudo, Dix (2007) apresenta um processo de pesquisa orientado especialmente para pesquisas em contextos de inovação em tecnologias educacionais, denominado de DBRIEF (*Design-Based Research in Innovative Education Framework*). Segundo a autora, o DBRIEF passa por cinco fases que são:

a) **Exploração fundamentada** (*Informed exploration*): Inicia de modo exploratório não estruturado, identificando o problema, seguida por uma revisão da literatura relacionada. Com base nos pressupostos e percepções dos pesquisadores desenvolve-se as questões de pesquisa e as hipóteses do modelo. Essas atividades são guiadas por um processo intuitivo e iterativo.

b) **Prenúncio** (*Presage*): Apresenta o universo de aprendizagem, a inter-relação entre os fatores presentes no contexto, professor e aluno. A partir desses elementos básicos, combinados com fatores de processo e produto, são desenvolvidos modelos hipotéticos para testes em fases subsequentes. Fase uma pouco mais estruturada.

c) **Processamento** (*Process*): Parte central do processo de pesquisa, onde soluções inovadoras de intervenção são desenvolvidas e avaliadas em um processo iterativo de microciclos. Fatores contextuais, juntamente com as reações dos professores e dos alunos, são mensurados para fornecer resultados parciais que auxiliam a reflexão e o desenvolvimento dos objetivos e o refinamento da intervenção.

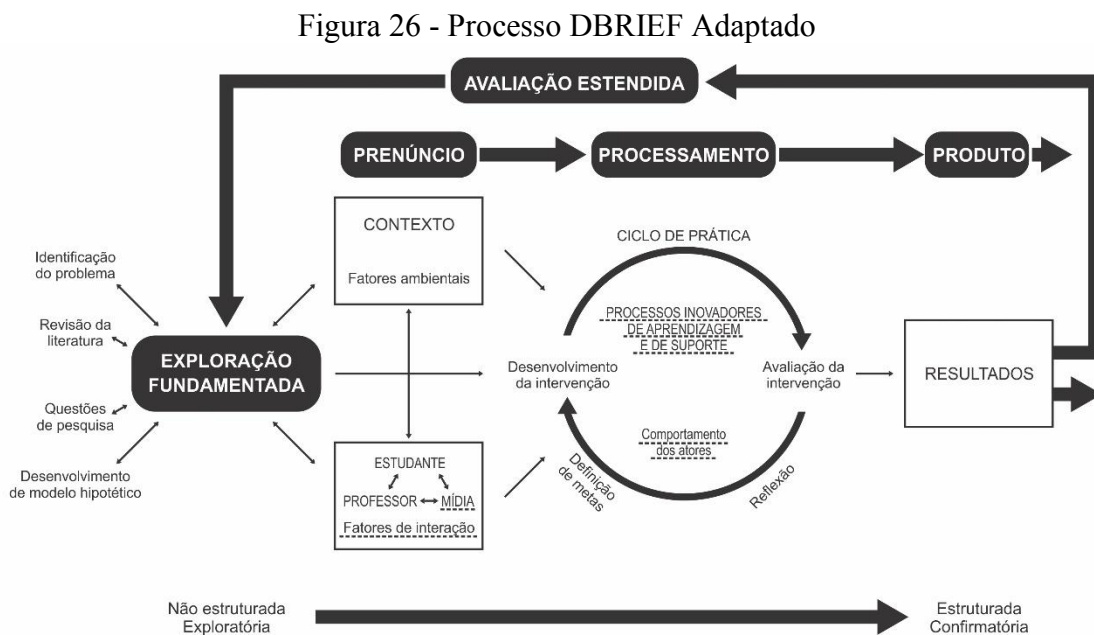
d) **Produto** (*Product*): No decorrer desta fase da pesquisa, os dados quantitativos e/ou qualitativos, gerados na fase anterior, são rigorosamente avaliados. Nesta fase, a avaliação assume uma forma altamente estruturada e é assertiva por natureza. Outros resultados, como programas de intervenção e consequências, são preparados para divulgação e avaliação para a comunidade de pesquisa. Porém, ao invés de considerar a publicação de descobertas como o ponto final da pesquisa, é necessária e fundamental para o método de pesquisa baseado em *design* uma fase final do macrociclo.

e) **Avaliação Estendida** (*Extended Evaluation*): Fase final, programada para estimular a pesquisa e o constante desenvolvimento de novas teorias das intervenções. Os resultados, descobertas e consequências abastecem e reinicializam a teoria original e presumem o princípio

contido de que a mudança é justificável e que a inovação na prática deve estar sempre evoluindo. Neste ponto de vista, as relações de longo prazo entre profissionais e pesquisadores garantem a pesquisa educacional independentemente da prática docente.

Mulbert (2014) relata que o *framework* DBRIEF tem como objetivo apoiar o desenvolvimento de pesquisas em situações em que há o emprego de tecnologias educacionais inovadoras, porém a autora sugere alguns ajustes ao DBRIEF que objetivam expandir o uso do *framework* para situações em que a aprendizagem ocorra em qualquer lugar e a qualquer momento. A autora relata ainda que as características do DBRIEF, assim como o seu alinhamento com as propostas da PBD, foram preservadas em sua essência.

A Figura 26 apresenta o processo DBRIEF adaptado. Para facilitar a identificação dos ajustes no diagrama original, os termos adaptados foram sublinhados com uma linha pontilhada. As demais características gráficas do diagrama foram preservadas (MULBERT, 2014, p. 105).



O modelo adaptado por Mulbert (2014) fundamentou o processo que guiou o desenvolvimento desta pesquisa.

3.3 – O PROCESSO DE PESQUISA DESTA PROPOSTA

O perfil metodológico desta pesquisa está baseado no diagrama DBRIEF de Dix (2007) adaptado por Mulbert (2014). O delineamento do fluxo de trabalhos desta pesquisa encontra-se no Apêndice I deste trabalho e cada fase do processo de pesquisa é descrita nas próximas seções desde capítulo. O Quadro 13 apresenta uma síntese das fases de investigação da pesquisa.

Quadro 13 - Síntese das Fases de Investigação da Pesquisa

Fase		Atividades	Aspectos metodológicos
Exploração Fundamentada		Sistematização teórica das áreas de estudo e desenvolvimento da Versão Beta do Modelo de Colaboração BIM3C.	- Pesquisa bibliográfica - Pesquisa sistemática
Prenúncio		Aplicação em âmbito acadêmico, com estudantes de curso da área de AEC de um modelo gamificado de colaboração em BIM baseado no Modelo de Colaboração 3C.	- Pesquisa bibliográfica - Análise
Processamento	Ciclo 1	Ratificação do Modelo de Colaboração BIM3C através da realização de entrevista com profissionais de AEC que utilizam o BIM como processo de projeto.	- Questionário - Entrevista semiestruturada - Análise
	Ciclo 2	Desenvolvimento dos objetos de ensino-aprendizagem, utilizando os conceitos de <i>serious games</i> e testes com acadêmicos dos cursos da área da AEC.	- Debate - Análise - Observação
	Ciclo 3	<i>Play BIM</i> – Aplicação dos objetos de ensino-aprendizagem de forma ordenada, conforme conceitos de gamificação, com acadêmicos dos cursos da área da AEC.	- Debate - Observação - Questionário
Produto		Análises dos dados qualitativos e quantitativos coletados no decorrer das aplicações do <i>Play BIM</i> .	- Raciocínio hipotético-dedutivo
Avaliação Estendida		Conclusões do trabalho e contribuições teóricas que podem transcender o contexto do estudo.	- Raciocínio indutivo - Análise

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.1 - Fase da Exploração Fundamentada

A fase de exploração fundamentada conforme Dix (2007), corresponde à identificação do problema, às questões de pesquisa, à revisão da literatura, e o desenvolvimento da abordagem do problema. Essas etapas são apresentadas nos três primeiros capítulos desta pesquisa.

Esta fase corresponde a uma fase exploratória, porém, em boa parte, ainda pouco estruturada, onde o tema central desta pesquisa, BIM, foi introduzido de forma gradativa através de uma disciplina no Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismos (PósARQ) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), intitulada “Tópicos Especiais em Objetos de Ensino e Aprendizagem para Introdução do BIM no Ensino de Projeto Arquitetônico”, onde foi apresentada a tese de Barison (2015) e se percebeu a lacuna de projeto colaborativo em BIM nos currículos dos curso relacionados ao setor de AEC. Posteriormente a realização de 3 (três) cursos no TiLab, centro de treinamento vinculado a editora ProBooks, especializada em tecnologia da computação aplicada à Arquitetura, Engenharia, Design e Construção Civil, em São Paulo/SP com aproximadamente 20 anos de experiência. Os cursos realizados foram: (1) História do BIM, (2) Coordenação e Compatibilização de Projetos em BIM e (3) Fundamentos do IFC. Um outro curso sobre Gamificação pela SHIFT/FIAP foi realizado também.

A leitura de teses, dissertações, artigos e livros sugeridos pelas referências citadas anteriormente, onde valem destacar: Mulbert (2014) que apresenta a PBD e o DBRIEF de Dix (2007) adaptado; Fuks (2002) que introduz o modelo de colaboração 3C (Comunicação + Coordenação + Cooperação) oriundo da engenharia dos sistemas colaborativos; Preidel *et. al.* (2016) com o *framework* que possibilita o desenvolvimento de projetos em *open* BIM; Batistello (2018) que utiliza gamificação como instrumento incentivador do processo projetual; dentre outros que embasaram a identificação do problema de pesquisa, das questões de pesquisa e a revisão da literatura. A busca sistemática mencionada no item 1.8 (Relevância e Ineditismo) foi realizada uma vez a cada semestre desde o primeiro semestre de 2018.

Para o desenvolvimento do modelo hipotético de colaboração em BIM, baseado no modelo sugerido por Fuks (2002) fez-se a correlação entre o referencial teórico sobre a colaboração 3C e o do BIM. Este modelo foi denominado de Modelo de Colaboração BIM3C – Versão Beta e teve como marco inicial o Curso de Coordenação e Compatibilização de Projetos em BIM realizado no TiLab, que permitiu ter uma visão geral da colaboração em BIM e guiou o processo de correlação entre os referenciais teóricos.

O curso possibilitou a realização de simulações do processo de trabalho multidisciplinar e colaborativo em BIM através da utilização de ferramentas de projeto e colaboração, permitindo perceber como se dá o fluxo de trabalho em BIM e como isso altera os processos de coordenação e compatibilização dos projetos. Durante o curso foram abordados temas como: a) O estabelecimento de Ambiente Comum de Dados através da utilização de armazenamento na nuvem com o *Google Drive*; b) A introdução do conceito de IFC como padrão de

compartilhamento de arquivo e sua relação com trabalho colaborativo em BIM; c) A utilização de ferramenta/*software*/ambiente/plataformas de coordenação em BIM, tais como *Tekla BIMsight*, *Trimble Connect*, entre outros; d) A definição dos Níveis de Desenvolvimento (LOD) dos modelos, ciclos de entrega e revisões do modelo, e como conferir a execução dos trabalhos; e) O desenvolvimento do modelo federado e a checagem de conflitos (*Clash detection*); f) A definição do BCF como padrão de comunicação e a sua gestão para o desenvolvimento de atas, relatórios de desempenho e métricas.

3.3.1.1 – Modelo de Colaboração BIM3C – Versão Beta

A obtenção da versão beta do Modelo de Colaboração BIM3C se deu, baseado no conteúdo do curso de coordenação e compatibilização de projetos em BIM, correlacionando cada um dos conceitos dos componentes do modelo de colaboração 3C com um equivalente ao BIM e são descritas a seguir.

Fuks, Raposo e Gerosa (2002) relatam que atividades mais diretamente voltadas para o trabalho colaborativo exigem sofisticados mecanismos de coordenação para garantir o sucesso da colaboração e citam o desenvolvimento de *software* como ferramenta que dá suporte ao gerenciamento do fluxo de trabalho. Abanda *et. al.* (2015) apresenta uma extensa lista de aplicações BIM e relata uma categoria específica para gerenciamento e coordenação de projeto. Esta categoria de aplicações BIM dá o suporte de coordenação ao modelo.

Nos Sistemas Colaborativos, a cooperação é a operação conjunta dos membros do grupo no espaço compartilhado. Em um espaço virtual de informação, os indivíduos cooperam produzindo, manipulando e organizando informações, bem como construindo e refinando artefatos digitais (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002). O projeto colaborativo em BIM se utiliza de um Ambiente Comum de Dados (CDE) como espaço de compartilhamento de arquivos para a cooperação de todos os *stakeholders* envolvidos no projeto. A centralização do armazenamento de dados no CDE reduz o risco de redundância de dados e garante a disponibilidade de dados atualizados a qualquer momento. O padrão de arquivos a ser compartilhado neste ambiente é obrigatoriamente o IFC que garante a interoperabilidade entre os modelos de cada disciplina envolvida no projeto.

Durante a comunicação nos sistemas colaborativos, as pessoas almejam construir um entendimento comum e compartilhar ideias, discutir, negociar e tomar decisões (FUKS;

RAPOSO; GEROSA, 2002). No projeto colaborativo em BIM, o arquivo IFC permite que diferentes projetistas utilizem suas próprias plataformas de projeto sem que isso impeça o trabalho conjunto e integrado e garanta o compartilhamento dos modelos desenvolvidos pelas diferentes disciplinas (Guia BIM ABDI – MDIC – v4, 2017). Desta forma o arquivo IFC serve de instrumento tanto de cooperação como comunicação.

Segundo *BIM dictionary*¹⁷, traduzido para o português como Dicionário BIM, o BCF é “*um esquema usado para trocar informações e pontos de vista do modelo entre indivíduos, independentemente das ferramentas de software usadas*”¹⁸ (tradução automática do Google). O BCF torna-se dessa forma o principal instrumento de comunicação do modelo.

Para a percepção da colaboração parte-se do princípio de que perceber é adquirir informação do que está acontecendo e do que as outras pessoas estão fazendo, mesmo sem se comunicar diretamente com elas (BRINCK; MC DANIEL, 1997 *apud* FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002). Nos Sistemas Colaborativos a percepção torna-se central para a comunicação, coordenação e cooperação de um grupo de trabalho e os elementos de percepção são os elementos do espaço compartilhado, por onde são transmitidas as informações destinadas a prover percepção (FUKS; RAPOSO; GEROSA, 2002). No BIM o Modelo Federado centraliza as informações dos modelos de todas as disciplinas que compõem um projeto, sendo desta forma o principal elemento de percepção do projeto colaborativo em BIM.

Com o Modelo Federado é possível perceber o desenvolvimento do projeto através do processo de compatibilização que segundo Pinto (2019) é uma forma de interação entre as diversas disciplinas do projeto com o objetivo de identificar possíveis interferências (conflitos) entre elas.

O *clash detection* evidencia conflitos entre objetos do projeto, detectados durante o processo de compatibilização, que podem gerar conflitos de interesses interpessoais para sua resolução e devem ser tratados pela coordenação.

Fuks, Raposo e Gerosa (2002) relatam que nos Sistemas Colaborativos deve-se atentar para o fluxo de informações disponibilizadas para o coordenador. A princípio, quase todas as informações sobre o que acontece, aconteceu ou acontecerá no grupo têm alguma importância. Mas um excesso de informações pode dificultar a tomada de decisões. O Guia BIM ABDI –

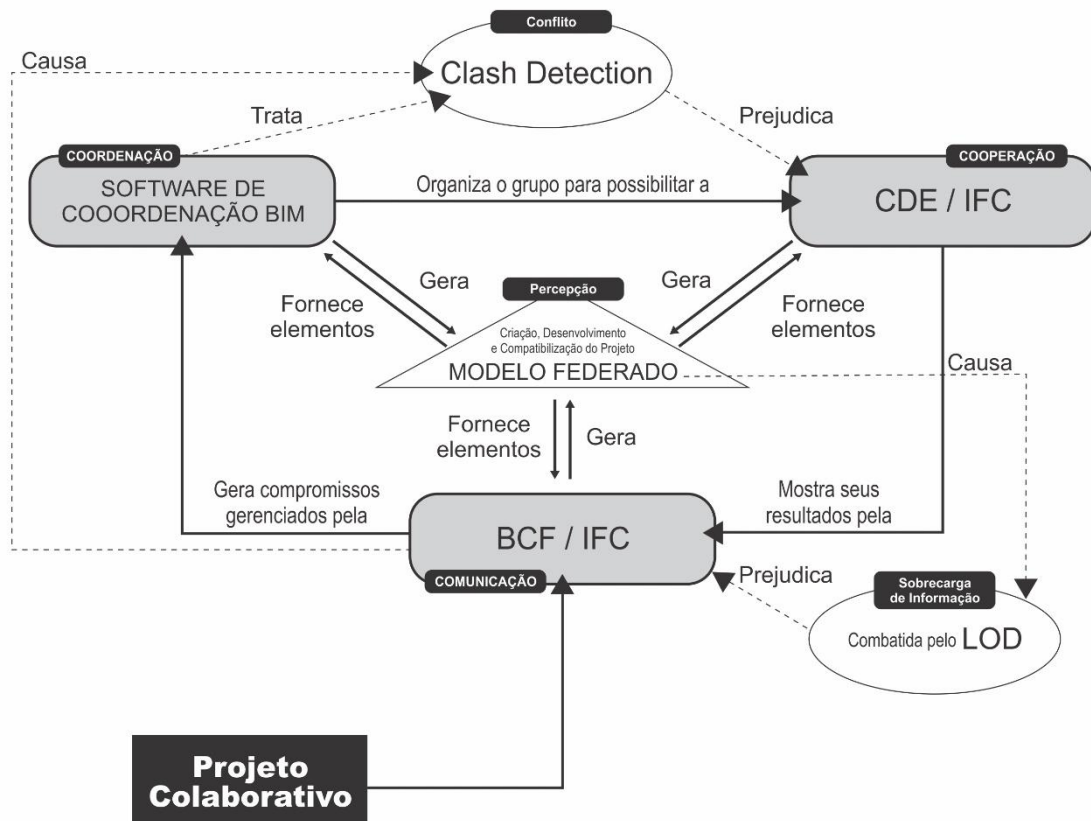
¹⁷ Disponível em: <https://www.bimdictionary.com>

¹⁸ *A schema used for exchanging information and model viewpoints between individuals irrespective of the software tools used.*

MDIC – v1 (2017) relata que o LOD (Nível de Desenvolvimento) serve de referência para que as equipes de projeto possam especificar entregáveis BIM, definindo claramente o que deve ser incluído em cada uma das etapas do projeto. Dessa forma o conceito de LOD é utilizado como filtro de entregas para combater a sobrecarga de informação nas diferentes fases do projeto.

A Figura 27 apresenta o Modelo de Colaboração BIM3C – Versão Beta.

Figura 27 – Modelo de Colaboração BIM3C – Versão Beta



Fonte: O Autor

Em resumo, o suporte computacional que possibilita o fluxo do projeto em BIM, como um sistema colaborativo, é percebido (**percepção**) através de um modelo federado (**elemento de percepção**). Este modelo é desenvolvido em um software de análise, coordenação e compatibilização de projetos (**coordenação**), mediante a junção das contribuições individuais, dos modelos de autoria, disponibilizados em um CDE através de arquivos IFC (**cooperação**). O arquivo IFC garante a interoperabilidade do sistema, funcionando dessa forma também como suporte de **comunicação** auxiliando o arquivo BCF nesta função. Os *clashes detections* são

conflitos detectados entre os modelos e o LOD atua como filtro para **evitar a sobrecarga de informação** no sistema.

Alguns *softwares* de modelagem BIM possuem comandos internos que permitem o desenvolvimento de projetos de forma colaborativa, o que Eastman *et. al.* (2014) denominaram de ambiente multiusuário. Os autores relatam que alguns sistemas permitem colaboração entre os membros de uma equipe de projeto. Eles possibilitam que vários usuários criem e editem partes do mesmo projeto diretamente em um só arquivo de projeto (cooperação), e administram a entrada dos usuários a essas diversas partes de informações (coordenação). A comunicação é encontrada na possibilidade de troca de mensagens internas que esses comandos permitem. O *Workset* do Revit e o *Teamwork* do ArchiCAD, são exemplos desta funcionalidade.

O Modelo de Colaboração BIM3C - Versão Beta permitiu identificar componentes tecnológicos de comunicação, coordenação e cooperação que estão presentes em um processo de projeto colaborativo em BIM.

3.3.2 - Fase de Prenúncio

A fase de prenúncio consiste na descrição contextual do ambiente em que aconteceu o estudo. Esta pesquisa foi desenvolvida parte em sala de aula e parte em ambientes virtuais através do Google *Meet* e *Whats App* entre acadêmicos de curso técnico, graduação e pós-graduação relacionados ao setor de AEC. A definição por um nicho mais amplo de acadêmicos deve-se ao fato de que o foco principal da pesquisa é projeto colaborativo, que sugere a integração entre as várias disciplinas (arquitetura, estrutura, hidrossanitário, elétrico, etc) que compõem o projeto de uma edificação. Os participantes possuíam computadores pessoais (*notebooks*) com alguns *softwares* instalados, entre eles um de modelagem BIM, *Revit*, que podia ser a versão acadêmica disponibilizada de forma gratuita para estudantes e professores e um de coordenação de projetos em BIM, *Trimble Connect*, que também disponibiliza uma versão gratuita.

3.3.3 - Fase de Processamento

Segundo Dix (2007) é uma fase iterativa, realizada em vários ciclos de prática. Neste estudo foram realizados 3 (três) ciclos práticos.

- O primeiro ciclo foi dedicado a ratificação e refinamento da versão beta do Modelo de Colaboração BIM3C. Neste ciclo, ocorreu uma ação mais estruturada de investigação com a realização de entrevistas com profissionais de AEC que utilizam, na prática, o BIM como processo para desenvolvimento de projeto. Apesar desse estudo ser voltado para o âmbito acadêmico a escolha por realizar entrevistas com profissionais se deu pela ausência ou pouca experiência de atividade colaborativas em BIM nas instituições de ensino e pela intenção de se estabelecer um modelo de colaboração para o BIM que tivesse uma visão do real fluxo de trabalho entre os profissionais da área. Essa investigação permitiu ratificar a versão beta do modelo, porém transformando-a em uma camada de tecnologia e como forma de refinamento do mesmo, incluiu-se duas novas camadas, uma dedicada ao processo e outra às pessoas, obtendo assim a versão final para o modelo. O Modelo de Colaboração BIM3C é apresentado com detalhes no Capítulo 4 desta pesquisa.

- O segundo ciclo constou do desenvolvimento de objetos de ensino-aprendizagem com características de *serious games* pautados no modelo de colaboração BIM3C. Foram desenvolvidos 4 objetos: 1) Jogo de tabuleiro projeto colaborativo BIM3C; 2) Tutorial para configuração de um CDE através do *Backup and sync from Google*; 3) Quebra-cabeça virtual; 4) Dinâmica de comunicação. Esses objetos, que têm por objetivo apresentar o fluxo e o processo do projeto colaborativo em BIM, foram testados em até 3 (três) oportunidades, em uma disciplina do PósARQ da UFSC, em uma disciplina de graduação na UFSC e em uma disciplina de uma faculdade particular de Florianópolis/SC. O processo de desenvolvimento desses objetos e suas aplicações testes são apresentados no Capítulo 5.

- O terceiro e último ciclo desta fase de processamento, denominado de *Play BIM*, foi a aplicação dos objetos de ensino-aprendizagem desenvolvidos de forma gamificada. Para este ciclo, baseado no conceito de maturidade de implantação do BIM que estabelece que antes da fase de colaboração existe uma fase de modelagem, houve a necessidade de retornar ao desenvolvimento de objetos de ensino-aprendizagem e desenvolver 2 (dois) novos objetos. O desafio de modelagem denominado de Passaporte *Play BIM* e o *Play BIM Riddle* que visa fomentar a aquisição de conhecimento de cunho teórico. A aplicação do *Play BIM* ficou então dividida em duas fases, a primeira de Modelagem denominada Passaporte *Play BIM* e a segunda de colaboração denominada de Projeto Colaborativo BIM3C e a aplicação do *Play BIM Riddle* sendo executada durante as duas fases. O *Play BIM* foi aplicado em duas oportunidades; uma em um *workshop* com alunos do IFPA e outra em uma disciplina do

PósARQ da UFSC. Na aplicação do *Play* BIM os participantes responderam a 3 (três) questionários, 2 (dois) referentes ao perfil do participante e a seu conhecimento em BIM, respondidos um no início e outro no fim da aplicação do *Play* BIM e um terceiro questionário, respondido ao final da aplicação referente a avaliação dos objetos de ensino-aprendizagem e ao processo de gamificação destes. Todas as informações referentes ao terceiro ciclo são apresentadas no Capítulo 6 deste material.

3.3.4 - Fase de Produto

Os dados resultantes dos questionários, discussões e das observações realizadas durante as duas aplicações do *Play* BIM no terceiro ciclo da fase de processamento foram analisados tanto quantitativamente como qualitativamente nesta fase e são mostrados no Capítulo 7.

3.3.5 - Fase de Avaliação Estendida

Esta fase foi dedicada a apresentação dos objetivos alcançados através das considerações finais relativas a esta pesquisa, juntamente com sugestões de utilização do *Play* BIM e novas investigações ao Modelo de Colaboração BIM3C com desenvolvimento de novos objetos de ensino-aprendizagem que serão apresentados no Capítulo 8.



4 – MODELO DE COLABORAÇÃO BIM3C

Este capítulo apresenta o processo de definição da versão final do Modelo de Colaboração BIM3C após a realização de consulta a profissionais de AEC que utilizam o BIM como processo de desenvolvimento de projeto.

Novas tecnologias proporcionam mudanças de comportamentos e a era digital é representada por constantes inovações, dessa forma as TIC têm revolucionado de forma considerável as organizações e as pessoas no desenvolvimento de suas tarefas.

Em um contexto mais amplo das TIC, os sistemas colaborativos são o suporte computacional que tem permitido que grupos de pessoas envolvidas em desempenhar uma tarefa em conjunto possam compartilhar informações em busca de resultado em comum. O trabalho em grupo pode ser realizado através do Modelo de Colaboração 3C, onde a colaboração é alcançada através da combinação de ferramentas de comunicação, coordenação e cooperação.

No contexto da AEC, o BIM permite a um grupo de projetistas desenvolver de forma colaborativa um modelo virtual de uma edificação, tal qual será construída no mundo real. Segundo Coelho e Novaes (2008) o desenvolvimento dos sistemas BIM e a utilização dos mesmos pelas empresas de AEC tornam necessária a reavaliação dos processos de trabalho, incluindo a colaboração entre os agentes participantes. Foi diante deste contexto que se fez relevante desenvolver a versão beta do Modelo de Colaboração BIM3C, apresentada no capítulo anterior, observando o aparato tecnológico que dá suporte a colaboração em BIM.

Porém, ao se referir ao BIM, é comum a discussão acerca de computadores e *softwares* (tecnologia), entretanto, quando se trata de mudança de comportamentos, esta discussão deve incluir também pessoas e processos. O Guia BIM ABDI – MDIC – v1 (2017) relata que a real implantação do BIM está embasada em três dimensões fundamentais: 1) tecnologia, referente a infraestrutura computacional essencial para a sua operação; 2) pessoas, que abrange a experiência, a capacidade de trabalhar em equipe e sobretudo a versatilidade para se manter atualizado diante dos avanços da tecnologia; 3) processos, associados ao novo fluxo de trabalho,

as particularidades de cada fase e a caracterização do uso do modelo em todo o ciclo de vida da edificação.

Desta forma, é relevante que a colaboração em BIM seja observada dentro de um contexto mais amplo e não somente sobre o olhar da tecnologia que a envolve. Para tal, fez-se necessário uma ação mais estruturada, a qual constou de consulta a profissionais de arquitetura, engenharia e construção (AEC) através de entrevistas semiestruturadas buscando identificar, na prática, todos os elementos de pessoas, processos e tecnologias que estão relacionados a colaboração em BIM.

4.1 - AS ENTREVISTAS COM PROFISSIONAIS DE AEC

A partir de uma listagem de profissionais de AEC que trabalham com BIM, cedida pelo Laboratório de BIM da Secretaria de Planejamento do Governo do Estado de Santa Catarina e outros profissionais indicados, foram enviados e-mails a 72 profissionais de AEC, dos quais 11 tiveram resposta. O e-mail constava de uma carta de apresentação e um questionário em anexo, o qual fazia perguntas de forma objetiva sobre o uso do BIM, tendo como último questionamento, junto ao respondente, da sua disponibilidade para colaborar com a pesquisa através de uma entrevista. Dos respondentes, apenas 6 (seis) entrevistas se concretizaram. As entrevistas foram realizadas de forma presencial ou *online* através do *Skype*, guiadas por um roteiro de entrevista semiestruturado. O conteúdo da carta de apresentação, o questionário e a entrevista semiestruturada estão disponíveis, respectivamente, nos Apêndices B, C e D deste texto.

O Quadro 14 apresenta um resumo da relação dos escritórios entrevistados.

Quadro 14 – Relação de Escritórios Entrevistados

	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Cidade / UF	São Paulo /SP	Florianópolis /SC	Florianópolis /SC	Florianópolis /SC	Florianópolis /SC	Florianópolis /SC
Modo da Entrevista	Vídeo Conferência	Vídeo Conferência	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial
Função do Entrevistado	Coordenador BIM	Sócio-diretor	Sócio-diretor	Coordenador BIM	Sócio-diretor	Coordenador
Tipo de Atividade	Escritório de Projeto de Arquitetura	Escritório de consultoria / treinamento e transcrição de projetos	Escritório de projetos de arquitetura e de compatibilização de projetos	Escritório de projetos	Escritório de Compatibilização de Projetos	Laboratório da Secretaria do Estado de SC

Experiência	50 anos de Arquitetura	Certificação profissional Autodesk	Trabalham em grandes projetos habitacionais e urbanos	Atuam no mercado desde 2009	Mais de 10 projetos por ano	Saber para controlar e demandar
Implantação do BIM	Implantação desde 2011	Implantação desde 2014	Implantação desde 2014	Implantação desde 2011	Implantação desde 2011	Implantação desde 2014
Softwares que utiliza	Revit ArchiCAD Solibri Naviswork	Revit e Navisworks	Revit	Revit e Navisworks	Revit e Navisworks	ArchiCAD, Vectorworks, Qi Builder, Eberic, Dprofile, Solibri, Tekla BIMsight, entre outros

Fonte: Os autores

E1 é coordenador BIM de um escritório com mais de 50 anos de experiência em projetos, com sede em São Paulo/SP. O processo de implantação do BIM iniciou em 2009 e em 2011 passaram a desenvolver seus projetos em BIM. E1 está no escritório desde 2010. O escritório utiliza os *softwares* de modelagem Revit e ArchiCAD e os *softwares* de análise e compatibilização Navisworks e Solibri.

E2 é sócio-diretor de um escritório, com sede em Florianópolis/SC, que trabalha com consultoria para a implantação de BIM em empresas, possui certificação profissional *Autodesk* desde 2014 aplicando treinamento em Revit e Navisworks, O escritório também realiza transcrição de projetos.

E3 é sócio-diretor de um escritório, com sede em Florianópolis/SC, que desenvolve projetos de arquitetura e compatibilização de projetos desde 2014 e utiliza BIM desde sua implantação. A introdução ao BIM surgiu entre os sócios antes mesmo de montarem a sociedade. O Escritório tem foco na realização de grandes projetos, conta com uma equipe de 13 pessoas e faz uso do Revit como *software* BIM.

E4 é coordenador BIM de um escritório de projetos em Florianópolis/SC, que mudou de nome em 2017, contudo já atua desde 2009 no mercado, estando E4 na equipe de colaboradores desde 2011. O escritório possui uma equipe com 10 colaboradores e utiliza os *softwares* Revit para modelagem e Navisworks para análise e compatibilização de projetos.

E5 é sócio-diretor de um escritório em Florianópolis/SC que atua na compatibilização de projetos em BIM desde 2014, executando em média 10 projetos por ano. Utiliza basicamente uma base *Autodesk* de *softwares* BIM, Revit e Navisworks.

E6 é coordenador de um laboratório de BIM criado em 2014 que está vinculado a uma secretaria do Governo do Estado de Santa Catarina, mesmo ano em que passou a ser exigido

dos prestadores de serviços do Estado a apresentação dos projetos em BIM. O laboratório usa ou já fez uso de diversos *softwares* BIM, tais como: ArchiCAD, *Vectorworks*, *Qi Builder*, *Eberic*, *Dprofile*, *Solibri*, *Tekla BIM Sight*, entre outros.

Apesar da quantidade de entrevistas não possuir uma representatividade estatística, porém aponta um caminho de forma qualitativa e vale destacar que Santa Catarina é um Estado precursor em diversas áreas relacionadas ao BIM. Foi o Estado pioneiro em possuir um caderno de especificações BIM para contratação de obras públicas; incentivou a aliança e a criação da Rede BIM Gov Sul, em parceria com os estados do RS e PR; realizou vários contratos de projetos e obras públicas tendo como obrigatoriedade a adoção do BIM; assinou um termo de cooperação técnica com a caixa econômica federal¹⁹.

Segundo o Guia da ASBEA v2 (2015) o projeto colaborativo em BIM parte do princípio da contratação prévia dos profissionais que irão compor a equipe do projeto. Na primeira reunião da equipe deve-se estabelecer o Plano de Execução BIM, que irá coordenar o processo de projeto e que deve constar em contrato. O Plano de Execução BIM não foi citado por nenhum dos entrevistados com este termo, todavia alguns relatos indicam a existência de normas contratuais que determinam a forma como o projeto deve ser conduzido. E1 relata que “*o cliente diz eu vou contratar em Software X, porque todas as outras disciplinas vão estar em Software X também ou eu só quero o IFC, quero o BIM e não importa a plataforma*”. Ainda sobre o tema E5 corrobora dizendo “*temos de informar como é que ele deve montar o BIM, porque no meu contrato com a construtora eu tenho de entregar o orçamento e o planejamento em BIM e pra eu entregar, pra eu usar o BIM pra fazer isso, o projetista deve modelar do jeito X, não do jeito Y, se não, não consigo extrair dados*”.

Ainda nesta primeira reunião cada projetista deve apresentar suas diretrizes que orientarão o desenvolvimento do projeto. Sobre o assunto E2 relata que “*com a utilização do conceito e das ferramentas BIM a gente só vai conseguir atingir uma eficiência e uma melhor eficácia com uma contratação antecipada dos profissionais. Eu enxergo ali a necessidade de contratação desses profissionais no nível de consultoria numa das primeiras reuniões de alinhamento, esses consultores de projetos integrados iriam passar suas premissas para o arquiteto. Com essas premissas o arquiteto pode desenvolver melhor o seu projeto, o estudo preliminar já sai mais consistente*”. E4 corrobora relatando que “*a partir do momento que nós*

¹⁹ Fonte: <https://portal.crea-sc.org.br/bim-em-santa-catarina-o-estado-da-metodologia/>.

temos um estudo de massa, que é bem genérico, nós já chamamos os engenheiros e nós já validamos áreas técnicas, isso já é uma compatibilização antes de desenvolver o projeto”.

O hábito de reuniões de projeto para eliminar dúvidas, compatibilizar projetos existe mesmo antes do processo BIM, E3 relata que *“mesmo antes de entrar no Revit, mesmo no CAD, antes de iniciar os projetos de engenharia era feito uma reunião, que a gente chamava de Primeira Reunião com a estrutura, hidráulico, elétrico. Nós tínhamos uma pauta com algumas locações pré-definidas para serem aprovadas por todos, para todo mundo se conversar desde o começo.”* Porém o dinamismo do processo de projeto em BIM exige uma maior frequência dessas reuniões da equipe de projeto, E1 relata que *“as reuniões aqui são constantes, teve projeto que eu participei, que tinha reuniões semanais, toda semana reunia todo mundo. Depende da escala do projeto, da necessidade, mas esse contato acontece, é impossível sem”*. E3 corrobora dizendo que *“toda segunda feira nós temos reunião de pauta”*.

E1 relata ainda que *“as reuniões presenciais são importantes porque a gente apresenta o problema que a gente tá detectando, explica, mostra o 3D, mostra o modelo, mostra quais os planos pra área e a pessoa já consegue apresentar uma solução”*. O uso da expressão presencial, nos remete a presença física do projetista na reunião, porém com o avanço das TIC o contato virtual através de vídeo conferência vem sendo utilizado com frequência pelos escritórios de projeto, quando da impossibilidade da presença física, como relata E3, *“desenvolvemos um projeto em Joinville, que nós fazíamos reunião por Skype, um projetista ficava lá em Curitiba, o engenheiro de obra em Joinville e nós aqui em Florianópolis, compartilhávamos tela, mostrávamos relatórios e nós íamos nos entendendo dessa maneira.”*

Uma questão estreitamente ligada a relação entre as pessoas refere-se exatamente a forma de contato entre elas, presencial ou virtual, e a afinidade que pode gerar. E3 relata que *“quando você fala com a pessoa por telefone ou via internet, não tem o olho no olho, não tem o aperto de mão, quando a gente entra em conflito, conflito que eu quero dizer é, existe no projeto interferências e isso gera conflito, as vezes a pessoa quer sempre se proteger, quando tu tens isso virtualmente, parece que isso aumenta, essa necessidade de cada um se auto proteger e não abrir, não ficar flexível pra poder ajustar, e quando nós estamos presencialmente parece que as coisas ficam mais fáceis, esse trato de uma pessoa abrir mão pela outra”*. E6 corrobora dizendo *“proximidade aumenta o rendimento da equipe, aumenta a produtividade, porque a interação fica mais intensa”*. Divergências nas soluções de projetos

podem provocar conflitos interpessoais e devem ser tratados como prioridade pela coordenação com a finalidade de manter a harmonia e integração do grupo.

Na resolução dos conflitos detectados, tem-se uma negociação entre arquitetura e estrutura no topo da hierarquia, a partir desta, segue-se das disciplinas mais complexas com maiores impactos para as menos complexas com menores impactos, como relata E4, é *“basicamente, o que nós trabalhamos, o desenvolvimento de arquitetura e estrutura é junto, então não temos muito o que fazer, os dois tem de negociar o tempo inteiro, ora um, ora outro. Sequência disso, nós sempre tentamos trabalhar prioridade com ar-condicionado, porque tem sistema muito complexo que são muito grandes e geram impactos maiores“*, de acordo com o que E1 relata, *“isso é importante, a gente precisa ter uma hierarquia, dando prioridades. Assim nós estabelecemos arquitetura e estrutura estão no topo, e depois vem as disciplinas que causam maior impacto, então, ar-condicionado por exemplo tem mais impacto do que elétrica que tem uma flexibilidade maior“*. A hierarquia básica adotada geralmente é arquitetura, estrutura, ar-condicionado, hidráulica, elétrica. A ordem de realização das alterações ocorre de forma inversa a hierarquia apresentada.

4.2 - O MODELO

Dessa forma, dentro de uma visão mais ampla o Modelo de Colaboração BIM3C engloba 3 (três) camadas, que estão intimamente ligadas as dimensões de implantação do BIM (pessoas, processos e tecnologias) mediante as atividades de comunicação, coordenação e cooperação, requeridas pelo modelo de colaboração 3C. Nesta pesquisa, o termo camada substitui o termo dimensões como referência a pessoas, processos e tecnologias, pois dimensões tende a se confundir com as tradicionais 3D, 4D, 5D, n'Ds.

4.2.1 - Camada de Tecnologia

Esta camada refere-se a Versão Beta do Modelo de Colaboração BIM3C que foi apresentada no Capítulo 3 deste trabalho.

4.2.2 - Camada de Processo

Segundo Fuks *et. al.* (2002), coordenação é sinônimo de organização e cabe aos Sistemas Colaborativos organizar a realização das tarefas em todas as suas fases (antes, durante e depois). Segundo o Guia da ASBEA v2 (2015), o segredo desse processo, é o seu planejamento, que requer o envolvimento de todas as disciplinas e cujo resultado é apresentado pelo Plano de Execução BIM, BEP (*BIM Execution Plan*), que objetiva garantir que todos os membros da equipe estejam cientes das responsabilidades e oportunidades relacionadas a inclusão do BIM no projeto. Esse plano deve determinar com clareza o papel de cada participante envolvido no processo, assegurar que todas as equipes de projeto operem com plataformas compatíveis e que os dados concedidos estejam conforme as necessidades das equipes. Desta forma o Plano de Execução BIM guia a coordenação de todo o processo de projeto.

O Plano de Execução BIM tem de ser compreendido como um termo de consentimento entre os participantes do projeto para um conjunto de procedimentos específicos para o empreendimento. Desta forma para a composição do mesmo, é proposto que haja a cooperação de todos os *stakeholders* envolvidos no processo (Guia BIM ABDI – MDIC – v4, 2017)

Os participantes de uma equipe de projeto têm necessidade de se comunicar de várias maneiras, as quais pode incluir comunicação síncrona (reuniões de projetos com participações presenciais ou virtuais, telefone, etc) e comunicação assíncrona (e-mail, mensagens instantâneas, etc).

4.2.3 - Camada de Pessoas

Barison (2015) relata que conforme as funções e/ou porte da empresa o Gerente BIM também pode ser denominado, entre outras formas, de Coordenador BIM. Este tem entre suas funções a de coordenação, integração de modelo, orientação da equipe na tomada de decisão e gestão de cronograma e custos, de tal forma que cabe a este profissional as atividades de coordenação.

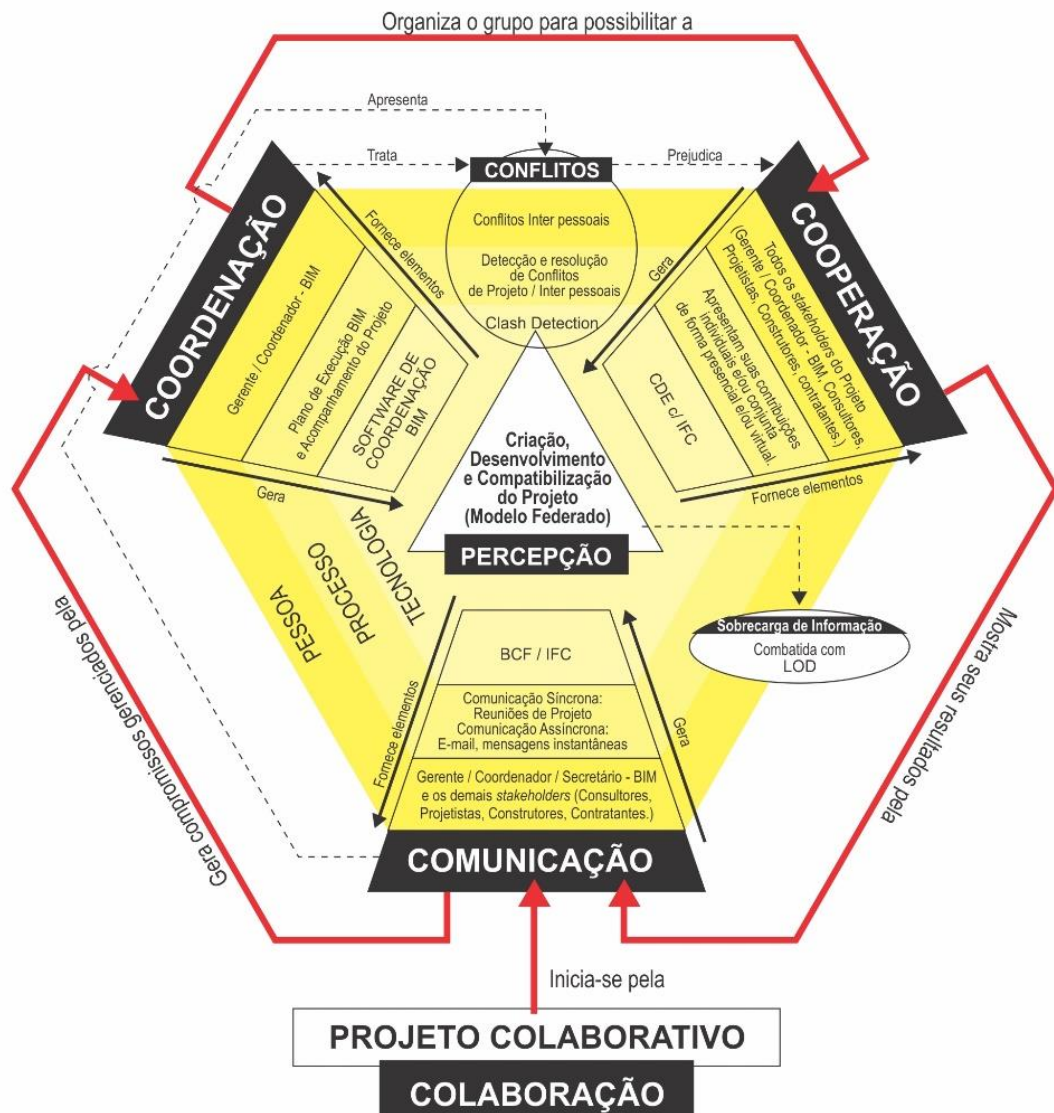
Segundo Coelho e Novaes (2008) a colaboração em BIM requer uma incessante transferência de conhecimento entre os agentes participantes do processo de projeto (projetistas,

construtores, contratantes, consultores etc.), dessa forma participam das atividades de cooperação todos os *stakeholders* envolvidos no processo BIM.

Para Gonçalves Jr (2018) as informações no BIM têm por finalidade integrar todos os agentes e disciplinas envolvidas no processo de projeto. O que implica na participação de todos os *stakeholders* nas atividades de comunicação. Aqui vale uma observação pertinente, dos seis entrevistados, cinco relataram que, em alguns casos, uma pessoa que secretaria o escritório é encarregada de passar informações a todos os componentes da equipe de projeto. Este fato sugere a inclusão de um Secretário BIM.

A Figura 28 apresenta o Modelo de Colaboração BIM3C.

Figura 28 - Modelo de Colaboração BIM3C



Fonte: O autor (2020)

O processo completo do desenvolvimento do Modelo de Colaboração BIM3C está apresentado em Alves e Pereira (2021).

4.3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O desenvolvimento do Modelo de Colaboração BIM3C permitiu identificar componentes de comunicação, coordenação e cooperação, nas 3 (três) camadas denominadas pessoas, processos e tecnologias, que estão presentes na colaboração em BIM. Este fato contribui para um melhor entendimento de como se dá fluxo de trabalho colaborativo dentro do processo BIM de projeto. Tema de extrema relevância para a adoção desta metodologia.

Este é o primeiro passo de um projeto que visa o desenvolvimento de objetos de ensino-aprendizagem, pautados em conceitos de *serious game* e gamificação, para introdução de projeto colaborativo em BIM entre acadêmicos de AEC.



5 – OBJETOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Este capítulo apresenta os objetos de ensino-aprendizagem desenvolvidos com a finalidade de introduzir, entre acadêmicos do setor de AEC, o processo de projeto em BIM. Estes objetos obedecem a característica da granularidade dos OA tendo como tema central a colaboração, principal premissa solicitada pela metodologia BIM, a partir do modelo BIM3C, trabalhando com objetos para cada um dos componentes de cooperação, coordenação e comunicação do referido modelo.

Com a crescente popularização do uso do BIM, o setor da AEC passa por um período de mudanças significativas no processo de concepção de projetos de edificações. O cenário migra de um processo tradicionalmente linear, no qual a solução do projeto da edificação passa de mãos em mãos entre os diversos projetistas para um processo BIM que requer uma intensa colaboração entre todos os *stakeholders* como forma de solucionar o projeto.

Como toda mudança significativa, este cenário transitório solicita de todos, do setor da AEC, uma reeducação no processo de desenvolvimento de projeto para uma maior adaptação ao novo fluxo de trabalho exigido pelo BIM. Um fluxo de trabalho essencialmente colaborativo.

A partir do modelo de colaboração BIM3C foram desenvolvidos 4 objetos de ensino-aprendizagem que visam apresentar o fluxo de trabalho colaborativo e um conjunto de recursos tecnológicos relacionados a cada um dos 3 “C” (cooperação, coordenação e comunicação) solicitados pelo modelo.

O primeiro trata-se de um jogo no qual, ao redor de um tabuleiro, é apresentada a dinâmica do fluxo do projeto em BIM. O segundo, parte do princípio de que o ponto de partida para um trabalho colaborativo é o estabelecimento de um local para compartilhamento de informações e apresenta um tutorial para a configuração de um Ambiente Comum de Dados (*Common Data Environment – CDE*).

O terceiro e o quarto, estão relacionados a um *software* de coordenação de projeto em BIM. O terceiro é um jogo de quebra-cabeça virtual que permite compor uma série de modelos federados, primordial para que haja a coordenação do projeto e o quarto trata-se de uma

dinâmica que permite a criação e comunicação de tarefas através do Formato de Colaboração BIM (*BIM Collaboration Format – BCF*).

O Quadro 15 apresenta um resumo do objetivo pedagógico de cada objeto de ensino-aprendizagem.

Quadro 15 - Objetivo Pedagógico dos Objetos de Ensino-Aprendizagem

Objeto de Ensino-aprendizagem	Objetivo pedagógico
Jogo de Tabuleiro Projeto Colaborativo BIM3C	Apresentar o fluxo de trabalho solicitado pelo processo de projeto colaborativo em BIM baseado no modelo de colaboração BIM3C
Cooperação Instalação do aplicativo <i>Backup and Sync from Google</i>	Determinar e configurar um Ambiente Comum de Dados (CDE)
Coordenação Jogo Quebra cabeça Virtual	Apresentar a composição do modelo federado, a interface gráfica do <i>Trimble Connect</i> e o uso dos comandos de criação de projetos, visualização, seleção e anotação.
Comunicação Criação e Gestão de Tarefa com BCF	Uso de comando do <i>software Trimble Connect</i> para: Adição de usuários Criação de Vistas Detecção de Interferências (<i>Clash Detection</i>) Criação e Gestão de Tarefas

Fonte: O autor

5.1 - JOGO DE TABULEIRO - PROJETO COLABORATIVO BIM3C

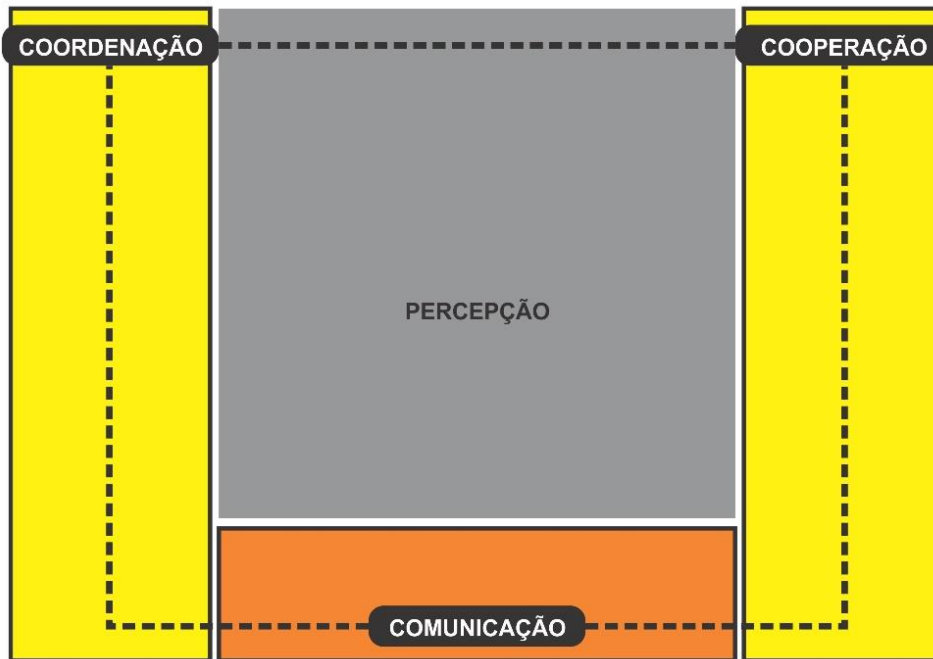
Este jogo apresenta duas versões, uma física e outra digital.

5.1.1 Versão Física

O formato do tabuleiro do jogo sofre influência do próprio gráfico do modelo de colaboração 3C, apresentado na Figura 04 do item 2.1.1 deste trabalho. Apresenta basicamente, à esquerda, uma área de coordenação reservada para colocação de cartas/comandos que determina as ações que devem ser realizadas pelos jogadores/projetistas para o seguimento do fluxo do jogo. Uma área localizada na parte inferior do centro, destinada a comunicação, onde as cartas/comandos selecionadas devem ser apresentadas. Uma área, à direita, de cooperação, destinada a entrega da contribuição individual da solução de projeto desenvolvida por cada jogador/projetista. E por final uma área maior, central, onde o coordenador apresenta a combinação resultante do projeto através da soma das contribuições individuais dos

jogadores/projetistas. Esta área permite a percepção do andamento da solução do objetivo do jogo. A Figura 29 apresenta a visão geral do tabuleiro do jogo Projeto Colaborativo BIM3C originado do gráfico do modelo de colaboração 3C.

Figura 29 – Visão Geral do Tabuleiro do Jogo Projeto Colaborativo BIM3C



Fonte: O autor

Complementam a formação do tabuleiro principal:

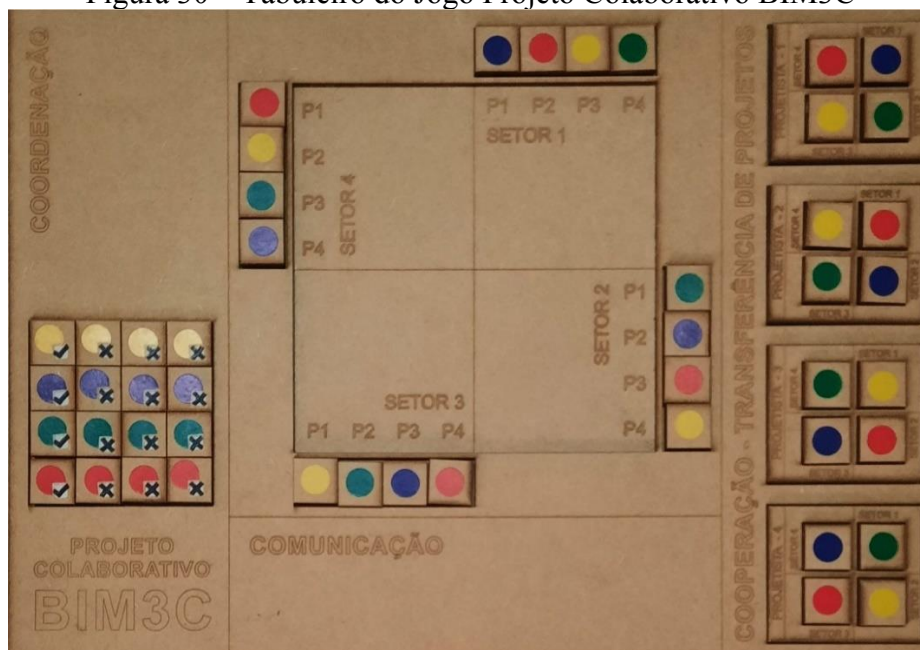
- 16 peças, 4 de cada uma das cores amarela, azul, verde e vermelha, que servem para o coordenador compor, na parte central do tabuleiro, a combinação das soluções dos 4 jogadores/projetistas, similar a composição de um modelo federado;

- 16 peças, sendo 4 peças “APROVADO”, 1 para cada cor (amarela, azul, verde e vermelha) e 12 peças “NÃO APROVADO”, 3 para cada cor (amarela, azul, verde e vermelha), que estão posicionadas na área de coordenação, logo abaixo do local destinado ao posicionamento das cartas;

- 4 tabuleiros menores, que devem ser depositados pelos jogadores/projetistas nos locais para as transferências de projetos na área de cooperação. Cada tabuleiro menor vem composto por 4 peças, uma de cada cor (amarela, azul, verde e vermelha).

A Figura 30 apresenta o tabuleiro do jogo Projeto Colaborativo BIM3C

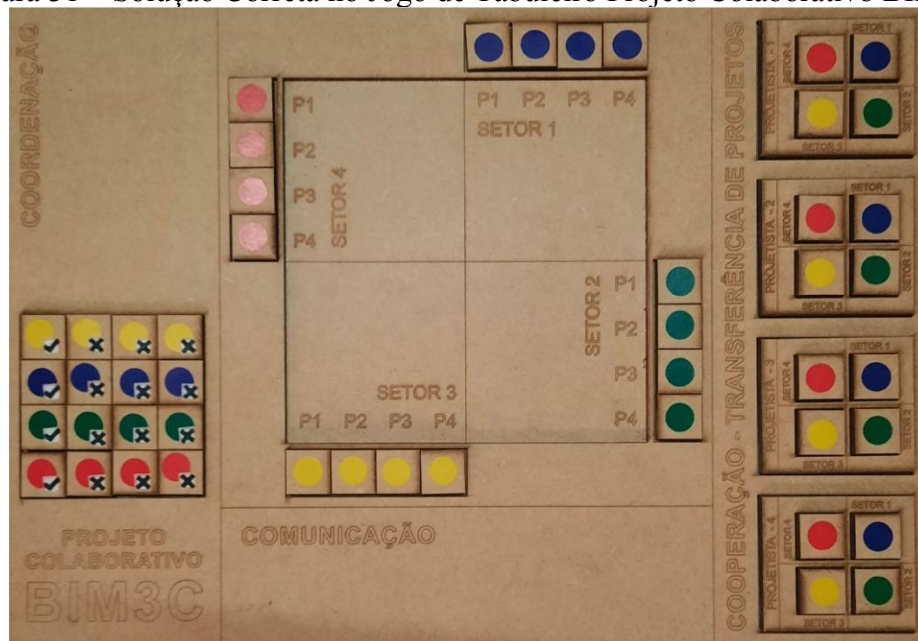
Figura 30 – Tabuleiro do Jogo Projeto Colaborativo BIM3C



Fonte: O autor

O objetivo do jogo é fazer com que todos os jogadores/projetistas apresentem a mesma solução de cor para cada setor do projeto. No final cada setor do projeto deve apresentar apenas uma cor como solução. A Figura 31 apresenta o tabuleiro do jogo com uma solução de projeto correta.

Figura 31 – Solução Correta no Jogo de Tabuleiro Projeto Colaborativo BIM3C



Fonte: O autor

O jogo inicia com cada jogador/projetista apresentando uma proposta de cor para cada setor do projeto na área destinada a transferência de projeto no tabuleiro. Em seguida, o coordenador, na parte central do tabuleiro, baseado nas propostas apresentadas pelos 4 (quatro) jogadores/projetistas, desenvolve um modelo que represente exatamente a combinação das 4 propostas em cada setor.

A partir desse modelo, se cada setor do projeto possuir apenas uma cor como proposta o objetivo estará alcançado. Se não, o coordenador para o transcorrer do jogo, seleciona uma carta/comando para ser executada. A Figura 32 apresenta o modelo, frente e verso, das cartas utilizadas.

Figura 32 – Modelo de Carta



Fonte: O autor

Os comandos estão distribuídos em um total de 64 (sessenta e quatro) cartas/comandos e são apresentadas conforme o Quadro 16.

Quadro 16 - Comandos do Jogo de Tabuleiro - Projeto Colaborativo BIM3C

Carta / Comando	Quantidade
PROJETISTA 1	4
PROJETISTA 2	4
PROJETISTA 3	4
PROJETISTA 4	4
O PROJETISTA 1 PODE alterar seu projeto	2
O PROJETISTA 1 DEVE alterar seu projeto	2
O PROJETISTA 2 PODE alterar seu projeto	2
O PROJETISTA 2 DEVE alterar seu projeto	2
O PROJETISTA 3 PODE alterar seu projeto	2
O PROJETISTA 3 DEVE alterar seu projeto	2
O PROJETISTA 4 PODE alterar seu projeto	2
O PROJETISTA 4 DEVE alterar seu projeto	2
O cliente APROVOU a solução AMARELA para o SETOR 1 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução AMARELA	1

para o SETOR 2 do Projeto	
O cliente APROVOU a solução AMARELA para o SETOR 3 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução AMARELA para o SETOR 4 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução AZUL para o SETOR 1 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução AZUL para o SETOR 2 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução AZUL para o SETOR 3 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução AZUL para o SETOR 4 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução VERDE para o SETOR 1 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução VERDE para o SETOR 2 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução VERDE para o SETOR 3 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução VERDE para o SETOR 4 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução VERMELHA para o SETOR 1 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução VERMELHA para o SETOR 2 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução VERMELHA para o SETOR 3 do Projeto	1
O cliente APROVOU a solução VERMELHA para o SETOR 4 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução AMARELA para o SETOR 1 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução AMARELA para o SETOR 2 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução AMARELA para o SETOR 3 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução AMARELA para o SETOR 4 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução AZUL para o SETOR 1 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução AZUL para o SETOR 2 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução AZUL para o SETOR 3 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução AZUL para o SETOR 4 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução VERDE para o SETOR 1 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução VERDE para o SETOR 2 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução VERDE para o SETOR 3 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução VERDE para o SETOR 4 do Projeto	1

para o SETOR 3 do Projeto	
O cliente NÃO APROVOU a solução VERDE para o SETOR 4 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução VERMELHA para o SETOR 1 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução VERMELHA para o SETOR 2 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução VERMELHA para o SETOR 3 do Projeto	1
O cliente NÃO APROVOU a solução VERMELHA para o SETOR 4 do Projeto	1
TOTAL	64

Fonte: O autor

A cada carta/comando selecionada os jogadores/projetistas que estiverem relacionados com a tarefa devem executar apenas uma alteração em seu projeto. O jogo segue essa dinâmica até o que seu objetivo seja alcançado.

A ação realizada para cada carta/comando selecionada.

– Se a carta/comando selecionada pelo coordenador for: **“O cliente “APROVOU” a cor tal para o setor tal”**, o coordenador sinaliza colocando a peça de **APROVADO** da cor para o setor e todos os projetistas que não tiverem a referida cor no setor correspondente devem alterar seus projetos, podendo cada um executar apenas uma mudança. Esta ação será contabilizada como uma rodada.

- Se a carta/comando selecionada pelo coordenador for: **“O cliente “NÃO APROVOU” a cor tal para o setor tal”**, o coordenador sinaliza colocando a peça de **NÃO APROVADO** da cor para o setor e todos os projetistas que tiverem em seus projetos a referida cor no setor correspondente devem executar a troca. Esta ação será contabilizada como uma rodada. Se não houver nenhum projeto na situação referenciada, mesmo assim a ação será contabilizada como uma rodada.

- Se a carta/comando selecionada pelo coordenador for: **“O PROJETISTA “N” PODE alterar seu projeto”**, apenas o referido projetista decide se faz ou não alguma alteração no projeto, podendo realizar apenas uma modificação. Esta ação será contabilizada como uma rodada, tendo o referido projetista executado ou não uma alteração.

- Se a carta/comando selecionada pelo coordenador for: **“O PROJETISTA “N” DEVE alterar seu projeto”**, o referido projetista deve, sem opção de escolha, executar uma alteração no seu projeto. Esta ação será contabilizada como uma rodada.

- Se a carta/comando selecionada pelo coordenador for: **PROJETISTA “N”**, permite ao referido projetista solicitar ao coordenador, que um jogador/projetista, exceto ele mesmo, realize uma alteração no projeto. Após feita a solicitação pelo jogador/projetista, o coordenador deverá dar a resposta para o consentimento da ação através do lançamento de um dado (se o resultado for número par, a resposta é SIM e NÃO para o resultado ímpar. Outro mecanismo de sorteio pode ser empregado caso os participantes do jogo não possuam um dado). Esta ação será contabilizada como uma rodada independente da resposta SIM ou NÃO do coordenador.

– Se a carta/comando selecionada pelo coordenador travar o jogo, esta deve ser desconsiderada e não deve ser contabilizada como uma rodada. Um exemplo de situação que pode travar o jogo: A carta/comando **“O cliente “NÃO APROVOU” a cor tal para o setor tal”** já foi selecionada para 3 dos 4 setores do projeto, se a quarta carta for selecionada, essa carta/comando irá travar o jogo, pois o jogo não pode ter a negativa de cor para os 4 setores do projeto. Após a conquista do objetivo, deve-se contar a quantidade de rodadas(cartas/comandos) que foram necessários para que a solução tenha sido alcançada.

5.1.2 - Versão Digital

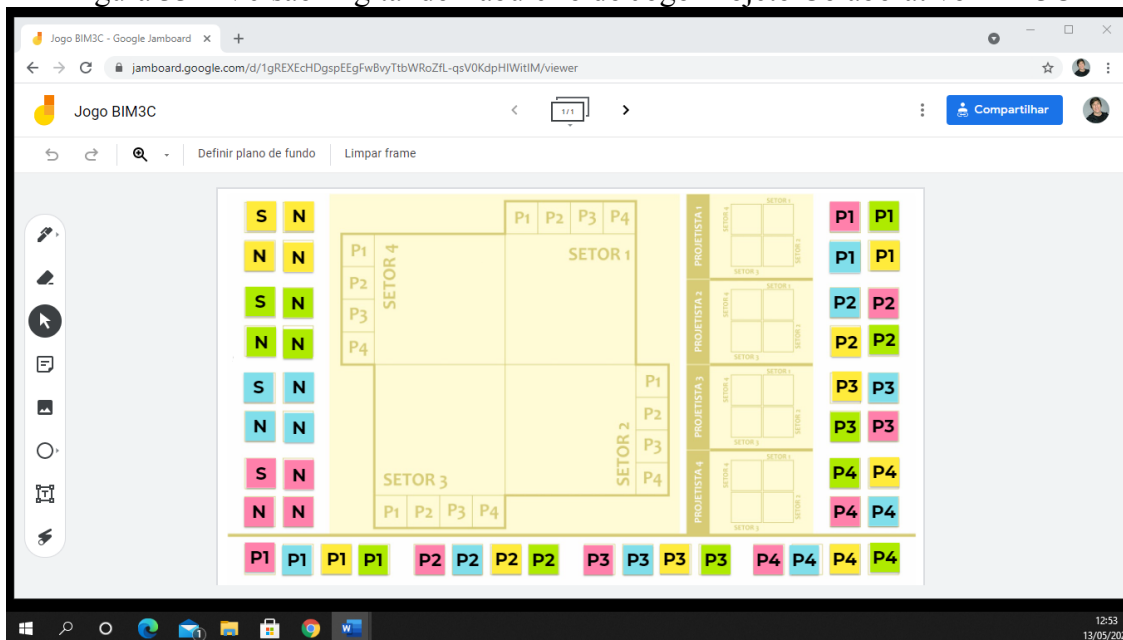
Objetivando permitir o acesso remoto ao jogo de tabuleiro, foi desenvolvida uma versão digital utilizando recursos disponíveis através do Google para Educação (*Google for Education*), que é um conjunto de aplicativos, recursos tecnológicos, para serem utilizados no contexto educacional com o intuito de fomentar a colaboração, a inovação e a interação entre professores e alunos em um processo de Ensino-aprendizagem. Para ter acesso a esses recursos de forma gratuita o usuário deve possuir uma conta de *e-mail* do *gmail*, serviço de correio eletrônico da Google.

Para o desenvolvimento do tabuleiro do jogo foi utilizado o aplicativo *Jamboard*, que se trata de uma tela inteligente, similar a um quadro branco, que permite que vários usuários trabalhem de forma colaborativa, manipulando imagens, formas geométricas, caixa de texto e desenho a mão livre. O arquivo fica salvo na nuvem e possui acesso através de endereço eletrônico ou convite através de *e-mail*. O tabuleiro do jogo pode ser encontrado no endereço eletrônico:

<https://jamboard.google.com/d/1gREXEcHDgspEEgFwBvyTtbWRoZfL-qsV0KdpHIWitIM/edit?usp=sharing>

A Figura 33 mostra a versão digital do tabuleiro desenvolvida no *Jamboard*.

Figura 33 – Versão Digital do Tabuleiro do Jogo Projeto Colaborativo BIM3C



Fonte: O autor

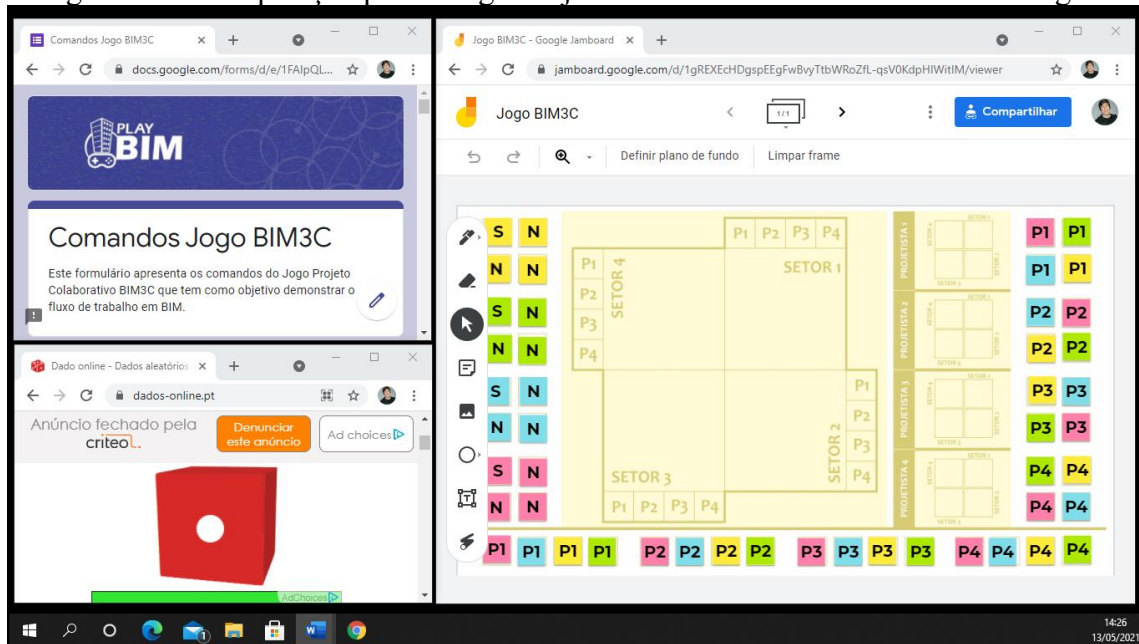
As cartas/comandos foram desenvolvidas no Google *Forms*, aplicativo que permite criar e administrar formulários e/ou questionários, que ficam salvos na nuvem. Estes formulários foram configurados com a opção de apresentação das questões (cartas/comandos) de forma randômica, que garante que a cada utilização deste formulário a ordem das mesmas seja apresentada em sequência diferente. O endereço eletrônico que permite o acesso ao formulário é:

<https://forms.gle/9JHfUiHw45D5PBdw7>

O endereço eletrônico < <https://www.dados-online.pt/> > disponibiliza um dado para que seja usado quando necessário.

A Figura 34 apresenta uma sugestão de composição dos endereços eletrônicos na tela do computador para que possa ser aplicado o jogo na sua versão virtual. O endereço eletrônico do formulário e do dado, não precisam ser compartilhados com os demais usuários que irão participar da rodada do jogo, apenas o do tabuleiro.

Figura 34 – Composição para o Jogo Projeto Colaborativo BIM3C – Versão Digital



Fonte: O autor

5.2 - TUTORIAL DE INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DE UM AMBIENTE COMUM DE DADOS - CDE

Consolidar um local para a cooperação entre os membros de uma equipe, permitindo o compartilhamento de informações de forma dinâmica e segura torna-se essencial para uma colaboração mais eficaz. Dentro de uma perspectiva tecnológica, a determinação de um CDE é o ponto de partida para a implantação de um processo colaborativo entre os membros de uma equipe de projeto em BIM.

O CDE é um local, único, destinado ao compartilhamento de informações referentes a um projeto, permitindo coletar, gerenciar e disseminar todas e quaisquer informações entre todos os envolvidos no processo. Este local pode ser um servidor em uma rede física ou um espaço na nuvem.

Existem no mercado algumas soluções de CDE específicas para o uso em projetos BIM, como exemplo podem ser citados o BIM360 da Autodesk, o BIMsync, entre outros. Porém neste estudo será utilizada uma solução alternativa, não específica para projetos em BIM, que devido ao seu fácil acesso e utilização, vem correspondendo de forma satisfatória dentro do universo BIM, o Google *Drive*, este, é um serviço de armazenamento e sincronização de

arquivos na nuvem que permite o compartilhamento de pastas e arquivos com grupo de usuários.

A Google possui um aplicativo denominado *Backup And Sync From Google* que permite espelhar uma conta do Google *Drive* na nuvem em um dispositivo tipo um computador pessoal. Após instalado, o programa adiciona uma pasta, *Google Drive*, no gerenciador de arquivos do sistema operacional, *Windows Explore*, por exemplo, que espelha a pasta *Meu Drive* do Google *Drive* permitindo que o processo de *download* e *upload* de pastas e arquivos seja realizada de forma mais dinâmica, diretamente no computador, de forma similar aos procedimentos de criação e manipulação de pastas e transferências de arquivos já comumente realizados no *Windows Explorer* por exemplo.

O objetivo deste objeto de Ensino-aprendizagem é apresentar de forma clara e prática, através de uma sequência de instruções passo a passo, os procedimentos para a instalação do programa *Backup And Sync From Google* (Google Drive) em um computador pessoal de forma a permitir um maior dinamismo no processo de criação, manipulação e gerenciamento de pastas e arquivos no processo de compartilhamento de informações.

O tutorial para a instalação e configuração do *Backup And Sync From Google* se encontra no Apêndice E deste trabalho.

5.3 – QUEBRA-CABEÇA VIRTUAL

Dentro do contexto do BIM, os *softwares* que permitem o desenvolvimento dos modelos de autoria, modelo desenvolvido para cada uma das disciplinas envolvidas no projeto, são os *softwares* de modelagem BIM. Porém para integrar e gerenciar um modelo multidisciplinar faz-se necessário a utilização de um *software* de coordenação BIM. Este *software* será capaz de desenvolver o modelo federado, conhecido também como modelo de coordenação, composto pela integração dos modelos de autoria.

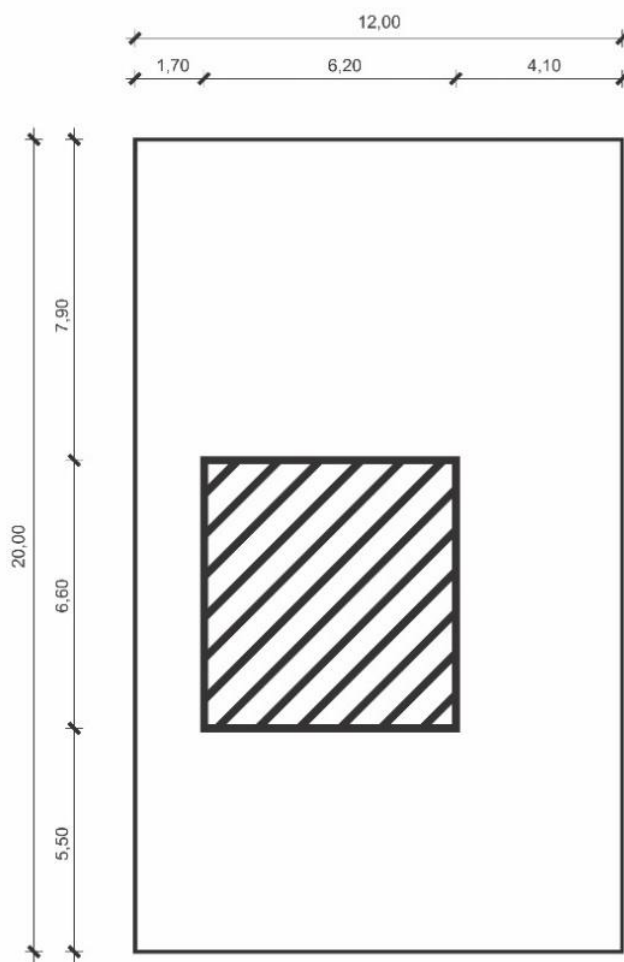
Desta forma pode se fazer uma analogia que o *software* coordena a montagem dos vários modelos de autoria que compõem o modelo federado com a de um quebra-cabeça que utiliza várias peças para compor um todo. Daí nasce o conceito do Quebra-cabeça Virtual.

O objetivo pedagógico do jogo é apresentar como se dá a criação e composição do modelo federado, assim como apresentar a interface gráfica e o uso dos comandos de criação de projetos, visualização e seleção de modelos e de anotações do *software* de coordenação de projetos em BIM. No caso deste estudo foi utilizado o *Trimble Connect*.

O Jogo consta de 20 arquivos IFC referentes a 5 projetos de casas populares, onde cada projeto é composto por 4 modelos de autoria, um para cada uma das disciplinas de arquitetura, estrutura, elétrico e hidrossanitário. Os arquivos estão salvos de forma aleatória com nomes de 001 a 020. O objetivo do jogo é encontrar o conjunto de modelos de autoria que compõe o modelo federado de cada projeto.

Os projetos foram desenvolvidos todos em terreno medindo 12,00 x 20,00m, com área construída de 6,20 x 6,60m, afastamento lateral esquerdo de 1,70m, lateral direito de 4,10m, frontal de 5,50m e nos fundos de 7,70m. A Figura 35 apresenta o terreno e a localização da área construída relativa aos projetos.

Figura 35 – Terreno e Área Construída dos Projetos do Jogo Quebra-Cabeça Virtual



Fonte: O autor

Os projetos foram desenvolvidos todos nas mesmas condições, sofrendo mudanças apenas na divisão interna dos cômodos, de modo a possuírem grandes semelhanças entre as 5

soluções propostas. Este fato gera uma dificuldade maior, conduzindo os usuários a buscarem o conhecimento de um número muito maior de comandos do *software* de coordenação para identificar a combinação correta dos modelos que compõem cada projeto. As Figuras 36, 37, 38, 39, 40, apresentam a composição dos 5 projetos das casas populares.

Figura 36 – Quebra-Cabeça Virtual - Projeto Casa 01

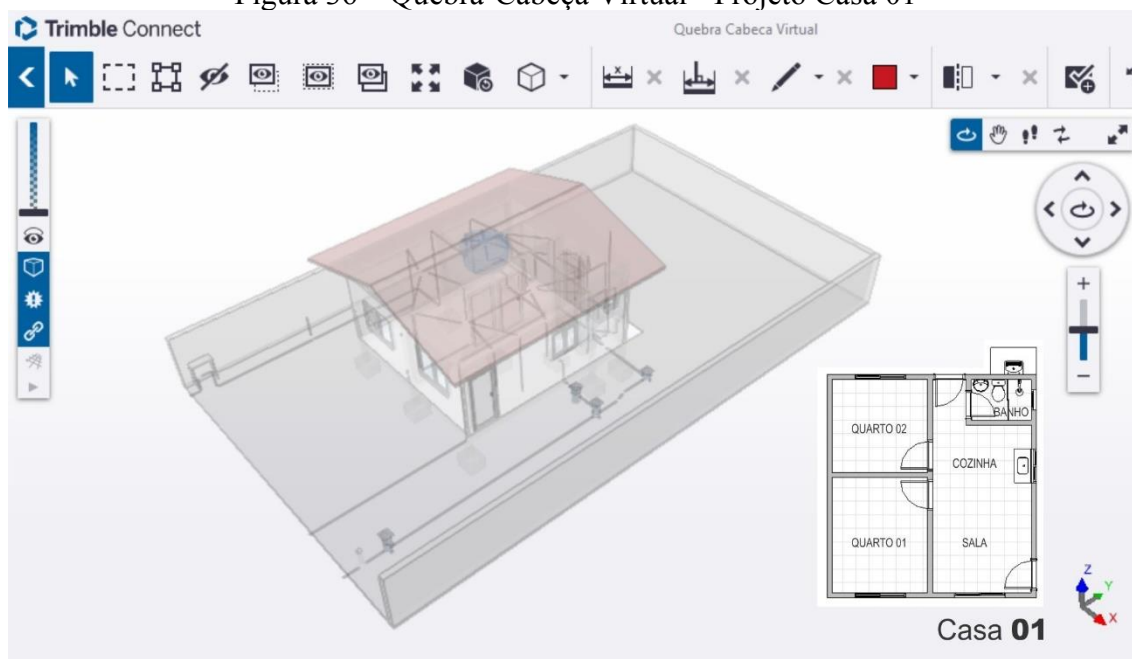


Figura 37 – Quebra-Cabeça Virtual - Projeto Casa 02

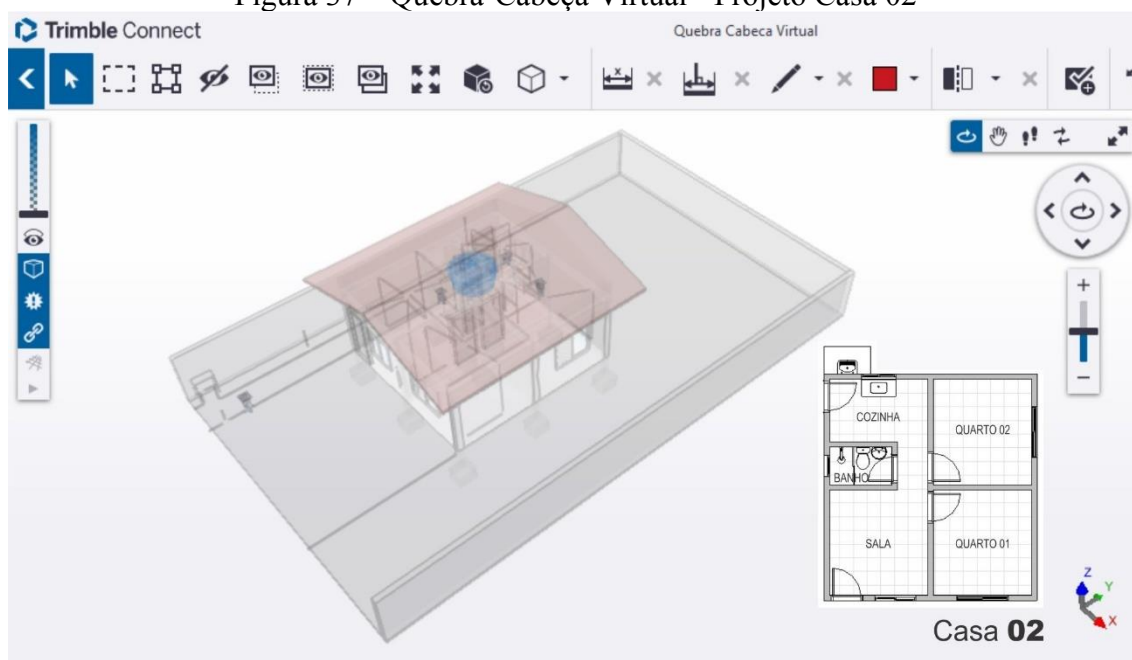
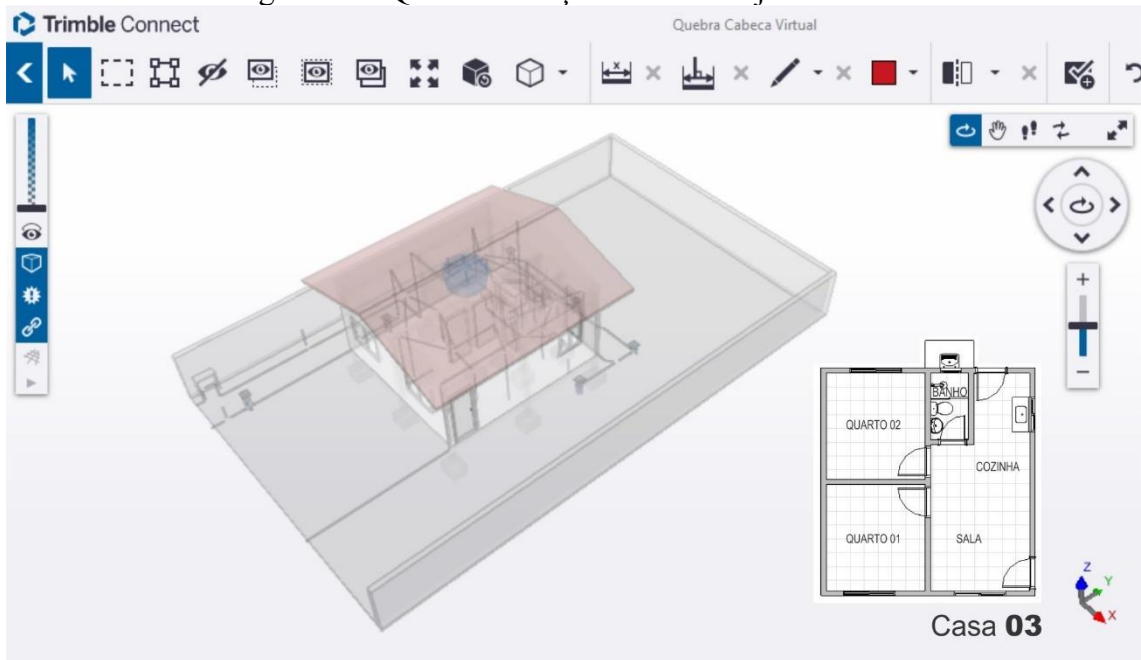
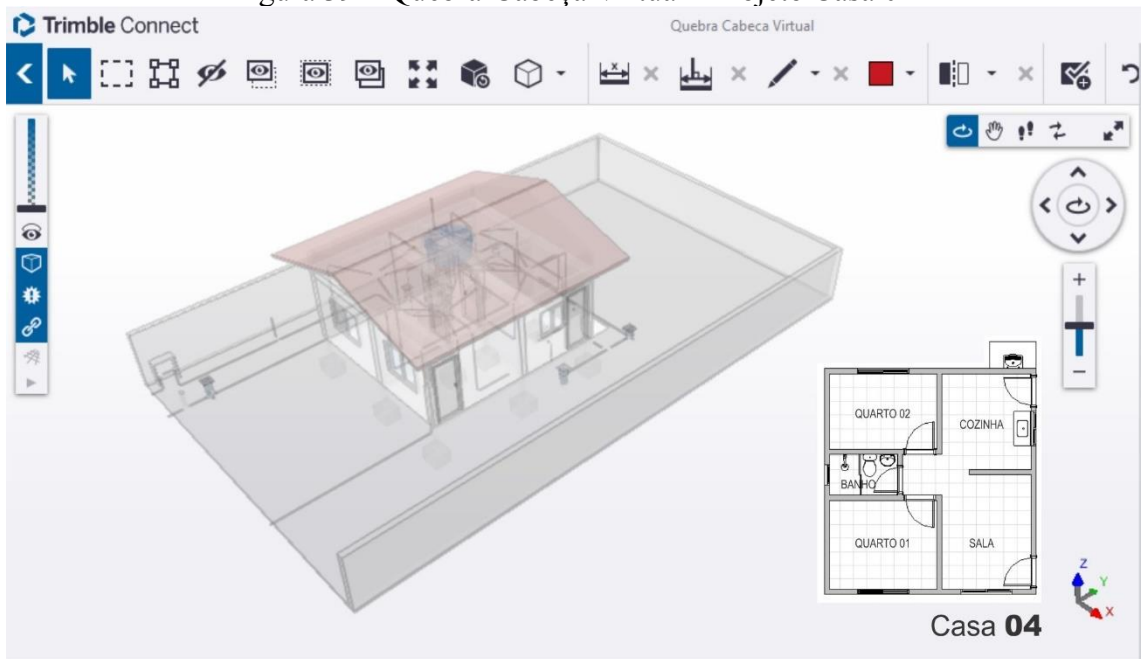


Figura 38 – Quebra-Cabeça Virtual - Projeto Casa 03



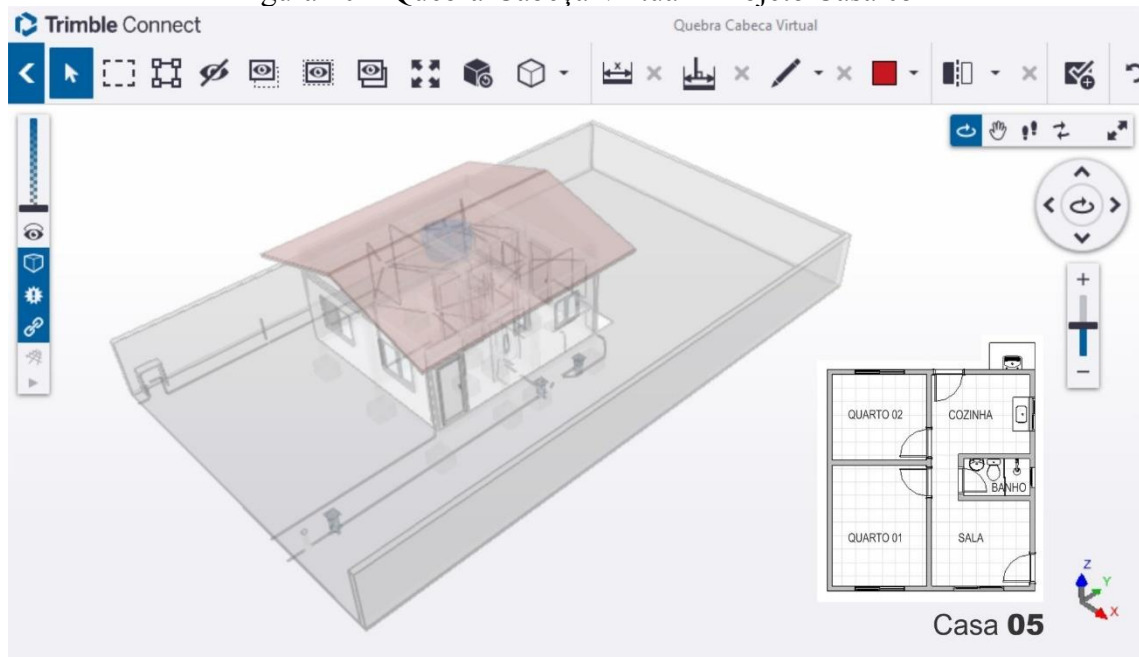
Fonte: O autor

Figura 39 – Quebra-Cabeça Virtual - Projeto Casa 04



Fonte: O autor

Figura 40 – Quebra-Cabeça Virtual - Projeto Casa 05



Fonte: O autor

Todos os modelos de autoria que compõem o projeto, podem e devem estar, presentes no modelo federado, porém a visualização desses modelos pode ser controlada por comandos do software de coordenação utilizado. Por exemplo, como no caso dessa pesquisa, os projetos são compostos por modelos de arquitetura, estrutura, elétrico e hidrossanitário. Em determinados momentos faz-se necessário que todos os modelos estejam visíveis, porém em outros momentos outras combinações, com números menores de modelos visíveis, podem ser feitas, como: arquitetura e estrutura; estrutura, elétrico e hidrossanitário; entre outras combinações conforme a necessidade.

5.4 - DINÂMICA DE COMUNICAÇÃO

Após compor o modelo federado podem ser observados conflitos entre as soluções apresentadas pelas disciplinas, os denominados *clash detection*. Para a resolução desses conflitos, devem ser criadas tarefas e comunicadas através de BCF, que é o formato de arquivo padrão, desenvolvido pela *buildingSMART* para troca de informações relacionadas ao modelo BIM. As tarefas (os BCF) podem ser originadas a partir de qualquer observação que seja pertinente ao projeto.

Com o BCF é possível adicionar à tarefa uma imagem que guarda as coordenadas exatas do local a que se refere a mesma, permitindo ao receptor, ao selecionar a referida imagem, ser

direcionado imediatamente ao ponto em que se originou o questionamento. O BCF é de formato aberto, criado para garantir a interoperabilidade entre os *softwares* de diferentes fornecedores e tornou-se fundamental para o processo iterativo de detecção e solução dos conflitos requerido pelo processo de compatibilização dos projetos.

Este objeto de ensino-aprendizagem tem como objetivo pedagógico apresentar o fluxo do processo de compatibilização dos projetos através da troca de informações, com a criação e gestão de arquivos BCF.

A dinâmica é realizada utilizando 9 (nove) arquivos IFC. 1 (um) com uma solução de arquitetura para uma casa popular, 4 (quatro) com opções de soluções para o projeto elétrico e 4 (quatro) com opções de soluções para o *layout*, todas referentes ao mesmo projeto.

Os arquivos estão distribuídos em 3 (três) pastas distintas. A primeira pasta é composta por um arquivo IFC com a solução de arquitetura e outras duas pastas, uma para cada uma das disciplinas de elétrica e *layout* compostas por suas 4 (quatro) soluções de projeto.

A dinâmica é realizada por 3 (três) projetistas, 1 (um) para cada uma das disciplinas de arquitetura, elétrica e *layout*. O projetista que ficar com a disciplina de arquitetura atua também como coordenador do projeto.

5.4.1 - Passos para a realização da dinâmica.

- O início se dá com o coordenador criando um projeto no *Trimble Connect* e adicionando os outros dois projetistas;

- O coordenador adiciona o arquivo IFC com a solução de arquitetura;

- O coordenador cria uma tarefa (BCF) solicitando aos outros projetistas uma solução para o projeto.

- Os projetistas respondem a tarefa e escolhem, de forma aleatória, uma solução do projeto e adicionam os seus respectivos arquivos IFC no projeto.

- O coordenador analisa a composição do modelo federado e caso as soluções das disciplinas possuam conflitos, cria tarefa solicitando a compatibilização do projeto ao projetista que achar conveniente. No caso específico desta dinâmica os conflitos existentes são apenas no posicionamento das tomadas elétrica que podem estar distribuídas de formas indesejadas em relação ao *layout* proposto.

- A dinâmica prossegue entre criação de tarefas (BCF) e apresentação de soluções até que o projeto chegue a uma proposta compatibilizada.

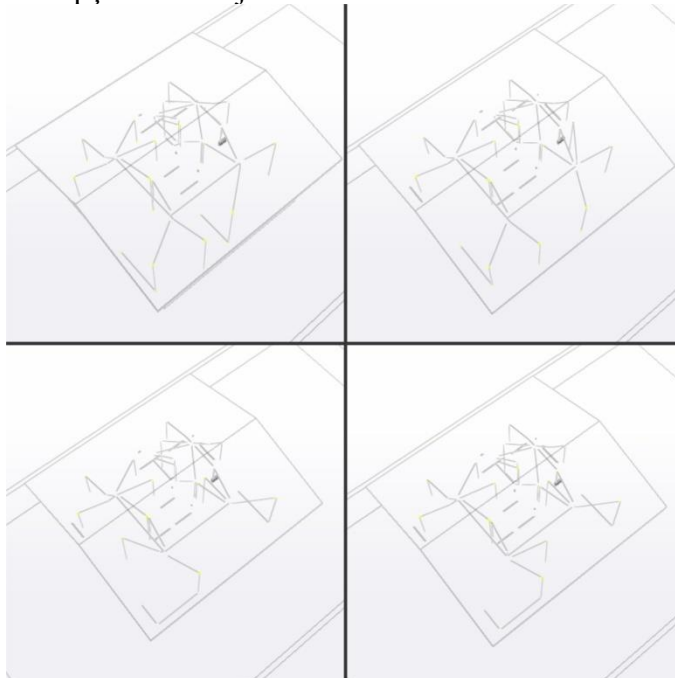
A Figura 41 apresenta o modelo de arquitetura da dinâmica de comunicação.



Fonte: O autor

A Figura 42 apresenta as opções de projetos elétricos da dinâmica de comunicação.

Figura 42 – Opções de Projetos Elétricos – Dinâmica de Comunicação



Fonte: O autor

A Figura 43 apresenta as opções de projetos de *layouts* da dinâmica de comunicação.

Figura 43 – Opções de Projetos de *Layouts* – Dinâmica de Comunicação



Fonte: O autor

5.5 - APLICAÇÕES DOS OBJETOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Este ciclo de desenvolvimento de objetos de ensino-aprendizagem foi concluído com a realização de testes. Foram realizados até três testes com os recursos desenvolvidos, que serão apresentados a seguir.

O processo de avaliação do comportamento de cada objeto de ensino-aprendizagem nestes momentos se deu através da observação dos pesquisadores (pesquisador principal e sua orientadora) do comportamento dos aprendizes e em forma de debate no final da aplicação, momento ao qual os aprendizes apresentavam de forma oral as suas considerações na utilização de cada recurso.

A primeira aplicação se deu com alunos do curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PósARQ) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) na disciplina “Tópicos especiais em objetos de ensino e aprendizagem para introdução do BIM no ensino de projeto”. A disciplina foi ministrada no terceiro período de 2019 (2019-3) e teve a participação de 8 (oito) alunos, 7 (sete) arquitetos e 1 (um) engenheiro civil.

Cada encontro iniciou com uma explanação teórica sobre o tema do dia, em seguida, a aplicação do objeto de ensino-aprendizagem e uma avaliação e debate final.

No primeiro encontro foram apresentados conceitos relacionados ao BIM, a projeto colaborativo em BIM e o modelo de colaboração BIM3C, que faz uso de ferramentas para cooperação, coordenação e comunicação. O foco principal foi direcionado ao novo fluxo de trabalho colaborativo solicitado pelo processo de projeto em BIM. Foi aplicado o Jogo de Tabuleiro “Projeto Colaborativo BIM3C” e posteriormente realizada a avaliação e o debate final.

O segundo encontro teve como foco principal o “C” da “Cooperação”. Iniciou-se enfatizando a importância, para qualquer trabalho colaborativo, da determinação de um CDE como local único para que todos possam depositar e buscar informações sobre o projeto. Após uma breve explanação sobre a existência de CDE específico para o BIM e o porquê da escolha pelo “Google Drive” como uma opção alternativa, foi solicitado que todos utilizassem o “Tutorial de Instalação e Configuração do *Backup and Sync from Google*” para executar o procedimento em seus respectivos computadores. Para finalizar, houve a avaliação e o debate final. Aproveitou-se a oportunidade para solicitar que todos instalassem o *software* para coordenação de projetos em BIM *Trimble Connect* para o próximo encontro.

O “C” da “Coordenação” foi o foco principal do terceiro encontro. Utilizando o *Trimble Connect* foram apresentados os principais comandos para: criação de projetos; importação de arquivos; visualização e navegação na interface gráfica; e seleção e manipulação de modelos. Demonstrou-se a criação do modelo federado. Como atividade para fixação, utilizou-se o jogo “Quebra-cabeça Virtual”. Os arquivos IFC referentes ao jogo estavam disponibilizados em uma pasta compartilhada com a turma pelo Google Drive e os alunos puderam perceber o processo mais dinâmico de *download* e *upload* com a utilização do aplicativo “*Backup and Sync from Google*” instalado em seus computadores. Ao final foram realizados debates e avaliações sobre as atividades do dia.

O foco do quarto encontro foi o “C” da “Comunicação”. Foram apresentados no *Trimble Connect* os comandos de: criação de vistas do modelo; detecção de *clash detections*; criação e gestão de tarefas em BCF. Para fixação dos conteúdos foi aplicada a “Dinâmica de Comunicação”. Os arquivos IFC necessários para a aplicação da dinâmica foram novamente disponibilizados na pasta da turma no Google Drive. Primeiramente a dinâmica foi apresentada pelo pesquisador e dois alunos voluntários, que foram guiados durante a demonstração. Posteriormente os alunos foram divididos em 3 (três) grupos com 3 (três) participantes em cada.

Como o total de alunos eram 8 (oito), o pesquisador participou novamente de um dos grupos. No final foram realizados os debates e avaliações.

A segunda aplicação foi realizada na disciplina de graduação na UFSC “Arquitetura 1” no segundo semestre de 2019 (2019 – 2). A turma era composta por 21 (vinte e um) alunos dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Produção Civil e Engenharia Sanitária e Ambiental. Porém foram disponibilizados apenas dois dias para as aplicações. Desta forma foram realizados os conteúdos de forma similar ao primeiro e terceiro encontros da primeira aplicação, com pequenas adaptações.

Ao final do primeiro encontro, que foi dedicado ao jogo de tabuleiro “Projeto Colaborativo BIM3C” foi solicitado aos alunos a instalação do software “*Trimble Connect*” para o próximo encontro. No início do segundo encontro, dedicado ao jogo “Quebra-cabeça Virtual” foi disponibilizado via *pen-drive* os arquivos IFC referentes ao jogo e foi feita uma breve explicação sobre a necessidade de um CDE.

No primeiro encontro estiveram presentes 16 alunos. No segundo encontro novamente 16 alunos, porém 4 alunos diferentes do primeiro encontro. Desta forma 12 (doze) alunos participaram dos 2 (dois) encontros, outros 8 (oito) alunos participaram de um ou de outro encontro e 1 (um) aluno não participou em nenhum dos encontros.

A terceira aplicação foi realizada com um grupo de 20 (vinte) alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo de uma faculdade particular da Grande Florianópolis na disciplina “Ateliê de Projeto de Arquitetura” no primeiro semestre de 2020 (2020 – 1).

Com este grupo, por motivos de força maior, foi realizado apenas o primeiro encontro, que seguiu o mesmo formato de aplicação realizado nas duas primeiras. Porém a aplicação do Jogo de Tabuleiro “Projeto Colaborativo BIM3C” sofreu uma ampliação no seu processo. Nas duas primeiras aplicações os alunos trabalharam apenas de forma colaborativa dentro de seus próprios subgrupos ao redor de seus tabuleiros. Nesta aplicação foram realizadas 3 (três) rodadas do jogo em cada um dos subgrupos formados, as duas primeiras rodadas obedeceram a mesma dinâmica anterior, porém na terceira rodada os grupos obedeciam a um único comando, nesta aplicação, além do senso de colaboração existente dentro do subgrupo para solucionar o projeto proposto pelo jogo, houve também um senso de competição entre os subgrupos para solucionar o seu projeto primeiro que os demais subgrupos.

5.6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O modelo de colaboração BIM3C permitiu utilizar a característica de granularidade dos objetos de aprendizagem a partir dos componentes de cooperação, coordenação e comunicação sugerido pelo modelo, contribuindo de forma relevante para o desenvolvimento dos objetos de Ensino-aprendizagem. Para cada um dos componentes foi desenvolvido um objeto, assim como um outro que permite uma visão geral do fluxo de trabalho no processo BIM de projeto.

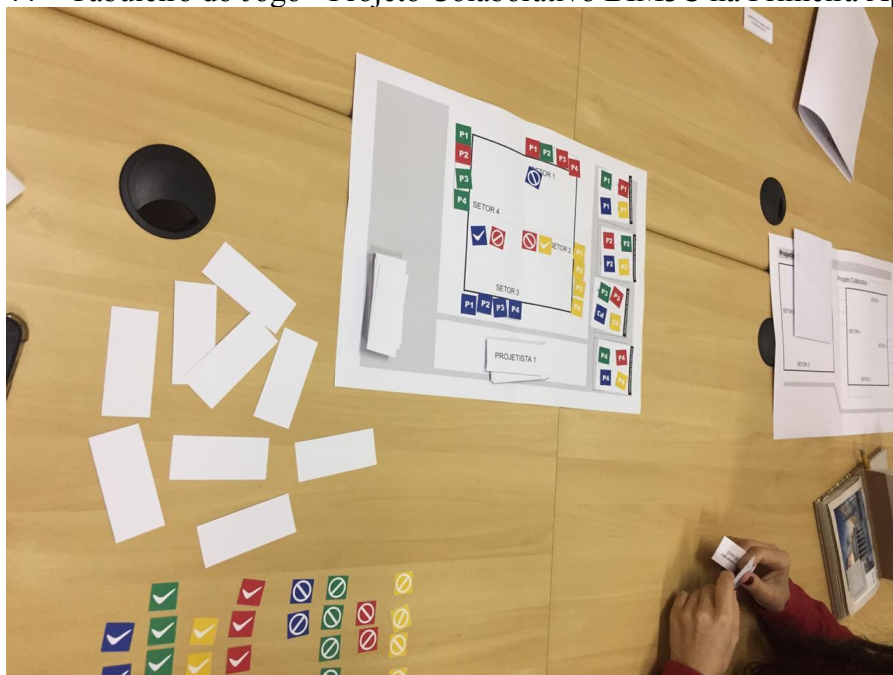
De modo geral a utilização dos objetos de ensino-aprendizagem, nas observações dos pesquisadores e avaliação dos alunos, mostrou-se bastante eficiente, tanto pelo sentido lúdico que alguns objetos despertaram, como no caso dos jogos, enfatizando dessa forma, uma das principais características dos jogos educacionais de gerar motivação e engajamento através da ludicidade que eles proporcionam, quanto pela autonomia que o objeto permite, no caso do uso do tutorial para configuração do aplicativo “*Backup and Sync from Google*”, onde cada um pode conduzir o procedimento conforme o seu ritmo.

A dinâmica de comunicação, que possui uma certa limitação na quantidade de tomadas de decisões possíveis, na observação dos pesquisadores e análise dos alunos se mostrou eficiente quanto à apresentação do fluxo da informação para o processo de compatibilização do projeto, porém sugere, para uma maior fixação dos procedimentos, uma aplicação prática com projetos desenvolvidos pelos próprios alunos, sendo um ponto que deve ser observado para as próximas aplicações.

A utilização de arquivo IFC, foi outro ponto bastante relevante, pois possibilitou que todos os alunos participassem das atividades mesmo não tendo conhecimento de nenhum *software* de modelagem BIM. Este tema é outro ponto a ser observado nas futuras aplicações, a maioria dos alunos se apresentaram como desconhecedores de algum *software* de modelagem, principalmente das disciplinas complementares como elétrica e hidrossanitária.

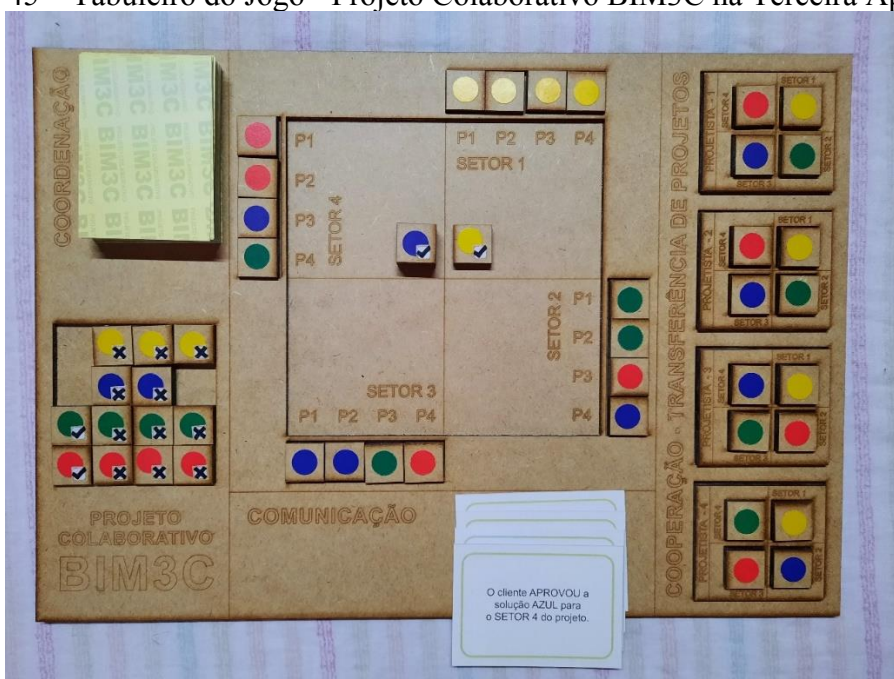
As aplicações e posteriores avaliações permitiram adaptações importantes em alguns dos objetos, como observado no desenvolvimento do tabuleiro físico do jogo “Projeto Colaborativo BIM3C”. As Figuras 44 e 45 apresentam uma visão do tabuleiro na primeira e na terceira aplicação respectivamente.

Figura 44 – Tabuleiro do Jogo - Projeto Colaborativo BIM3C na Primeira Aplicação



Fonte: O autor

Figura 45 – Tabuleiro do Jogo - Projeto Colaborativo BIM3C na Terceira Aplicação



Fonte: O autor

Permitiram ainda mensurar o tempo de execução das tarefas de cada um dos objetos, fato que será relevante no posterior processo de gamificação.



6 - PLAY BIM

Este capítulo inicia com a definição do termo *Play BIM* e, pautado pela característica de granularidade dos Objetos de Aprendizagem, apresenta o desenvolvimento de 2 (dois) novos objetos de Ensino-aprendizagem, o Passaporte e o *Riddle*, que irão compor juntamente com os recursos apresentados no Capítulo 5 o *Play BIM*. Posteriormente se descreve o processo de gamificação do *Play BIM* e suas aplicações entre acadêmicos do setor de AEC.

O significado do termo *Play BIM* vem da própria ação sugerida pelo verbo em inglês, *To play*, jogar, executar as tarefas de um jogo, jogar BIM. Porém a ideia traz embutida ainda os sinônimos da ação jogar, treinar, exercitar, praticar BIM. Dessa forma a ideia central do termo *Play BIM* gira em torno de praticar BIM através do uso de jogos e/ou gamificação.

Buscando dar uma identidade visual para o termo, criou-se uma marca logomarca, que possui uma base em um controle de videogame, que remete a jogo, que sustenta uma edificação, em alusão ao BIM, acompanhada do texto “*Play BIM*”. As Figuras 46 e 47 apresentam duas variações da logomarca desenvolvida para o *Play BIM*.

Figura 46 – Marca *Play BIM* – Opção 1



Fonte: O autor

Figura 47 – Marca *Play BIM* – Opção 2



Fonte: O autor

6.1 - NOVOS OBJETOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Procurando superar a lacuna de atividades de modelagem BIM, detectada na fase anterior, foi desenvolvido um recurso de ensino/aprendizagem denominado de Passaporte *Play BIM* que, fazendo alusão ao significado do objeto passaporte como instrumento pelo qual se tem acesso a um determinado local, no caso do *Play BIM*, é o instrumento que dá acesso ao BIM através de desafios de modelagem. Um segundo objeto foi criado com a finalidade de estimular a aquisição de uma base teórica através da resolução de enigmas, o *Play BIM Riddle*.

6.1.1 - Passaporte Play BIM

Este objeto de ensino-aprendizagem consta de uma sequência de desafios propostos de modelagem 3D em BIM, para cada desafio é ofertado um recurso de auxílio para a realização do mesmo. Estes recursos de auxílio foram garimpados na internet e estão disponíveis obrigatoriamente de forma gratuita na rede. Antes de serem sugeridos, passaram por um processo de análise e foram utilizados pelo pesquisador. Vale ressaltar que alguns desses recursos serviram de base para a modelagem dos projetos das casas populares que foram utilizados no desenvolvimento dos objetos de ensino-aprendizagem referentes a esta pesquisa. Entre os recursos indicados, 3 (três) tiveram contribuições relevantes, que são:

- Videoaula “Aprenda a desenhar uma casa popular no Revit”. Neste tutorial do Revit o professor Ronaldo Carreta do canal do Youtube, Gênios do CAD, apresenta, de forma resumida, em aproximadamente duas horas de aula, o processo completo para a modelagem da arquitetura de uma casa popular de forma clara e didática, o que é facilmente percebido nos comentários de usuários que utilizaram a videoaula.

Usuário 1: *“Muito bom! Ótima didática, aula clara e objetiva”*.

Usuário 2: *“De longe é a melhor aula de Revit que tem no Youtube. Parabéns, professor, dá pra ver que domina muito bem o programa”*.

Usuário 3: *“Muito bom! não vi uma didática tão boa nem nos cursos pagos que estou fazendo”*.

Usuário 4: *“Vídeo excelente! Ótimo para “perder o medo” do Revit! Indiquei para todos os meus amigos! Parabéns pela didática!”*.

A ideia de trabalhar com casas populares para o desenvolvimento dos objetos de ensino-aprendizagem surgiu a partir do contato com este material, que se encontra disponível no endereço eletrônico:

< <https://www.youtube.com/watch?v=Qr3DoRhpbtU> >

- Curso de Revit MEP 2019 Básico: Projeto Hidrossanitário de Residência Popular, realizado através de videoaulas com duração total de 6 horas, ofertado de forma gratuita pela Cursos Construir, disponível no endereço eletrônico:

< <https://www.cursosconstruir.com.br/cursos/> >

- Curso de Revit MEP 2020 Básico: Projeto Elétrico de Residência Popular, realizado através de videoaulas com duração total de 4 horas, ofertado de forma gratuita pela Cursos Construir, disponível no endereço eletrônico:

< <https://www.cursosconstruir.com.br/cursos/> >

A realização dos dois cursos permitiu a modelagem referente as duas disciplinas dos projetos das casas populares para o desenvolvimento dos objetos de ensino-aprendizagem desta pesquisa.

6.1.2 - *Play BIM Riddle*

Segundo o biblioeducador Jonas Borges de Castro, instrutor do curso “Criando um jogo *riddle*”, o *riddle* é um jogo de enigmas em formato de página *web*, onde cada fase apresenta um enigma que, ao ser solucionado, dá acesso à fase seguinte.

Chega-se à resolução do enigma de cada fase através da associação de pistas que estão disponibilizadas na página *web*, localizadas normalmente no título da aba do navegador, em uma imagem e em um texto logo abaixo da imagem. Geralmente essa associação deve ser levada aos *sites* de buscas na internet para ser desvendada (descoberta).

Os jogos *riddles* estimulam a investigação e pesquisa na internet, contribuindo dessa forma para a formação de uma base teórica sobre a temática central do *riddle*.

Os endereços eletrônicos abaixo direcionam para os jogos *riddles* utilizados durante a aplicação do *Play BIM*.

Play BIM Riddle 000 - <https://sites.google.com/view/riddle-play-bim-001/inicio>

Play BIM Riddle 001 - <https://sites.google.com/view/pbr001/inicio>

Play BIM Riddle 002 - <https://sites.google.com/view/pbr002/inicio>

Play BIM Riddle 003 - <https://sites.google.com/view/pbr003/inicio>

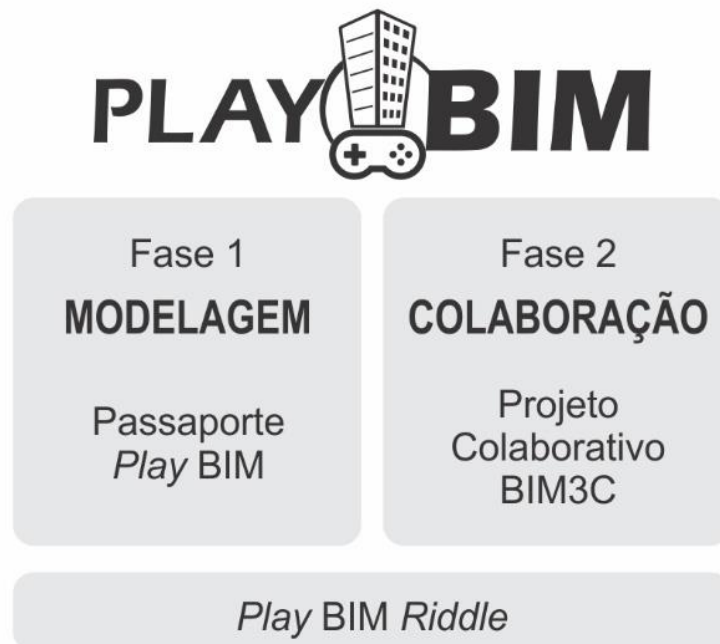
O curso “Criando um jogo *riddle*” pode ser encontrado no endereço eletrônico < <https://hotmart.com/product/criando-um-jogo-riddle> >, porém os anexos deste trabalho contêm um tutorial para desenvolvimento de jogos *riddles* utilizando o *Google Sites*, o desenvolvedor de páginas web da Google.

6.2 - CONTEXTUALIZAÇÃO DO *PLAY* BIM

No contexto desta pesquisa, o *Play* BIM foi a denominação dada a aplicação dos objetos de ensino-aprendizagem desenvolvidos com a finalidade de praticar projeto colaborativo em BIM através de conceitos de gamificação entre acadêmicos do setor de AEC.

A aplicação do *Play* BIM ficou dividida em duas fases. A primeira destina-se a modelagem através do Passaporte *Play* BIM e a segunda destina-se a colaboração, denominada Projeto Colaborativo BIM3C que faz uso dos objetos desenvolvidos na fase anterior, que são: (1) O Jogo de tabuleiro projeto colaborativo BIM3C; (2) Tutorial de instalação e configuração de um Ambiente Comum de Dados - CDE; (3) Quebra-cabeça virtual e (4) Dinâmica de comunicação. Os *Play* BIM *Riddles* são aplicados durante o transcorrer das duas fases. A Figura 48 apresenta o diagrama geral de aplicação do *Play* BIM.

Figura 48 – Diagrama Geral de Aplicação do *Play* BIM



Fonte: O autor

6.3 - GAMIFICAÇÃO DO *PLAY*BIM

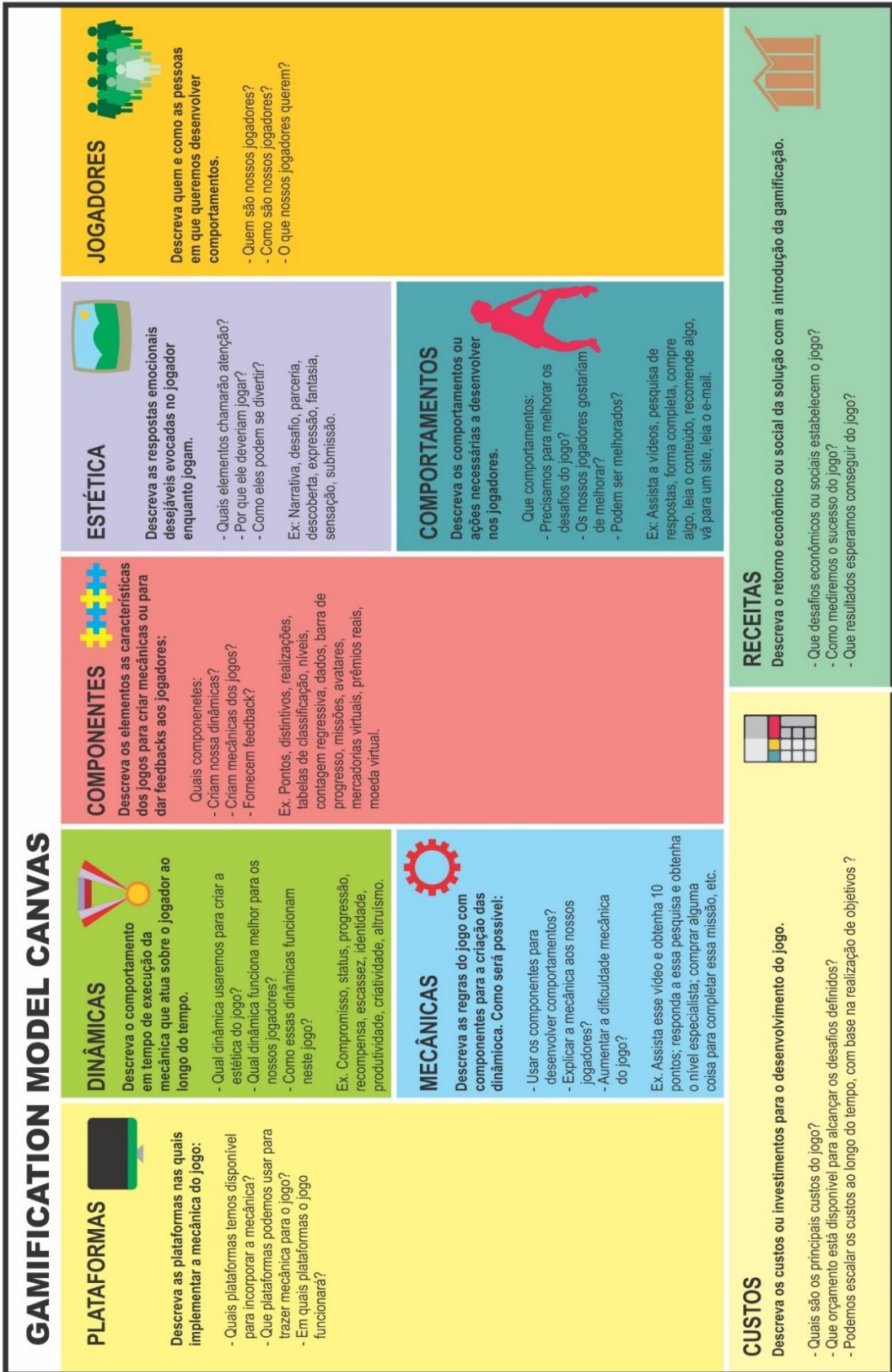
Para nortear o processo de gamificação é relevante o desenvolvimento do *Game Design Document* (GDD), que segundo Batistello (2018, p.175) trata-se de um documento base para dar a visão e objetivos do projeto, onde o escopo do jogo é definido. É uma ferramenta textual que descreve as características de um jogo, ou no caso desta pesquisa, as características da gamificação. A autora relata ainda que o ponto de partida para o desenvolvimento do GDD, pode ser a utilização de uma ferramenta *canvas* para gamificação (BATISTELLO, 2018, p. 175).

Segundo Júnior & Gonçalves (2016, p.1) “a abordagem Canvas é uma alternativa gráfica para acelerar o processo de criação junto a equipe para o desenvolvimento de um novo negócio, uma inovação tecnológica, uma nova campanha de marketing e a geração de jogos digitais”.

Batistello (2018, p.176) apresenta um modelo de *canvas* para gamificação denominado de *Gamification Model Canvas* (GMC), composto por 9 (nove) quadros que devem conter as informações e ideias de como a gamificação será formada. Os 9 (nove) quadros são formados além dos elementos que compõem os jogos (1- Dinâmicas, 2 – Mecânicas, 3 – Componentes); pelo formato como a gamificação chega aos usuários (4 – Plataforma); o perfil desses usuários (5 – Jogadores); as respostas emocionais e o que se espera que seja desenvolvido nos usuários (6 – Estética, 7 – Comportamentos); os investimentos para o seu desenvolvimento (8 – Custo); e o retorno financeiro ou social da aplicação (9 – Receitas). A autora relata ainda que, a gamificação com intenção educacional, na receita não se espera um retorno financeiro e sim um retorno social como resultado da aplicação (BATISTELLO, 2018, p. 179).

A Figura 49 apresenta o *Gamification Model Canvas* (GMC), modelo *canvas* para gamificação conforme Batistello (2018, p.178).

Figura 49 – Gamification Model Canvas (GMC) - Modelo Canvas para Gamificação



Fonte: Batistello (2018, p.178)

6.3.1 - *Play* BIM

O *Play* BIM em suas duas fases apresenta um processo de progressão baseado no *framework* de maturidade de implantação do BIM sugerido por Succar (2009). A primeira fase está relacionada ao nível de maturidade BIM 1.0 que possui o foco na modelagem dos projetos desenvolvidos por cada disciplina, sem que haja a preocupação na troca de informações entre os modelos. A segunda fase voltada para a maturidade BIM 2.0, destinada a colaboração.

O Quadro 17 apresenta os elementos de jogos que estão presentes no *Play* BIM

Quadro 17 - Elementos de Jogos Presentes no *Play* BIM

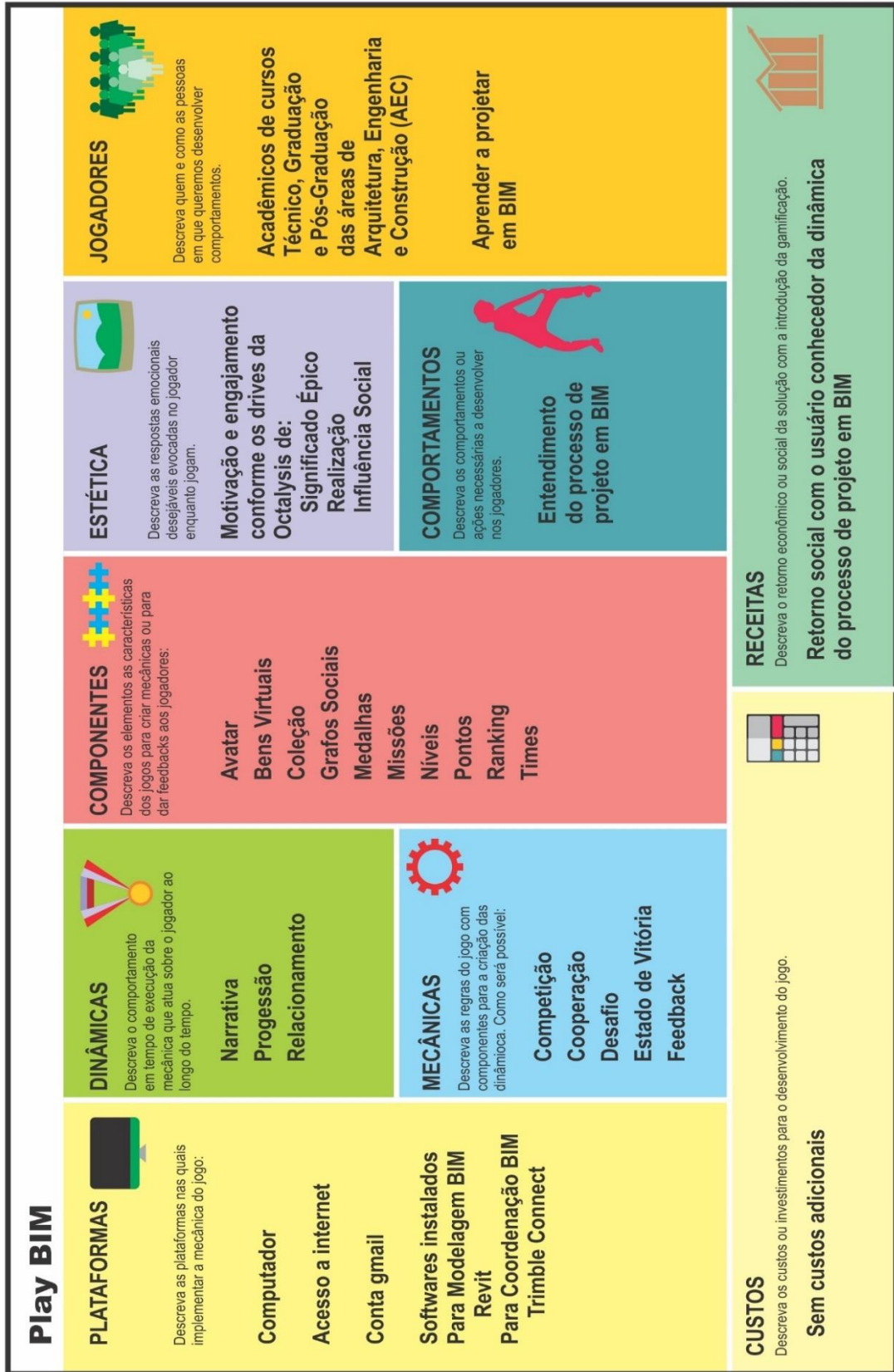
Dinâmicas	Narrativa	Apresenta o produtivo universo da metodologia BIM, que permite o desenvolvimento de um modelo tridimensional virtual de uma edificação com todas as suas características geométrica e não geométrica, tal qual será construída no mundo real.
	Progressão	Possui duas fases, que estão relacionadas com os níveis do <i>framework</i> de maturidade de implantação do BIM sugerido por Succar (2009). Fase 1, relacionado ao estágio (nível) de maturidade BIM 1.0 caracterizado pela modelagem 3D e a Fase 2, relacionada ao estágio (nível) de maturidade BIM 2.0 que tem a colaboração como foco.
	Relacionamento	Jogo de Tabuleiro – Projeto Colaborativo BIM3C. Dinâmica de Comunicação. Na Fase 2 na resolução do desafio de projeto colaborativo BIM3C.
Mecânicas	Competição	Formação dos <i>rankings</i> no Passaporte <i>Play</i> BIM com os pontos conquistados nos desafios de modelagem. Projeto Colaborativo BIM3C com os pontos conquistados na resolução das atividades de cooperação (Tutorial de Configuração do Ambiente Comum de Dados - CDE) e de coordenação (Quebra-Cabeça Virtual).
	Cooperação	No Jogo de Tabuleiro - Projeto Colaborativo BIM3C. Na resolução do Desafio de Projeto Colaborativo BIM3C.
	Desafio	Desafio de modelagem no Passaporte <i>Play</i> BIM. Desafio de Projeto Colaborativo.
	Estado de Vitória	Conquista do Passaporte <i>Play</i> BIM. Conquista do Visto de Entrada - Projeto Colaborativo BIM3C.
	<i>Feedback</i>	Realizado através de comunicação em grupo de <i>Whats App</i> .
Componentes	Avatar	Imagem gerada para o Passaporte <i>Play</i> BIM.
	Bens Virtuais	Passaporte <i>Play</i> BIM. Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C.
	Coleção	Estrelas para os desafios do Passaporte <i>Play</i> BIM.

	Selos para o Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C.
Grafos Sociais	Definição das equipes para o Projeto Colaborativo BIM3C (Duplas).
Medalhas	Estrelas do Passaporte <i>Play BIM</i> . Selos para o Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C.
Missões	Validar o Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C conquistando os 3 (três) selos das atividades de cooperação, coordenação e comunicação.
Níveis	Fase 1 – Passaporte <i>Play BIM</i> Fase 2 – Projeto Colaborativo BIM3C.
Pontos	Na resolução das estrelas dos desafios de modelagem no Passaporte <i>Play BIM</i> . Na resolução para conquistar os selos das atividades de cooperação e coordenação no Projeto Colaborativo BIM3C. Resolução dos <i>Play BIM Riddles</i> .
<i>Ranking</i>	Passaporte <i>Play BIM</i> . Projeto Colaborativo BIM3C.
Times	Formação de equipes para o Jogo de Tabuleiro - Projeto Colaborativo BIM3C. Formação de equipes para a “Dinâmica de Comunicação” Formação das equipes para o Desafio de Projeto Colaborativo BIM3C (Duplas).

Fonte: O autor

A Figura 50 apresenta o GMC geral para a aplicação do *Play BIM*.

Figura 50 – GMC *Play BIM*



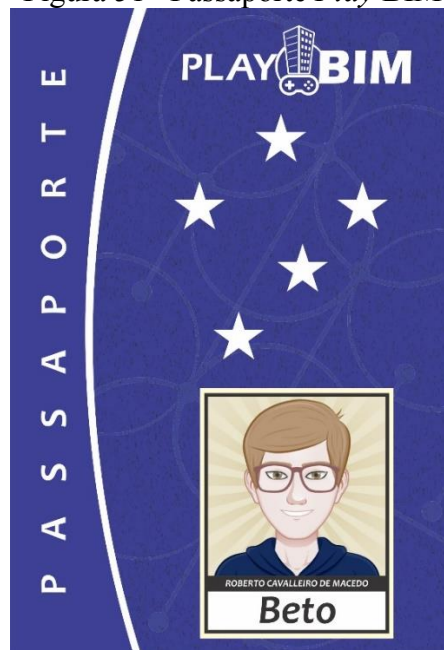
Fonte: O autor

6.3.2 - Passaporte *Play BIM*

Segundo o *framework* de maturidade BIM sugerido por Succar (2009), a modelagem 3D é o estágio inicial de ingresso ao BIM. O Passaporte *Play BIM* é o objeto de ingresso no *Play BIM* e consta de uma série de desafios de modelagem.

Ao entregar o primeiro desafio, o usuário (aluno/jogador) entrega junto um avatar, feito uma imagem, com seu nome e sobrenome e a maneira como gosta de ser chamado, e como *feedback* recebe o seu passaporte personalizado. O *layout* foi inspirado em um passaporte do Brasil que possui um cruzeiro do sul na capa. As cinco estrelas fazem referência a quantidade de desafios da fase. A Figura 51 apresenta o Passaporte *Play BIM*.

Figura 51– Passaporte *Play BIM*



Fonte: O autor

O Avatar deve ser desenvolvido no site www.avatarmaker.com e ser entregue em imagem de 400 x 400 pixels no formato PNG ou JPG.

A partir do segundo desafio, cada entrega corresponde ao recebimento de uma estrela, que dependendo de uma periodicidade do prazo de entrega pode ser de: (1) Ouro, que vale 100 pontos; (2) Prata, que vale 80 pontos; (3) Bronze, equivalente a 60 pontos. A periodicidade da entrega depende do grau de dificuldade do desafio proposto e deve ser informada no momento

do lançamento do desafio. A Figura 52 apresenta uma representação das estrelas referentes a entrega dos desafios.

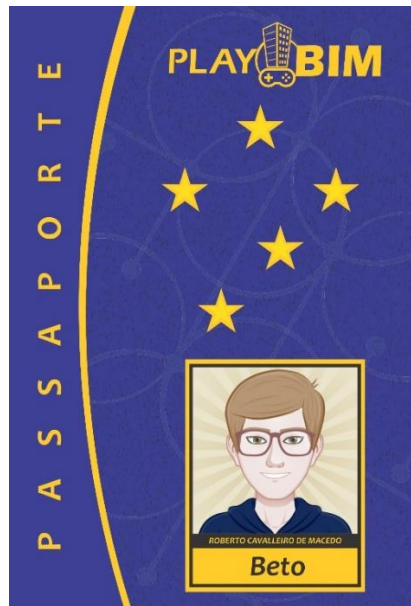
Figura 52 – Estrelas de Entrega dos Desafios do Passaporte *Play BIM*



Fonte: O autor

Devido a disponibilidade de datas, o desafio de entrada, que dá direito ao Passaporte *Play BIM*, já pode fazer referência a primeira estrela também. Até o desafio da terceira estrela, todos serão referentes a modelagem da disciplina de arquitetura. Para o desafio da quarta estrela o grupo será dividido em dois subgrupos que desenvolverão modelos de duas disciplinas distintas, hidrossanitária ou elétrica. O desafio referente as duas disciplinas prosseguem para a quinta estrela. O processo de divisão dos subgrupos será mediante a um *ranking* formado pela pontuação conquistada até a realização da terceira estrela, os mais bem colocados terão prioridade na escolha da disciplina que irá modelar a partir do desafio da quarta estrela. O grupo deve ficar dividido em dois subgrupos de forma proporcional (igual) ou com um membro de diferença, caso o grupo possua um número ímpar de participantes.

Ao término dos desafios, o participante que receber as cinco estrelas de ouro, receberá o Passaporte *Play BIM* Dourado apresentado na Figura 53.

Figura 53 – Passaporte *Play BIM* Dourado

Fonte: O autor

O Quadro 18 apresenta os elementos de jogos que estão presentes no Passaporte *Play BIM*.

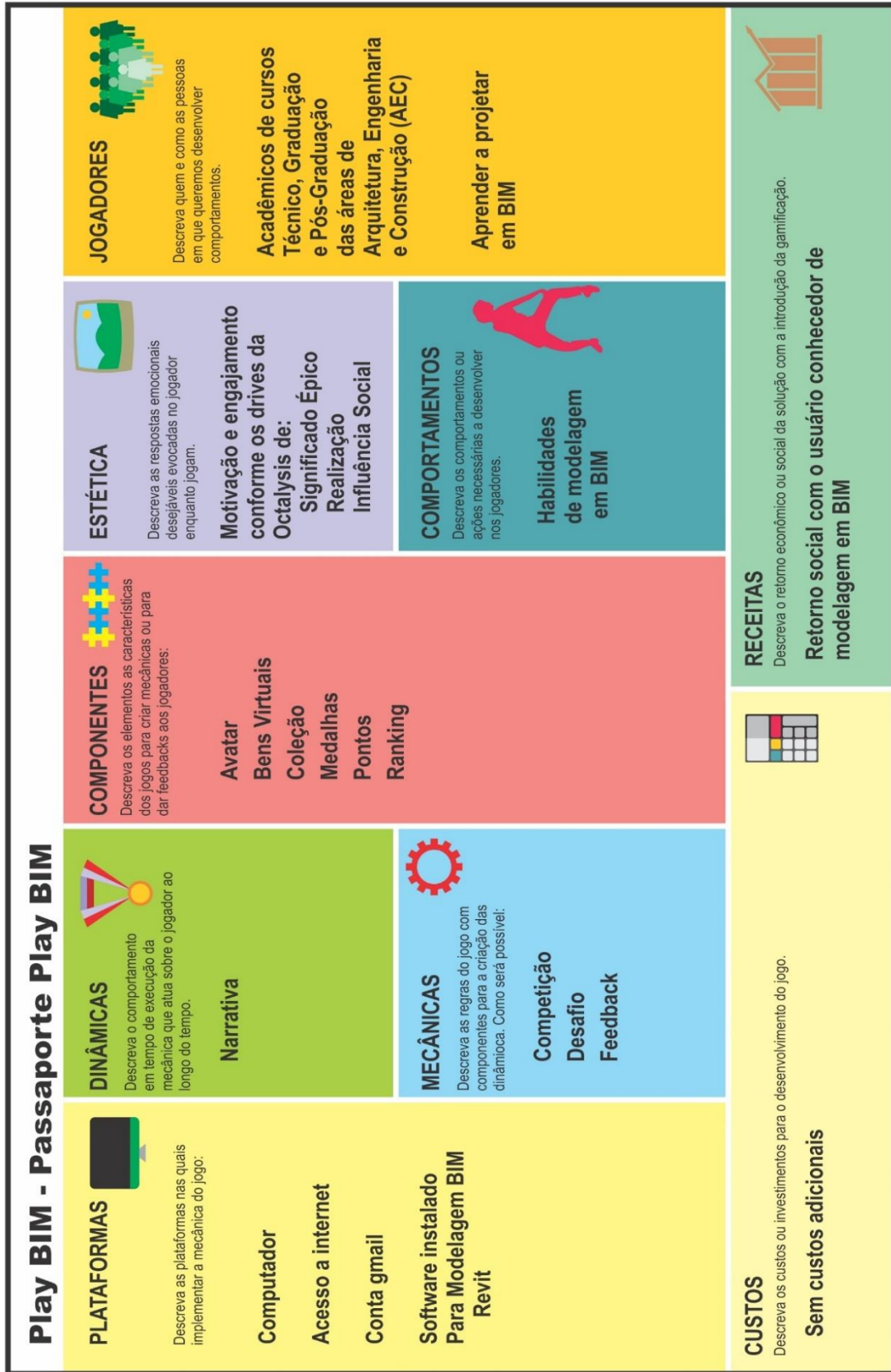
Quadro 18 - Elementos de Jogos Presentes no Passaporte *Play BIM*

Dinâmicas	Narrativa	Apresenta o processo de desenvolvimento do modelo tridimensional virtual de uma edificação.
Mecânicas	Competição	Formação dos <i>rankings</i> no Passaporte <i>Play BIM</i> com os pontos conquistados nos desafios de modelagem.
	Desafio	Desafio de modelagem no Passaporte <i>Play BIM</i> .
	Estado de Vitória	Conquista do Passaporte <i>Play BIM</i> .
	<i>Feedback</i>	Realizado através de comunicação em grupo de <i>Whats App</i> .
Componentes	Avatar	Imagem gerada para o Passaporte <i>Play BIM</i> .
	Bens Virtuais	Passaporte <i>Play BIM</i> .
	Coleção	Estrelas para os desafios do Passaporte <i>Play BIM</i> .
	Medalhas	Estrelas do Passaporte <i>Play BIM</i> .
	Pontos	Na resolução das estrelas dos desafios de modelagem no Passaporte <i>Play BIM</i> .
	<i>Ranking</i>	Passaporte <i>Play BIM</i> .

Fonte: O autor

A Figura 54 apresenta o GMC para a aplicação do Passaporte *Play BIM*.

Figura 54 – GMC – Passaporte *Play* BIM



Fonte: O autor

6.3.3 - Projeto Colaborativo BIM3C

De posse de um passaporte, para ingressar em um país, o viajante deve solicitar acesso e cumprir com algumas exigências para conquistar o visto de entrada. De forma similar o *Play BIM* possui um desafio de projeto colaborativo em BIM no qual o aluno/jogador para participar deve executar algumas tarefas para conquistar o visto de entrada para projeto. As tarefas estão relacionadas com a utilização dos objetos de ensino-aprendizagem apresentados no capítulo 5 deste trabalho.

No primeiro encontro todos os alunos/jogadores devem participar de rodadas do Jogo de Tabuleiro Projeto Colaborativo BIM3C com a finalidade de assimilar o fluxo de trabalho solicitado pelo processo de projeto em BIM. Ao término, os alunos/jogadores recebem um “Visto de Entrada” que necessita ser preenchido com três selos, referentes a tarefas de cooperação, coordenação e comunicação relacionadas ao modelo de colaboração BIM3C. A Figura 55 apresenta o Visto de Entrada ao Projeto Colaborativo BIM3C que é recebido por cada aluno/jogador.

Figura 55 – Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C – Inicial



Fonte: O autor

O segundo encontro é voltado para a atividade destinada a cooperação e faz uso do “Tutorial de Instalação e Configuração de um Ambiente Comum de Dados - CDE”. No terceiro encontro, destinado a atividades de coordenação, é usado o jogo “Quebra-cabeça Virtual”. No quarto com foco na comunicação é realizada a “Dinâmica de Comunicação”. Após a realização de cada tarefa, os alunos/jogadores recebem os selos correspondentes a cada tarefa para

preenchimento do Visto de Entrada. A Figura 56 apresenta o Visto de Entrada ao Projeto Colaborativo BIM3C final, preenchido com os selos conquistados nas tarefas.

Figura 56 – Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C – Final



Fonte: O autor

As atividades do segundo e do terceiro encontros, “Instalação e Configuração de um Ambiente Comum de Dados - CDE” e “Jogo Quebra-cabeça Virtual” respectivamente, geram uma pontuação para os alunos/jogadores, pela ordem de resolução das atividades, que devem ser combinadas no início da fase, quando já se sabe a quantidade de participantes, por exemplo, se atividade tiver até 10 participantes. O primeiro a encontrar a solução pode ganhar 100 (cem) pontos, o segundo 90 (noventa), o terceiro 80 (oitenta) e assim por diante. Outras formas de pontuação podem ser criadas.

No quinto encontro, são formadas duplas entre os alunos/jogadores que realizaram as tarefas referentes aos três selos e conquistaram o “Visto de Entrada” para o Projeto Colaborativo BIM3C. As duplas são formadas obedecendo a escolha das disciplinas modeladas nos desafios da quarta e quinta estrela do Passaporte *Play BIM*, obrigatoriamente um de cada disciplina, elétrica e hidrossanitária, tendo preferência de escolha os alunos/jogadores mais bem pontuados na fase, se houver empate, o mais bem pontuado na fase anterior. Outras maneiras de formação das duplas podem ser estabelecidas, porém devem ser especificadas no início da fase. Após a formação das duplas é lançado o desafio de projeto colaborativo BIM3C.

Para o sexto encontro, cada componente da dupla deve desenvolver o projeto de sua disciplina (elétrica ou hidrossanitária) referente ao projeto do outro integrante, resultando assim em 2 (dois) projetos com 3 (três) disciplinas (arquitetura, elétrica e hidrossanitária) em cada

dupla. Esses projetos devem passar pelo processo de compatibilização para que sejam eliminados possíveis conflitos entre as disciplinas.

O Quadro 19 apresenta os elementos de jogos que estão presentes no Projeto Colaborativo BIM3C.

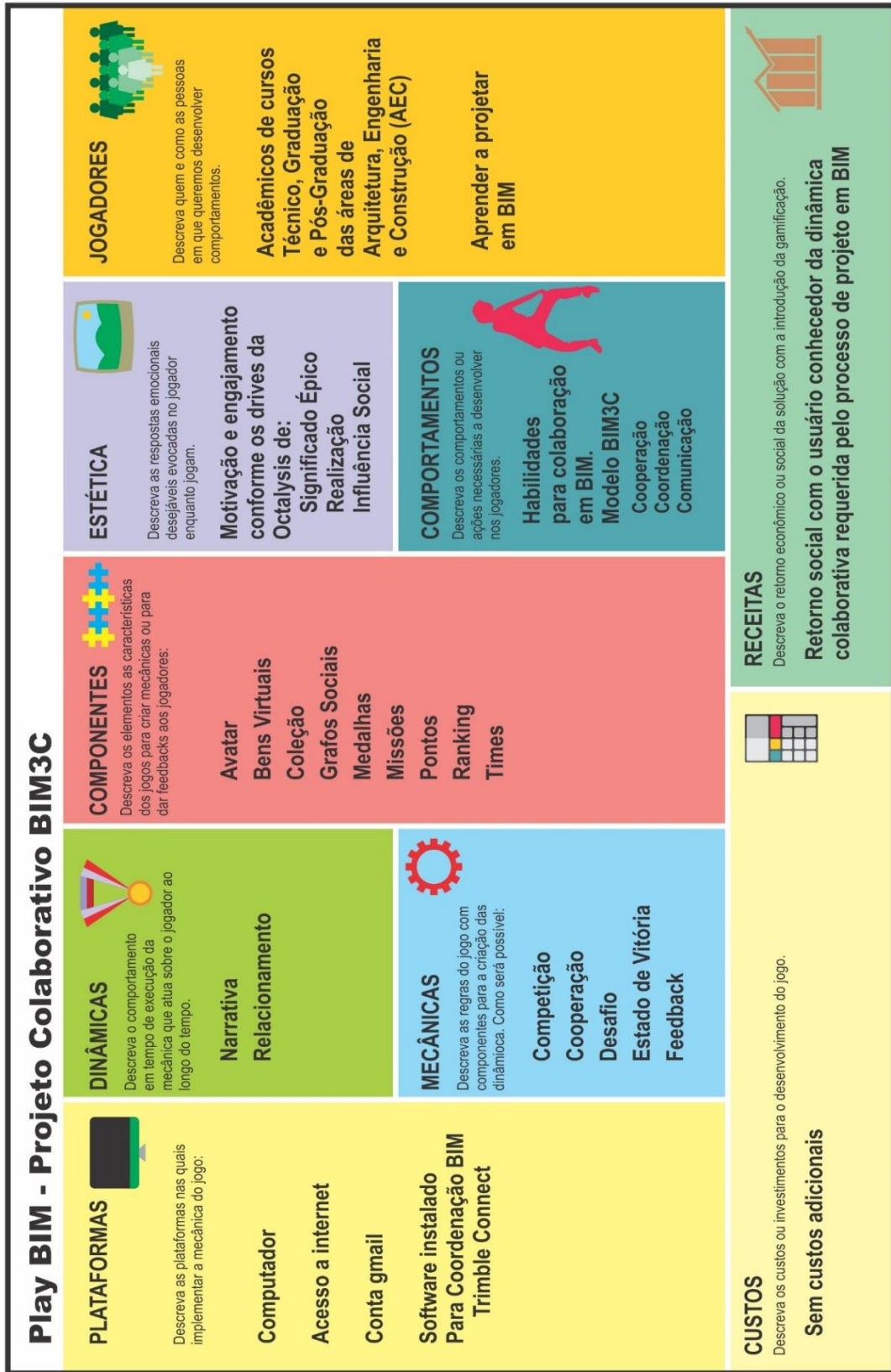
Quadro 19 - Elementos de Jogos Presentes no Projeto Colaborativo BIM3C

Dinâmicas	Narrativa	Apresenta o processo de colaboração através do modelo BIM3C que faz uso de recursos de comunicação, coordenação e cooperação.
	Relacionamento	Jogo de Tabuleiro – Projeto Colaborativo BIM3C. Dinâmica de Comunicação. Na Fase 2 na resolução do desafio de projeto colaborativo BIM3C.
Mecânicas	Competição	Projeto Colaborativo BIM3C com os pontos conquistados na resolução das atividades de cooperação (Tutorial de Configuração de um Ambiente Comum de Dados - CDE) e de coordenação (Quebra-Cabeça Virtual).
	Cooperação	No Jogo de Tabuleiro - Projeto Colaborativo BIM3C. Na resolução do Desafio de Projeto Colaborativo BIM3C.
	Desafio	Desafio de Projeto Colaborativo.
	Estado de Vitória	Conquista do Visto de Entrada - Projeto Colaborativo BIM3C.
	<i>Feedback</i>	Realizado através de comunicação em grupo de <i>Whats App</i> .
Componentes	Avatar	
	Bens Virtuais	Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C.
	Coleção	Selos para o Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C.
	Grafos Sociais	Definição das equipes para o Projeto Colaborativo BIM3C (Duplas).
	Medalhas	Selos para o Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C.
	Missões	Validar o Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C conquistando os 3 (três) selos das atividades de cooperação, coordenação e comunicação.
	Pontos	Na resolução para conquistar os selos das atividades de cooperação e coordenação no Projeto Colaborativo BIM3C. Resolução dos <i>Play BIM Riddles</i> .
	Ranking	Projeto Colaborativo BIM3C.
Times	Formação de equipes para o Jogo de Tabuleiro - Projeto Colaborativo BIM3C. Formação de equipes para a “Dinâmica de Comunicação” Formação das equipes para o Desafio de Projeto Colaborativo BIM3C (Duplas).	

Fonte: O autor

A Figura 57 apresenta o GMC do Projeto Colaborativo BIM3C.

Figura 57 – GMC – Projeto Colaborativo BIM3C



Fonte: O autor

6.4 - APLICAÇÕES

Foram realizadas duas aplicações do *Play BIM*. Durante essas aplicações alguns procedimentos foram realizados em ambas as aplicações, tais como: (1) No primeiro dia, os alunos/jogadores responderam a um questionário, denominado “Pré - *Play BIM*”, com questões ligadas ao conhecimento de *softwares* e conceitos relacionados ao BIM e ao projeto colaborativo em BIM; (2) No último dia de aplicação, os alunos/jogadores voltaram a responder a um questionário, denominado “Pós - *Play BIM*”, com questões similares ao questionário inicial com o objetivo de identificar o ganho de conhecimentos relacionados aos temas. Ainda no último encontro os alunos/jogadores responderam a um outro questionário denominado de “Avaliação da Gamificação” onde avaliaram a cada objeto de ensino-aprendizagem utilizado de forma individual e em conjunto, avaliando a gamificação de forma completa com o objetivo de identificar se houve motivação e engajamento por parte dos participantes. Os questionários utilizados nas aplicações do *Play BIM* estão disponíveis nos Apêndices G e H deste texto.

Todos os encontros foram realizados em salas virtuais através da plataforma do Google *Meet* e tiveram duração variada com solicitação de atividades síncronas e assíncronas. O principal canal de comunicação e acompanhamento das atividades com os grupos se deu através de grupos de *Whats App*.

O *Game Design Document* (GDD), que deu origem as aplicações do *Play BIM*, é apresentado nas Figuras 58, 59, 60, 61.

Figura 58 – *Game Design Document* (GDD) - Página 01

Fonte: O autor

Figura 59 – *Game Design Document (GDD)* - Página 02

Figura 60 – *Game Design Document (GDD)* - Página 03

Aplicação

O Play BIM é composto por objetos de ensino / aprendizagem, com características de jogos e possui aplicações como:

Desafios de modelagem em softwares BIM;

Jogo de Tabuleiro - Projeto Colaborativo BIM3C que apresenta o fluxo de trabalho de projetos em BIM.

Tutorial para configuração de um Ambiente Comum de Dados

Quebra-cabeça virtual que permitem o desenvolvimento do modelo de coordenação (Modelo Federado) para a compatibilização de projetos em BIM.

Dinâmicas de Comunicação com BCF

Play BIM Riddle - Jogos de enigmas que estimulam o desenvolvimento de uma base teórica. Sua aplicação ocorre durante todo o Play BIM.

Fase 1

MODELAGEM

Passaporte
Play BIM

Fase 2

COLABORAÇÃO


Projeto Colaborativo
BIM3C

Play BIM Riddle

Serão no mínimo 8 e no máximo 12 encontros (dependendo da disponibilidade de datas)

Objetivo

Desenvolver habilidade para atuar no processo de projeto em BIM.



3

Figura 61– Game Design Document (GDD) - Página 04



Informações Gerais

Plataforma

- Computador com acesso à internet e uma conta de e-mail do Google (gmail). No computador deve estar instalado um software de modelagem BIM (Revit) e um software de coordenação BIM (Timble Connect).

Perfil dos Participantes

- Acadêmicos de cursos técnico, graduação e pós-graduação das áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC)

Dinâmicas

- Narrativa, Progressão e Relacionamento.

Mecânicas

- Competição, Cooperação, Desafios, Estado de Vitória e Feedback.

Componentes

- Avatar, Bens Virtuais, Coleção, Grafos Sociais, Medalhas, Missões, Níveis, Pontos, Ranking e Times

Comportamentos

- Espera-se que os alunos adquiram habilidades de modelagem e colaboração para realização de projeto em BIM.

Principais Características

Apresenta desafios individuais ou em grupo, com situação de competição ou colaboração entre os usuários. Haverá um sistema de pontuação ao cumprimento das atividades que possibilitará a criação de um ranking que auxiliará em algumas tomadas de decisão.

Para cada desafio proposto será sempre disponibilizado algum tipo de recurso de auxiliar para realizá-lo



6.4.1 - Aplicação 1 – Play BIM - IFPA

A primeira aplicação do *Play BIM* se deu através de um *workshop* realizado com alunos do Instituto Federal do Pará (IFPA). Após um primeiro contato com os coordenadores dos cursos de Técnico em Edificações do IFPA dos Campus de Belém, Santarém e Marabá Industrial, e de graduação em Engenharia Civil do Campus de Santarém, foi enviado aos mesmos, via *e-mail*, uma carta convite onde continha uma breve apresentação referente a aplicação do *Play BIM* em um *Workshop*, que seria ofertado pelo IFPA em parceria com PósARQ / UFSC e que os alunos poderiam manifestar interesse em participar através de *e-mail*, indicando o seu nome completo, a forma pela qual gosta de ser chamado e o seu número do *Whats App*. O *e-mail* enviado aos coordenadores foi repassado, por eles, para alunos da instituição.

Foram recebidas 52 (cinquenta e dois) manifestações de interesse em participar do *Play BIM* por parte dos alunos, distribuídos da seguinte forma: 23 (vinte e três) alunos do Campus Belém, 14 (catorze) alunos do Campus de Santarém e 15 (quinze) alunos do Campus Industrial de Marabá. Foram criados 3 (três) grupos no *Whats App* para servir de canal de comunicação com os alunos, um para cada Campus. Foi criada uma identidade visual para cada um dos grupos. A Figura 62 apresenta a identidade visual dos três grupos formados.

Figura 62 – Identidade Visual dos Grupos de Aplicação do *Play BIM* no IFPA

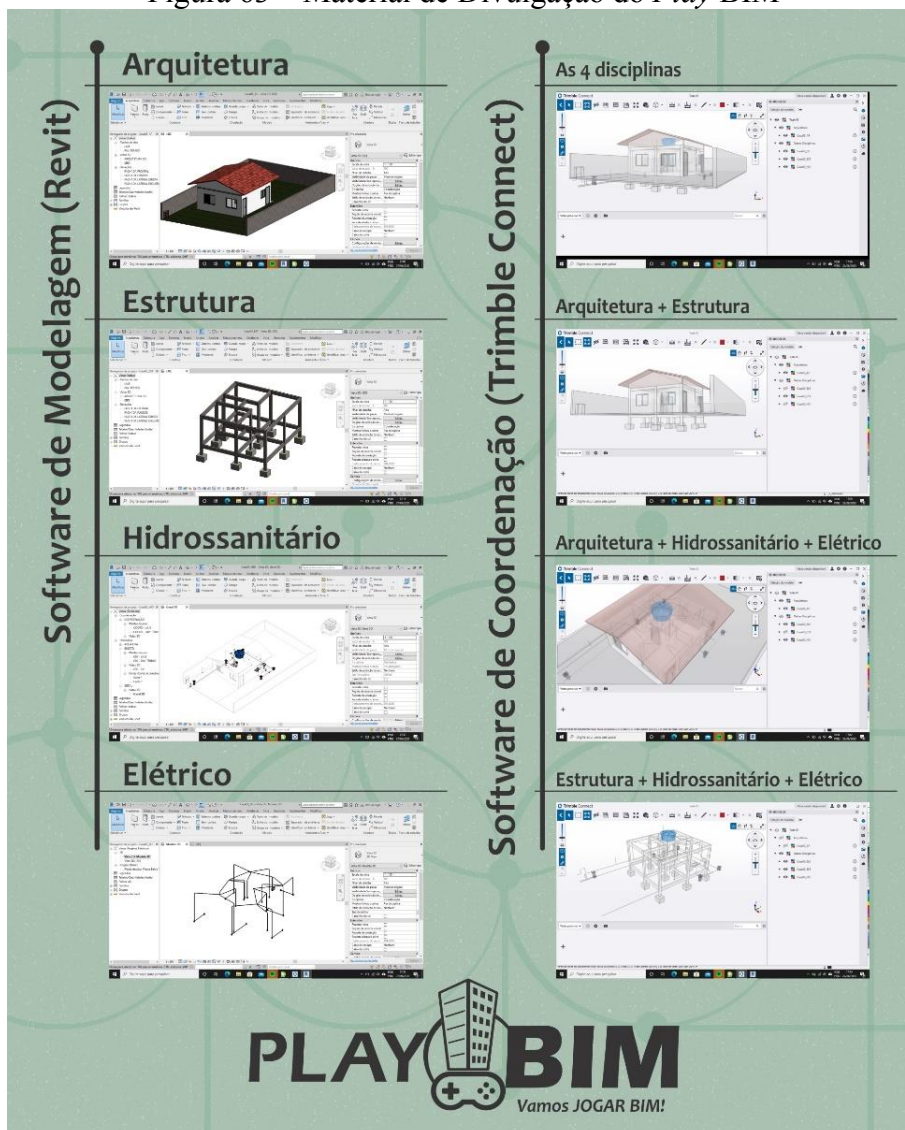


Fonte: O autor

Em comum acordo com os alunos, foi definida uma data para a apresentação de uma palestra com a temática em BIM e da proposta de aplicação do *Play BIM*. No período que antecedeu a palestra alguns materiais de divulgação foram enviados aos grupos de *Whats App* como forma de motivar a participação de todos. A Figura 63 apresenta um material de divulgação do *Play BIM* enviado para os grupos. A figura objetivava apresentar a possibilidade a qual as atividades desenvolvidas na aplicação do *Play BIM* poderiam alcançar e consta, na coluna da esquerda, de modelagens de um projeto de casa popular de disciplinas como

arquitetura, estrutura, hidrossanitário e elétrico desenvolvidos no *software* Revit, o qual será utilizado no *workshop*. Na coluna da direita algumas combinações possíveis de visualização do modelo federado desenvolvido no *Trimble Connect*, *software* de coordenação que será utilizado no *workshop*.

Figura 63 – Material de Divulgação do *Play BIM*



Fonte: O autor

As palestras foram realizadas uma para cada campus separadamente, onde foi apresentado aos alunos o fluxo das atividades do *Play BIM* destacando pontos importantes.

Para ingressar no jogo todos teriam que cumprir um desafio inicial que daria direito ao Passaporte *Play BIM*, o primeiro ciclo, composto por 5 (cinco) desafios de modelagem. Estes

desafios seriam realizados utilizando o *software* de modelagem Revit. Aqui ressaltou-se ainda, o ponto de tomada de decisão no desafio da quarta estrela, onde o aluno deveria fazer uma opção entre modelar a disciplina de elétrica ou hidrossanitária. Para finalizar este primeiro ciclo, haveria um encontro, após realizado o desafio da quinta estrela, onde seriam avaliados os projetos desenvolvidos para que fossem solucionadas quaisquer pendências e se realizaria a preparação para o início do segundo ciclo.

O segundo ciclo, de Projeto Colaborativo BIM3C, iria iniciar com a apresentação de como se dá o fluxo de informação no processo de projeto em BIM através do uso do “Jogo de Tabuleiro - Projeto Colaborativo BIM3C”. A todos que participassem do jogo seria cedido o “Visto de Entrada – Projeto Colaborativo BIM3C” que deveria ser validado após o cumprimento das atividades de cooperação, coordenação e comunicação e a conquista dos seus respectivos selos. Essas atividades aconteceriam nos três próximos encontros, do segundo ao quarto, referente a este ciclo. No quinto encontro seria lançado o desafio de projeto colaborativo BIM3C com a formação das duplas e a utilização dos projetos desenvolvidos no primeiro ciclo. Para finalizar o ciclo, e o jogo, seria realizado um último encontro para a apresentação dos projetos compatibilizados e fazer as avaliações finais referentes ao *Play BIM*.

A Figura 64 apresenta o gráfico com o fluxo das atividades da aplicação do *Play BIM* apresentado aos alunos.

Figura 64 – Fluxo das Atividades da Aplicação do *Play BIM* no IFPA



Fonte: O autor

O desafio inicial constou de 3 tarefas:

1 - Reproduzir o projeto da videoaula ““Aprenda a desenhar uma casa popular no Revit”” do professor Ronaldo Carreta mencionada no item 6.1.1 deste trabalho;

2 - Desenvolver um avatar no site www.avatarmaker.com e enviar uma imagem em PNG com resolução de 400 x 400 pixels juntamente com seu nome completo e a maneira pela qual deseja ser chamado (apelido). A solicitação do apelido se faz com o objetivo de se criar uma maior empatia da pessoa pelo avatar criado;

3 - Responder o questionário Pré - *Play BIM*.

A participação do aluno no *Play BIM* estava condicionada a obrigatoriedade da realização das 3 (três) tarefas. Como *feedback* da apresentação do desafio inicial enviado por *e-mail*, era postado, o mais breve possível, no grupo de *Whats App* um *banner* confirmando a participação do aluno e posteriormente era apresentado o seu Passaporte *Play BIM* conforme a Figura 54 do item 6.3.2 deste trabalho. A Figura 65 apresenta um exemplo de *banner* de confirmação de participação que era enviada nos grupos de *Whats App*.

Figura 65 – Banner de Confirmação de Participação no *Play BIM*



Fonte: O autor

O *workshop* ganha um destaque com o interesse da Assessoria de Comunicação (ASCOM) do IFPA que faz uma reportagem sobre o evento e publica no portal da instituição na internet, servindo então como um recurso a mais de motivação para o engajamento dos alunos ao evento. A matéria pode ser conferida no link abaixo.

<https://ifpa.edu.br/ultimas-noticias/1295-alunos-do-ifpa-aprendem-a-usar-plataforma-bim-atraves-da-gamificacao>

A composição das 3 (três) equipes para o *Play BIM* ficou assim definida:

- Equipe Belém com 8 (oito) componentes, todos alunos do curso de Técnico em Edificações.

- Equipe Santarém com 8 (oito) componentes, todos alunos de graduação em Engenharia Civil.

- Equipe Marabá com 8 (oito) componentes, 1 (um) aluno do curso de Técnico em Edificações e 7 (sete) alunos de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA) egressos do IFPA.

A Figura 66 apresenta as equipes do *Play BIM* no IFPA.

Figura 66 – Equipes do *Play BIM* no IFPA



Fonte: O autor

O Quadro 20 mostra os desafios de modelagem solicitado pelo Passaporte *Play BIM* e as sugestões de recurso de auxílio indicados à realização dos mesmos, que deu sequência as atividades do *workshop*. Os alunos podiam ir em busca de outros recursos caso achassem necessário.

Quadro 20 - Desafios de Modelagem do Passaporte *Play BIM* para o IFPA

	Desafio	Sugestão de recurso de auxílio
Primeira Estrela	Executar dois projetos: - Projeto de uma edificação de um pavimento. - Projeto de uma casa popular (sala, cozinha, banheiro, dois quartos).	Videoaula “Aprenda a desenhar uma casa popular no Revit” - Canal do Youtube “Gênios do CAD” - Professor Ronaldo Carreta. https://www.youtube.com/watch?v=Qr3DoRhpbtU
Segunda Estrela	Executar um projeto com dois pavimentos.	Videoaula “Descubra como criar escada de forma simples / Revit / Utilizando BIM” no Canal do Youtube “José Darós / Utilizando BIM”. https://www.youtube.com/watch?v=v2mxxnjS9Sk

Terceira Estrela	<p>Inserir cotas, ambientes e componentes no projeto da casa popular desenvolvido no desafio da Primeira Estrela</p>	<p><u>Inserindo Cotas</u></p> <p>- Videoaula “Como cotar o projeto de forma simples Revit Utilizando BIM” no Canal do Youtube “José Darós / Utilizando BIM”.</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=iE9de6FV_XM&t=13s</p> <p>- Videoaula “Configurando Cotas no Revit” no Canal do Youtube “Luciano Ramos”</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=eVLn71LlCLc</p> <p><u>Inserindo Ambientes</u></p> <p>- Videoaula “Como colocar e nomear ambientes de forma simples Revit Utilizando BIM” no Canal do Youtube “José Darós / Utilizando BIM”.</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=hmcMu2EMp14&t=9s</p> <p><u>Inserindo Componentes</u></p> <p>- Videoaula “Revit #032 Carregando uma nova família de componentes” no Canal do Youtube “Beto Camellini”</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=TMI04j7xssU</p>
Quarta Estrela	<p>Realizar o curso (Grátis) ofertado pelo portal “cursosconstruir.com.br”</p> <p>Escolher um entre:</p> <p>- Revit MEP 2020 Básico: Projeto Elétrico de Residência Popular (04 horas)</p> <p>- Revit MEP 2019 Básico: Projeto Hidrossanitário de Residência Popular (06 horas)</p>	<p>Os cursos estão disponíveis em:</p> <p>https://cursosconstruir.com.br/cursos/</p>
Quinta Estrela	<p>Realizar o projeto referente a disciplina específica de cada aluno na casa popular desenvolvida no desafio da Primeira Estrela.</p>	<p>Os cursos realizados no desafio da Quarta Estrela.</p>

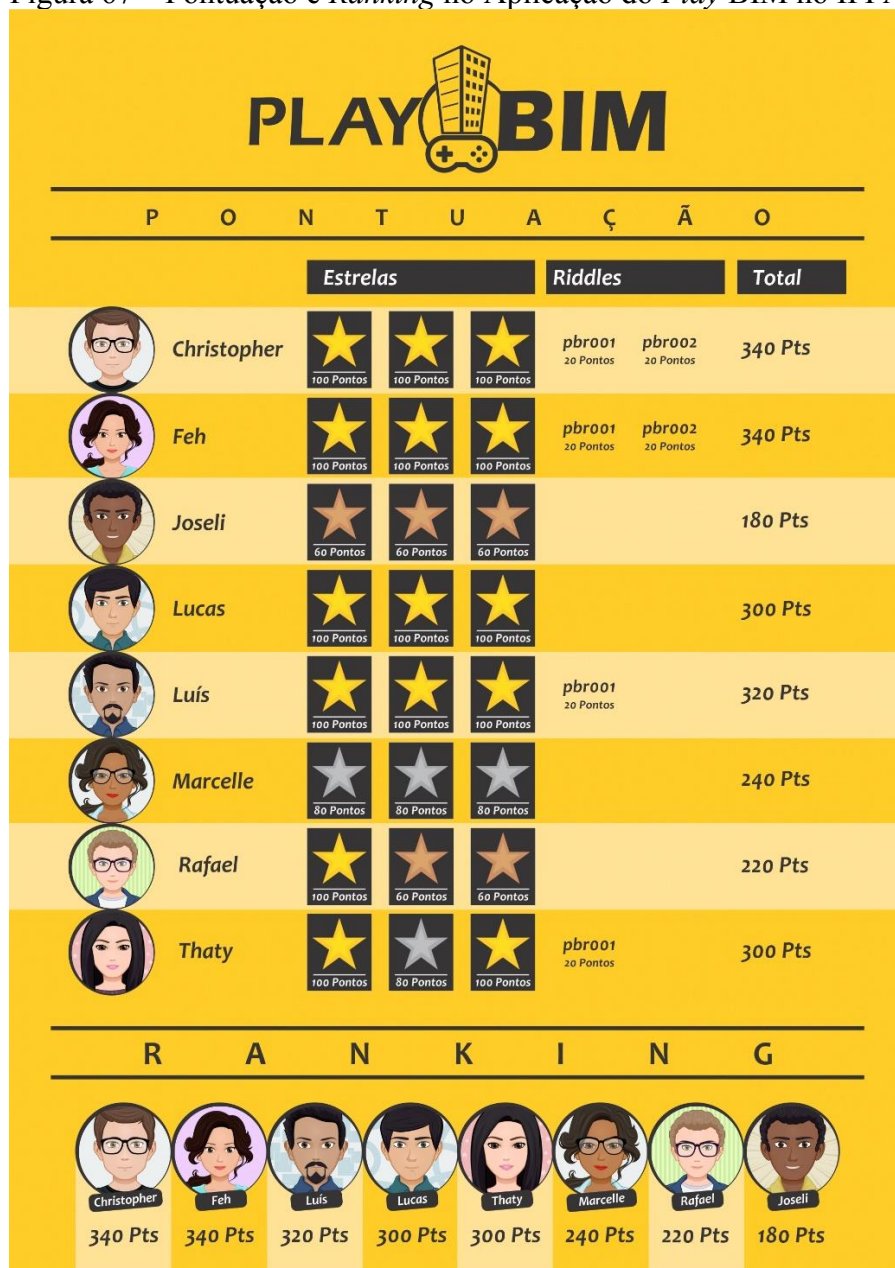
Fonte: O autor

O período para realização dos desafios foram de 3 (três) dias para as 3 (três) primeiras estrelas, com prazos de entrega de 1 (um) para conquistar a Estrela de Ouro e somar 100 (cem) pontos, 2 (dois) dias para conquistar a Estrela de Prata e somar 80 (oitenta) pontos e de 3 (três) dias para conquista a Estrela de Bronze e somar 60 (sessenta) pontos. Para as duas últimas estrela, o prazo para a Estrela de Ouro foi de 4 (quatro) dias, de 5 (cinco) dias para a Estrela de Prata e de 6 (seis) dias para a Estrela de Bronze.

As resoluções dos *Play BIM Riddles* não tinham o prazo definidos e valiam cada uma 20 (vinte) pontos.

Durante a realização do Passaporte *Play BIM* os encontros virtuais foram divididos em duas partes. A primeira parte destinada a tirar dúvidas da execução do desafio anterior e a segunda parte destinada ao lançamento do novo desafio. As atividades referentes ao desafio foram realizadas de forma assíncrona.

Para o lançamento do desafio da Quarta Estrela, foi usado o *ranking* de pontuação e os alunos/jogadores mais bem classificados tinham preferência de escolha entre desenvolver projeto hidrossanitário ou elétrico nos desafios seguintes. A divisão obedeceu a uma quantidade igual de projetistas para as duas disciplinas. A Figura 67 apresenta um exemplo de *ranking* analisado para a escolha do desafio da Quarta Estrela.

Figura 67 – Pontuação e *Ranking* no Aplicação do *Play BIM* no IFPA

Fonte: O autor

O último encontro referente ao Passaporte *Play BIM* foi dedicado a análise e solicitação de ajustes, caso necessário, nos projetos das casas populares desenvolvidas. Ainda neste encontro foram deliberadas orientações referentes a instalação do *software* de coordenação *Trimble Connect* que foi utilizado na segunda fase do *Play BIM*, através da apresentação de um tutorial.

A segunda fase dedicada ao Projeto Colaborativo BIM3C foi realizada, como prevista, em 6 (seis) encontros. Os 5 (cinco) primeiros encontros foram realizados em dias consecutivos.

No quinto dia foram formadas as duplas e foi lançado o desafio de projeto colaborativo, uma semana após, foi realizado o sexto e último encontro com a apresentação dos projetos compatibilizados e a realização das atividades de encerramento do *workshop*.

Nos encontros destinados as atividades de “Coordenação” e “Comunicação”, utilizou-se o jogo “Quebra-cabeça Virtual” e o jogo “Dinâmica de Comunicação” respectivamente, para os quais se faz uso do *software Trimble Connect* para resolução da atividade do dia, antes de ser lançada a atividade foi ministrada instrução sobre o uso do *software*. Aqui vale ressaltar que no primeiro encontro, relacionado a esta fase, foi sugerido como material de consulta o tutorial sobre o uso do *Trimble Connect* oferecido, de forma gratuita, pelo canal do Youtube Compatibilize. O tutorial, composto por 13 videoaulas com carga horária total de aproximadamente 30 minutos, é encontrado na *playlist* do canal e está disponível no endereço eletrônico:

<https://www.youtube.com/channel/UCf5Ns8pfASYL1VqvB3g3eyg>

6.4.2 - Aplicação 2 – Play BIM – PósARQ / UFSC

A segunda aplicação foi realizada na disciplina “Tópicos Especiais em Objetos de Ensino-aprendizagem para Introdução do BIM no Ensino de Projeto Arquitetônico” ofertada pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina (PósARQ / UFSC) no segundo período de 2020 (2020-2) de outubro a dezembro, com os encontros ocorrendo semanalmente.

Esta aplicação, devido a uma menor disponibilidade de datas, sofreu algumas alterações principalmente no primeiro ciclo, Passaporte *Play BIM*, com apenas 3 (três) desafios destinados a modelagem, sendo que a escolha para modelar a disciplina de elétrica ou hidrossanitária passou a ser realizada no segundo desafio.

O Quadro 21 apresenta a relação dos desafios de modelagem solicitado pelo Passaporte *Play BIM* para esta aplicação e as sugestões de recurso de auxílio indicados para a realização dos mesmos. Os alunos podiam ir em busca de outros recursos caso achassem necessário.

Quadro 21 - Desafios de Modelagem do Passaporte Play BIM para o PósARQ / UFSC

	Desafio	Sugestão de recurso de auxílio
Primeira Estrela	Executar o projeto de uma casa popular (sala, cozinha, banheiro, dois quartos).	Videoaula “Aprenda a desenhar uma casa popular no Revit” - Canal do Youtube “Gênios do CAD” - Professor Ronaldo Carreta. https://www.youtube.com/watch?v=Qr3DoRhpbU
Segunda Estrela	Realizar o curso (Grátis) ofertado pelo portal “cursosconstruir.com.br” ” Escolher um entre: - Revit MEP 2020 Básico: Projeto Elétrico de Residência Popular (04 horas) - Revit MEP 2019 Básico: Projeto Hidrossanitário de Residência Popular (06 horas)	Os cursos estão disponíveis em: https://cursosconstruir.com.br/cursos/
Terceira Estrela	Realizar o projeto referente a disciplina específica de cada aluno na casa popular desenvolvida no desafio da Primeira Estrela.	Os cursos realizados no desafio da Segunda Estrela.

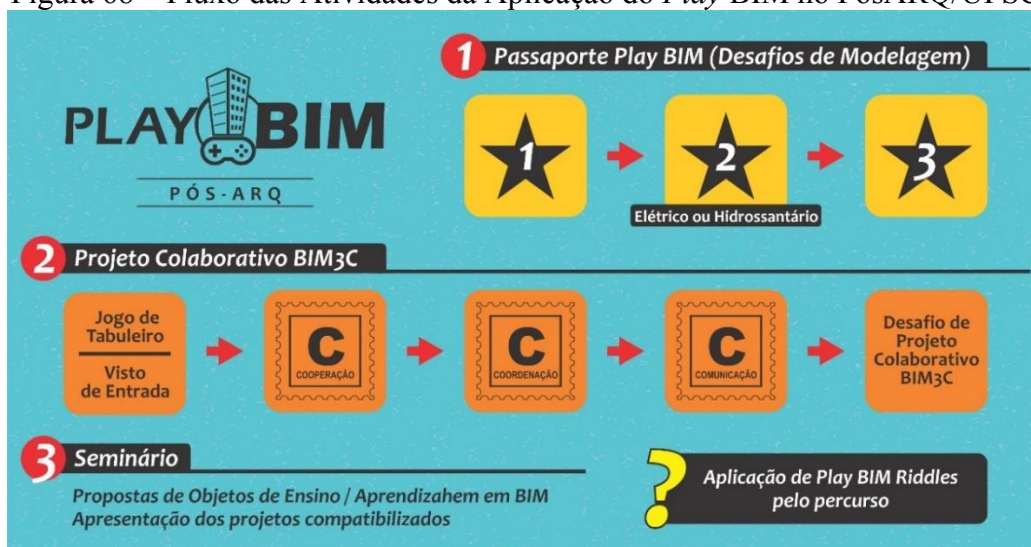
Fonte: O autor

O segundo ciclo, Projeto Colaborativo BIM3C, permaneceu praticamente inalterado, apenas no último encontro destinado a apresentação dos projetos compatibilizados, ganhou uma atividade a mais, com a apresentação de propostas de releituras ou novos objetos de ensino-aprendizagem gamificados voltados para a aplicação do BIM. Este encontro passou a ser denominado de terceiro ciclo, destinado ao seminário de apresentação das propostas.

Outro objeto de ensino-aprendizagem que sofreu uma pequena adaptação foram os Jogos *Play BIM Riddles*, que continuaram a ser aplicados durante o transcorrer dos encontros, porém passaram a ter aplicações desenvolvidas também pelos alunos, sugestão dada pelos próprios alunos. Foi então desenvolvido um tutorial com o processo de criação de *jogos Riddles*, apresentado e posteriormente disponibilizado para que eles mesmos pudessem desenvolver os seus. Este tutorial está disponível no Apêndice F desse trabalho.

A Figura 68 apresenta o gráfico com o fluxo das atividades da aplicação do *Play BIM* na disciplina do PósARQ / UFSC.

Figura 68 – Fluxo das Atividades da Aplicação do *Play BIM* no PósARQ/UFSC



Fonte: O autor

A disciplina foi realizada por 6 (seis) alunos, sendo 3 (três) alunos de mestrado e 3 (três) alunos de doutorado. Quanto a formação acadêmica dos componentes, 5 (cinco) são arquitetos e 1 (um) engenheiro civil. Outro fato relevante a relatar sobre essa equipe é que 3 (três) componentes exercem funções de professor em instituições públicas de ensino superior. A Figura 69 apresenta a Equipe *Play BIM* – PósARQ / UFSC.

Figura 69 – Equipe *Play BIM* – PósARQ / UFSC



Fonte: O autor

6.5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

A principal ideia do *Play BIM* é fazer uso de jogos e de elementos de jogos (gamificação) objetivando proporcionar motivação e engajamento aos usuários para a prática e utilização do BIM em atividades relacionadas ao processo de projeto de uma edificação.

No BIM a colaboração contínua entre as disciplinas que compõem o projeto é uma de suas premissas para o sucesso de sua implantação. Porém Succar (2009) em seu *framework* de maturidade para implementação do BIM em escritórios de projetos relata que o estágio inicial se dá através da modelagem 3D, para posteriormente passar ao estágio 2, de colaboração.

É diante deste cenário que o *Play BIM*, baseado no conceito de granularidade dos objetos de aprendizagem, propõe uma gamificação em duas fases distintas, porém complementares. A primeira, de acesso ao universo da metodologia BIM, o Passaporte *Play BIM*, destinado a desafios de modelagem em BIM e segunda destinada a colaboração, denominada de Projeto Colaborativo BIM3C.

O desenvolvimento do *Play BIM* em duas fases distintas permite o seu uso em alguns formatos diferentes. Pode ser usado com suas duas fases, modelagem 3D e colaboração ou apenas uma das fases, modelagem 3D ou colaboração conforme a necessidade de cada aplicação.

No Passaporte *Play BIM* os recursos de auxílio para resolução dos desafios propostos foram todos relacionados ao *software* de modelagem Revit, porém pode-se aumentar o leque de opções disponibilizando recursos para outros *softwares*, como por exemplo o Archicad, possibilitando ao aluno/jogador uma tomada de decisão, por qual dos *softwares* deseja seguir.

Similar aos jogos, que aumentam o grau de dificuldade a cada fase superada, no Passaporte *Play BIM* pode ser criado níveis diferentes de modelagem relacionados ao Nível de Desenvolvimento (LOD) desejado.

Os recursos de auxílio foram garimpados na internet, entretanto, com a finalidade de ganharem uma personificação maior, podem passar a ser produzidos especificamente para cada aplicação.



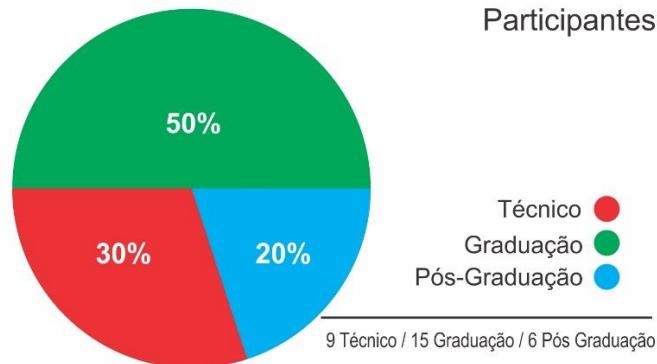
7 – RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados das aplicações do *Play BIM* no *Workshop* realizado no IFPA e na disciplina “Tópicos Especiais” do PósARQ / UFSC. Descrevendo o perfil dos participantes, os resultados quantitativos e qualitativos da utilização de cada objeto de ensino-aprendizagem e do conjunto como um todo.

7.1 - PERFIL DOS PARTICIPANTES

O *Play BIM* foi aplicado entre acadêmicos da área de AEC de diferentes níveis de formação, sendo: 15 (quinze) alunos de graduação em engenharia civil correspondendo a 50% dos participantes; 9 (nove) alunos do curso de técnico em edificações que corresponde a 30% do total; e 6 (seis) alunos do curso de pós-graduação em arquitetura e urbanismo equivalente a 20% dos participantes. Aqui vale lembrar que 3 (três) dos alunos de pós-graduação já exercem funções de docentes em instituições de ensino superior. A Figura 70 apresenta um resumo do nível de formação acadêmica dos alunos participantes do *Play BIM*.

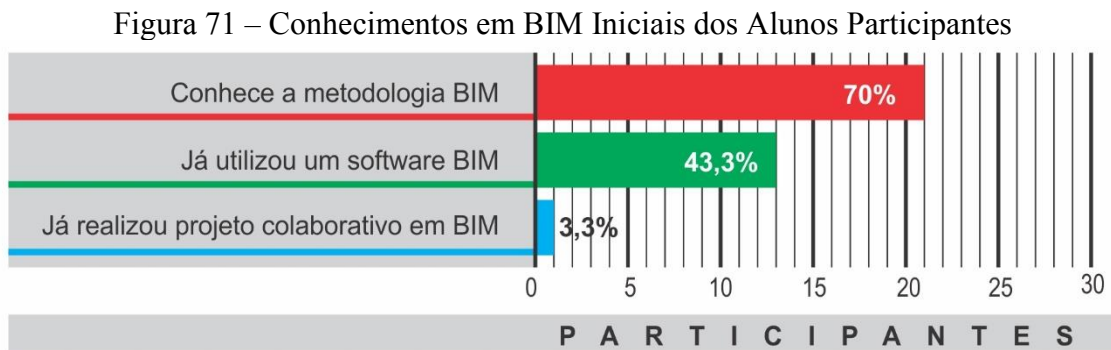
Figura 70 – Níveis da Formação Acadêmica dos Alunos Participantes do *Play BIM*



Fonte: O autor

Entre os participantes, 21 (vinte e um), equivalente a 70%, afirmaram conhecer a metodologia BIM, mas somente 13 (treze), 43,3% do total, informaram já ter utilizado algum *software* BIM e apenas 1 (um), 3,3% do total de participantes, afirmou já ter realizado projeto

colaborativo em BIM. A Figura 71 apresenta um resumo do conhecimento em BIM inicial do grupo de alunos participantes.

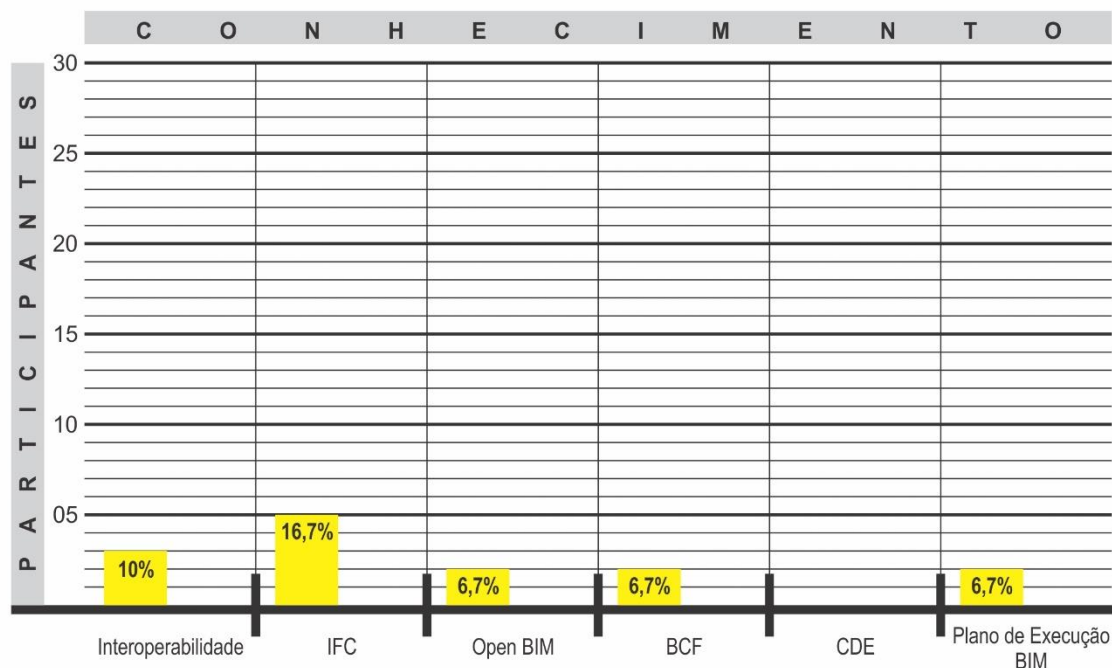


Fonte: O autor

Entre os participantes que declararam conhecer um *software* BIM, todos informaram conhecer o Revit, sendo relevante ressaltar que 7 (sete) deles fazem parte da Empresa Júnior pertencente a instituição de ensino a qual estão vinculados e haviam recém finalizado um curso do Revit *Architecture*. Porém, assim como os demais, não possuíam nenhum domínio do Revit MEP, que permite o desenvolvimento de projetos elétricos e hidrossanitários. O participante que mencionou já ter realizado projeto colaborativo em BIM, é aluno da pós-graduação e possui conhecimento também dos *softwares* ArchiCAD e do *Navisworks*.

Quanto ao conhecimento de conceitos importantes relacionados ao projeto colaborativo em BIM, tais como: Interoperabilidade, IFC, *Open* BIM, BCF, CDE e Plano de Execução BIM, os participantes apresentaram números percentuais não superiores a 16,7%, equivalente a 5 (cinco) participantes, relataram conhecimento anterior do conceito de IFC. Os demais conceitos tiveram 10% (3 (três) participantes) para Interoperabilidade, 6,7% (2 (dois) participantes) para *Open* BIM, BCF e Plano de Execução BIM. Já o termo CDE não foi citado por nenhum participante. A Figura 72 apresenta o resumo do conhecimento prévio sobre conceitos que estão relacionados com projeto colaborativo em BIM.

Figura 72 – Conhecimento de Conceitos Relacionados a Projeto Colaborativo em BIM Antes da Aplicação do *Play BIM*



Fonte: O autor

7.2 - APLICAÇÕES DO PLAY BIM

A avaliação do processo de gamificação do *Play BIM* ocorreu através da análise das respostas de um questionário, aplicado ao final do treinamento, composto por questões objetivas e discursivas referentes a cada um dos recursos de Ensino-aprendizagem utilizados. De forma a garantir uma maior liberdade para expressar suas opiniões, não havia necessidade de identificação pessoal no momento de responder o referido questionário.

Cada recurso de Ensino-aprendizagem foi avaliado de forma objetiva podendo ser classificado pelo participante como: “Péssimo”, “Ruim”, “Regular”, “Bom” ou “Excelente,” e posteriormente de forma discursiva podendo ser apontado pontos positivos e/ou negativos do mesmo. Os participantes serão identificados de P-01 a P-30.

O recurso de Ensino-aprendizagem que receber o maior percentual de “Péssimo” ou “Ruim” será considerado “Insatisfatório”. Se o maior percentual da classificação for “Regular” o recurso será considerado “Neutro”. Caso o percentual maior for “Bom” ou “Excelente” o recurso de Ensino-aprendizagem será considerado “Satisfatório.”

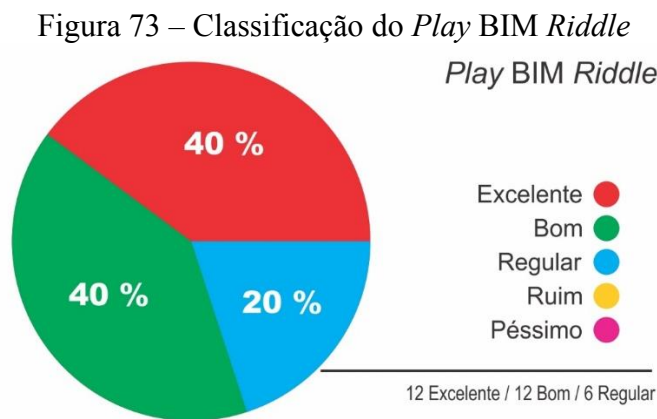
O *Play BIM* foi aplicado em duas fases distintas, a primeira dedicada a modelagem e foi denominada de Passaporte *Play BIM*, a segunda destinada a colaboração, denominada

Projeto Colaborativo BIM3C. No transcorrer dessas duas fases foram aplicados os *Play BIM Riddles*.

7.2.1 - *Play BIM Riddle*.

O *Riddle* é um jogo que objetiva desvendar enigmas através da combinação de dicas e pesquisas na internet visando desenvolver uma base teórica sobre o tema BIM.

O *Play BIM Riddle* foi classificado como “Excelente” para 40% dos participantes, equivalente a 12 (doze) pessoas; como “Bom” por 40% participantes, equivalente a 12 (doze) pessoas e como “Regular” para 20% dos participantes, equivalente a 6 (seis) pessoas. A Figura 73 apresenta um resumo da classificação do *Play BIM Riddle*.



Fonte: O autor

Como visto, os principais objetivos do *Riddle* são: fomentar a formação de uma base teórica e estimular a pesquisa entre os participantes, o que foi percebido nos relatos de P-13 que diz que “*a atividade funciona como um excelente exercício de fixação do conteúdo aplicado*”, tal consideração P-01 corrobora, dizendo que “*foi interessante pois ele estimulou a pesquisa, e procurando por uma resposta acaba achando mais informações do que somente a resposta*”. P-26 contribui relatando que “*achei interessante a experiência, se aplicado com um "prêmio" no final, acredito que possa ser uma provocação para o aluno buscar informação*”.

Porém é importante ficar atento ao nível de complexidade dos enigmas que pode confundir os participantes, como relata P-01 “*só a questão de você estar bem próxima a resposta, porém um detalhe que não muda praticamente em nada na resposta fazia ela ser inválida e não se tinha uma pista disso*”. P-30 relata também que “*os três tipos de dicas (visuais,*

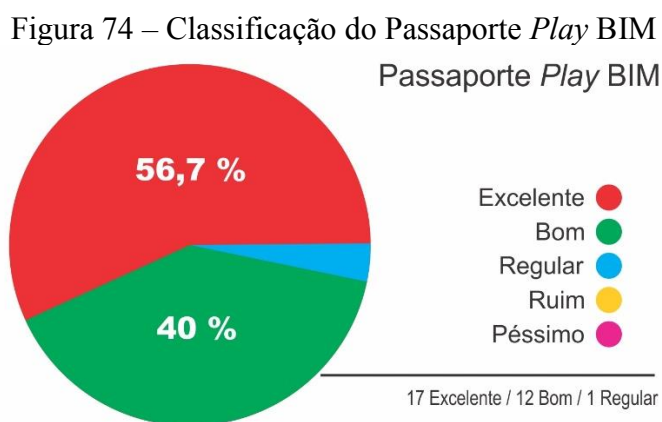
palavra-chave e teóricos) direcionam o jogador a uma pesquisa, porém, quando muito aberta ou subjetiva, se torna difícil demais e conseqüentemente cansativa para finalizar”. P-02 contribui com uma possível solução para deficiência detectada. “Poderia abranger mais opções de respostas. Ex: Resposta correta: as dimensões do BIM. Respostas possíveis: dimensões do BIM, dimensões BIM e etc”.

Durante a segunda aplicação do *Play BIM*, com alunos da disciplina do PósARQ/UFSC, a mesma deficiência foi detectada e debatida junto com os participantes, o que, foi sugerido e possibilitou aos mesmos, que produzissem os seus próprios *Riddles*, tendo tido uma resposta muito positiva entre os participantes, como relata P-27. “Foi ótimo experimentar fazer um *Riddle*. Gostei muito de responder aos dos demais colegas, pois instigou a revisar as aulas e slides e acabei gravando vários conceitos que se tivesse apenas visto na aula, podia ser que não lembrasse agora”. De modo geral (P-30) relata que “o *Riddle* é muito interessante para uma estratégia de ensino, quando se baseia em um assunto e referencial específico”.

O *Play BIM Riddle* obteve 80% de classificação “Bom” ou “Excelente” sendo considerado um recurso de ensino-aprendizagem “Satisfatório”

7.2.2 - Passaporte *Play BIM*

O Passaporte *Play BIM* foi classificado como “Excelente” para 56,7% dos participantes, equivalente a 17 (dezesete) pessoas; como “Bom” para 40% participantes, equivalente a 12 (doze) pessoas e como “Regular” para 3,3% dos participantes, equivalente a 1 (uma) pessoa. A Figura 74 apresenta um resumo da classificação do Passaporte *Play BIM*.



Fonte: O autor

Refere-se a primeira fase do *Play BIM* e visa através de desafios, iniciar ou, em alguns casos, nivelar o grupo de participantes no universo da modelagem BIM. Segundo P-30 *“as aulas para obtenção do passaporte BIM se tornam essenciais para dar início ao processo em BIM”*. Para cada desafio proposto uma série de recursos são disponibilizados como forma de auxiliar o participante a realização do mesmo. Para P-27 *“o formato de videoaula de forma clara e objetiva, somada a um manual passo a passo transformou a minha experiência em utilizar o Revit”*. Dentro desse contexto das videoaulas disponibilizadas é relevante o que P-20 relata, *“com as videoaulas de apoio, cada um aprende no seu tempo”*, o que permite que cada participante gerencie o seu estudo da forma mais adequada para si mesmo. P-30 relata que *“as videoaulas são completas até onde pretendem. Ora muito longas (projeto arquitetônico), ou separadas por assuntos (hidro e elétrico) são pouco dinâmicas, mas muito bem explicadas. Ambas cumprem o que prometem, instigando a curiosidade do usuário de procurar e praticar mais o uso da ferramenta para desenvolver suas diversas funções”*.

Existem prazos distintos para a entrega destes desafios e cada um desses prazos gera uma bonificação de estrelas, que podem ser de ouro, prata ou bronze, e uma pontuação. Para p-16 *“o modelo de jogos com desafios e uso de estrelas como forma de recompensa aumenta a produtividade, já que ficamos mais motivados a cumprir as missões”*. O acúmulo dessa pontuação permite gerar um *ranking* que é utilizado, em momentos oportunos, para algumas tomadas de decisões. Quanto ao assunto P-02 relata que *“a forma como foi repassado o ensino foi muito criativa e funciona bem, ativa a competitividade dentro de nós e nos faz aprender”*.

A proposta do Passaporte *Play BIM*, além de ser uma introdução ao mundo BIM através da modelagem 3D, é permitir que o participante pratique o desenvolvimento de um projeto completo, mesmo que a nível básico de modelagem, como foi observado no relato de P-30 *“mas é na hora da modelagem de um projeto, sem se basear em outro, que o conhecimento se faz valer. O desafio de criar um projeto do início e seus complementares são o grande trunfo para aprendizado da ferramenta, uma vez que o conhecimento só vem com a prática”*. P-10 corrobora com o assunto relatando que *“como foram projetos básicos, foi possível que todos pudessem acompanhar e realizar os projetos de modelagem sem muitas dificuldades, com isso, facilitou muito o processo de Ensino-aprendizagem”*.

O principal ponto negativo relatado pelos participantes foi quanto ao tempo de execução de algumas tarefas, conforme os relatos de P-18 *“Ponto negativo, no desafio de instalações eu*

achei pouco tempo pra execução”, e de P-02 “o único ponto negativo que eu tive foi quanto a prazos que nas últimas rodadas eu achei pequeno, mas que foi até resolvido com o professor”.

O Passaporte *Play* BIM obteve 96,7% de classificação “Bom” ou “Excelente” sendo considerado um recurso de Ensino-aprendizagem “Satisfatório”

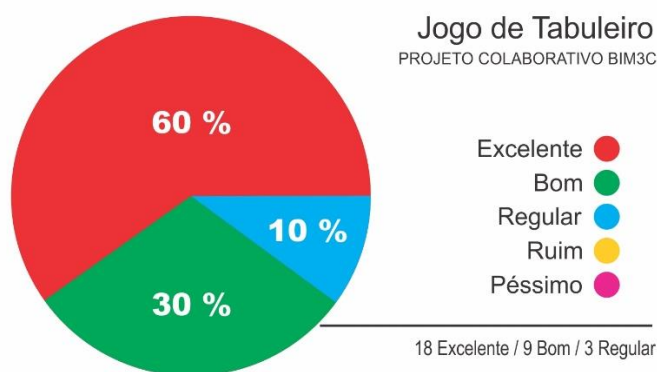
7.2.3 - Projeto Colaborativo BIM3C

Representa a segunda fase da aplicação do *Play* BIM e consta da utilização de 4 (quatro) objetos de Ensino-aprendizagem que foram desenvolvidos baseados no Modelo de Colaboração BIM3C, com recursos ligados a cooperação, coordenação e comunicação, que são: (1) Jogo de Tabuleiro Projeto Colaborativo BIM3C; (2) Definição, instalação e configuração de um CDE como espaço de cooperação; (3) o domínio de um *software* de coordenação em BIM e (4) uma dinâmica de comunicação. A fase finaliza com um desafio de projeto colaborativo em BIM.

7.2.3.1 - Jogo de Tabuleiro: Projeto Colaborativo BIM3C

O Jogo de Tabuleiro Projeto Colaborativo BIM3C foi classificado como “Excelente” para 60% dos participantes, equivalente a 18 (dezoito) pessoas; como “Bom” por 30% participantes, equivalente 9 (nove) pessoas e como “Regular” para 10% dos participantes, equivalente 3 (três) pessoas. A Figura 75 apresenta um resumo da classificação do Jogo de Tabuleiro Projeto Colaborativo BIM3C.

Figura 75 – Classificação do Jogo de Tabuleiro Projeto Colaborativo BIM3C



Fonte: O autor

De modo geral, o jogo teve uma boa aceitação dos participantes e serviu como fase introdutória para o entendimento do processo de projeto em BIM, onde P-30 relata que *“a dinâmica do jogo relaciona o processo de um projeto de colaboração, onde existe um coordenador que cria demandas para os atores do projeto”*.

É uma proposta lúdica de demonstrar como se dá o fluxo de trabalho para o desenvolvimento de projeto em BIM e o processo de compatibilização entre os projetos, como é percebido no relato de P-14 *“o jogo é muito divertido e ajudou bastante a entender como funciona essa interação entre projetistas para a compatibilização de projetos em BIM”*. P-17 corrobora dizendo *“muito legal! Porque mostra como acontece o processo de compatibilização entre os projetos de uma forma interativa e divertida”*. Para P-25 *“jogo super interativo e de fácil entendimento, ilustra perfeitamente as etapas de um processo de compatibilização”*.

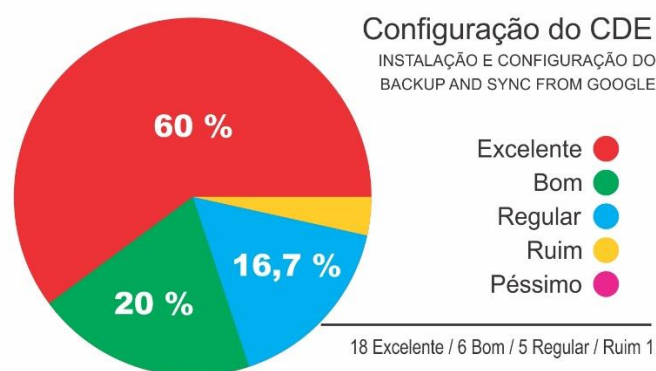
A versão virtual do Jogo de Tabuleiro tira um pouco da dinâmica da sua aplicação em comparação com o tabuleiro físico, este fato é constatado no relato de P-30 que diz que *“o único ponto negativo, é a ferramenta online em que o jogo está acontecendo, minha expectativa, é a jogabilidade em tabuleiro de forma presencial”* que corrobora com a fala de P-27 *“gostei da dinâmica na sala, mas confesso que prefiro jogo de tabuleiro físico e fiquei imaginando a gente jogando sem estar em pandemia e podendo jogar “ao vivo””*.

O Jogo de Tabuleiro: Projeto Colaborativo BIM3C obteve 90% de classificação “Bom” ou “Excelente” sendo considerado um recurso de ensino-aprendizagem “Satisfatório”.

7.2.3.2 - Configuração do CDE

O Tutorial de Instalação e Configuração do CDE foi classificado como “Excelente” para 60% dos participantes, equivalente a 18 (dezoito) pessoas; como “Bom” por 20% participantes, equivalente 6 (seis) pessoas, como “Regular” para 16,7% dos participantes, equivalente 5 (cinco) pessoas e como “Ruim” para 3,3% dos participantes, equivalente a 1 (uma) pessoa. A Figura 76 apresenta um resumo da classificação da Configuração do CDE.

Figura 76 – Classificação da Configuração do CDE



Fonte: O autor

Este recurso apresenta um tutorial que auxilia o processo de instalação e configuração do aplicativo *Backup and Sync from Google*, que permite espelhar o espaço na nuvem do *Google Drive*, facilitando o processo de *download* e *upload* de arquivos e pastas e é utilizado como um CDE neste trabalho.

Alguns participantes relataram sobre a importância do procedimento. Para P-06. “*um pouco complexo no início, mas muito importante para a compatibilização e troca de informações*”, P-23 corrobora dizendo que “*com o Google Drive instalado no computador facilita o processo de download e upload de arquivos*”. Para P-10 a configuração do *Google Drive* é “*muito bom, facilita bastante na transferência de arquivos entre a equipe*”.

Outros participantes relataram sobre o auxílio que o tutorial deu a tarefa, mesmo se tratando de uma tarefa que consome uma boa parcela de tempo. Para P-22 “*o passo a passo é bom, porém a tarefa em si pode se tornar muito demorada*”, o que P-19 relata então, “*o processo foi demorado, mas o tutorial ajudou na instalação*”. Para P-17 “*o tutorial cumpre a função dele de orientar a instalação e configuração do programa, porém a sincronização da pasta pode se tornar uma coisa demorada, o ideal talvez fosse criar uma conta gmail nova*”.

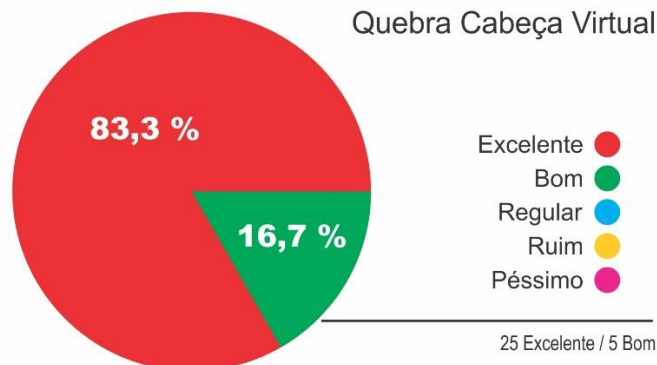
O Tutorial de Configuração do CDE obteve 80% de classificação “Bom” ou “Excelente” sendo considerado um recurso de ensino-aprendizagem “Satisfatório”.

7.2.3.3 – Quebra-Cabeça Virtual

O Quebra-cabeça Virtual foi classificado como “Excelente” para 83,3% dos participantes, equivalente a 25 (vinte e cinco) pessoas e como “Bom” por 16,7% participantes,

equivalente 5 (cinco) pessoas. A Figura 77 apresenta um resumo da classificação do Quebra-Cabeça Virtual.

Figura 77 – Classificação do Quebra-Cabeça Virtual



Fonte: O autor

Para P-19 o Quebra-cabeça Virtual é um jogo “ *muito prático e dinâmico, acho que foi o melhor desafio*”, composto por 20 arquivos IFC, salvos de forma aleatória, referente a 5 projetos de casas populares composto de modelo de arquitetura, estrutura, elétrico e hidrossanitário. Os participantes têm como missão compor os 5 modelos federados que representam os 5 projetos, justamente o ponto comentado por P-22, “ *muito legal porque permite gerar os modelos federados. O processo de resolução do quebra-cabeça ajudou a conhecer mais o Trimble também*”.

Na fala anterior P-22 relata também sobre o principal objetivo pedagógico do jogo, o domínio dos comandos do *software* de coordenação BIM *Trimble Connect*, ponto também relatado por P-18 “*uma atividade que permite praticar o software com muita intensidade*”. A prática do *Trimble Connect* também esteve presente no relato de P-27 que inclui ainda em seu comentário a sua motivação para concluir a tarefa. “*Fiquei muito entusiasmada com o tempo que tínhamos em sala para montar e queria logo terminar. Vi que dessa forma acabei aplicando o que aprendemos sobre o Trimble de forma rápida*”.

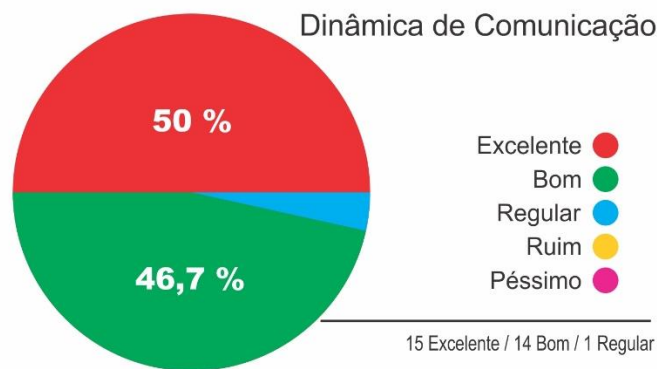
De modo geral o jogo teve uma grande aceitação e é percebida pelo relato de P-25 “*muito inteligente a abordagem! Jogo instigante e bem elaborado!*”.

O Quebra Cabeça Virtual obteve 100% de classificação “Bom” ou “Excelente” sendo considerado um recurso de ensino-aprendizagem “Satisfatório”.

7.2.3.4 - Dinâmica de Comunicação

A Dinâmica de Comunicação foi classificada como “Excelente” para 50% dos participantes, equivalente a 15 (quinze) pessoas; como “Bom” para 46,7% participantes, equivalente a 14 (catorze) pessoas e como “Regular” para 3,3% dos participantes, equivalente a 1 (uma) pessoa. A Figura 78 apresenta um resumo da classificação da Dinâmica de Comunicação.

Figura 78 – Classificação da Dinâmica de Comunicação



Fonte: O autor

Esta dinâmica apresenta o processo de detecção de conflitos (*Clash Detections*), criação de tarefas e a comunicação através de arquivo BCF, como foi relatado por P-20 “*boa dinâmica, simula o processo de resolução de conflitos através da criação de tarefas em BCF*”. Apresenta ainda o fluxo de informações entre os membros de uma equipe de projeto em BIM como relata P-10 “*facilita a comunicação entre a equipe e tem uma visão transparente de como está o andamento do projeto*”.

Apesar de ser uma atividade pouco dinâmica, possui a vantagem de simular a troca de informações, inclusive com seus momentos de sincronismo e espera entre os projetistas, como relata P-24, “*não é muito dinâmica devido a necessidade de esperar a sincronização da resolução das tarefas por parte dos outros participantes, mas demonstra muito bem como acontece na realidade a troca de mensagens entre os projetistas*”. P-19 corrobora dizendo que é “*a dinâmica mais complexa, porém, muito boa para apresentar o fluxo da informação das tarefas entre os projetistas*”.

A Dinâmica de Comunicação obteve 96,7% de classificação “Bom” ou “Excelente” sendo considerado um recurso de ensino-aprendizagem “Satisfatório”.

7.2.3.5 - Desafio de Projeto Colaborativo em BIM

Após os participantes terem realizado as tarefas de configuração de um CDE (espaço para cooperação), treinamento de um *software* de coordenação BIM, através da realização do Quebra-Cabeça Virtual e a Dinâmica de Comunicação, receberam o “Visto de Entrada em Projeto Colaborativo em BIM3C” e foram divididos em duplas para realizarem a disciplina que faltava, um no projeto do outro. As duplas foram formadas obrigatoriamente por participantes que executaram projetos de disciplinas diferentes, elétrico ou hidrossanitário, na fase de desafios de projeto do Passaporte *Play* BIM.

As Figuras 79 e 80 apresentam projetos que foram realizados de forma colaborativa no *workshop* com alunos do IFPA e UNIFESSPA e na disciplina do PósARQ/UFSC respectivamente.

Figura 79 – Projeto Colaborativo Realizado no *Workshop* no IFPA

The screenshot displays the Trimble Connect interface. The top part shows a 3D BIM model of a building with a green translucent volume. The right sidebar contains a 'TAREFAS' (Tasks) list with columns for 'Autor', 'Nomeado', 'Data...', 'Sta...', and 'P...'. The bottom part of the image shows the 'Membros do projeto' (Project Members) section, which includes a table of project members.

Grupos		Todos os membros do projeto				
Nome	Empregador	Função	Status	Último Acesso		
Beto Macedo betocm12@gmail.com	rcma05	User	Active	Jul 05 2021, 11:43 PM		
[Redacted]	[Redacted]	Admin	Active	Aug 26 2020, 05:34 PM		
[Redacted]	..	Admin	Active	Aug 25 2020, 11:56 AM		

Fonte: O autor

Figura 80 – Projeto Colaborativo Realizado na Disciplina do PósARQ / UFSC

The image displays the Trimble Connect software interface. The top portion shows a 3D BIM model of a building structure with yellow and blue elements. The bottom portion shows the 'Membros do projeto' (Project Members) table, which lists the project members and their details.

Grupos	Todos os membros do projeto				
	Nome	Empregador	Função	Status	Último Acesso
Todos os membros do proj... 4 Usuários	Beto Macedo bestocm12@gmail.com	rcma05	User	Active	Jul 06 2021, 12:17 AM
GRUPOS PERSONALIZADOS Nenhum grupo encontrado	Alice T. Cybis Pereira acybis@gmail.com	--	User	Active	Dec 15 2020, 01:10 PM
	[Redacted]	--	Admin	Active	Dec 15 2020, 12:02 PM
	[Redacted]	--	User	Active	Dec 15 2020, 11:16 AM

Fonte: O autor

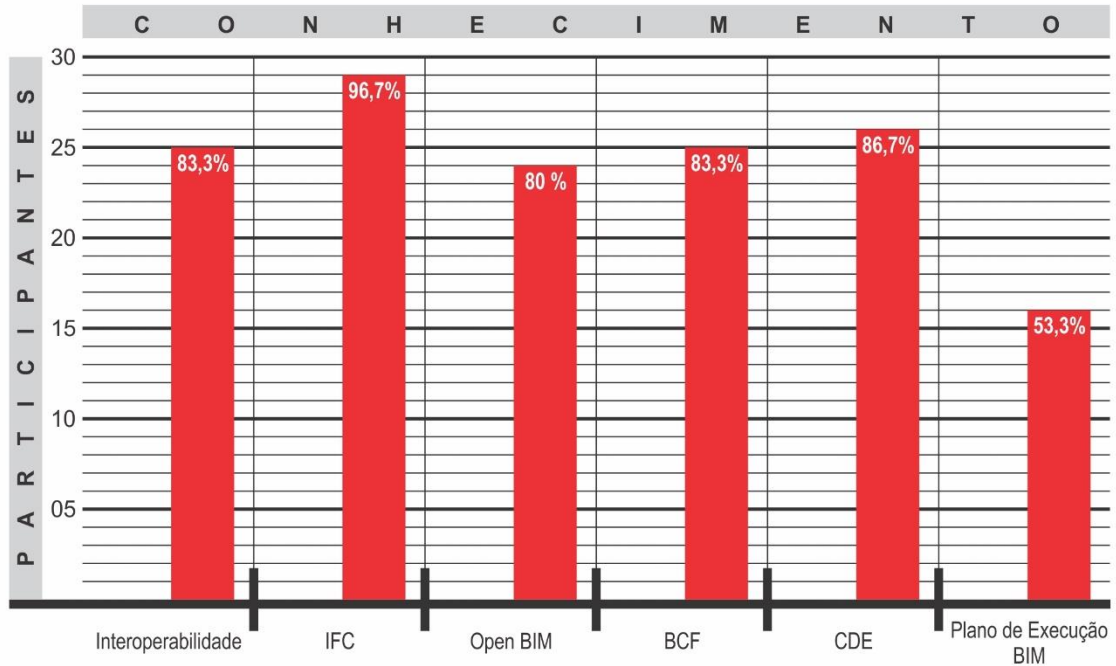
7.3 - PLAY BIM

O *Play BIM* tem por finalidade fazer uso de jogos e dos elementos dos jogos, através da gamificação, para motivar e engajar pessoas em um processo BIM, seja ele profissional ou acadêmico. Nesta aplicação, o principal objetivo foi introduzir e capacitar acadêmicos de cursos relacionados ao setor da AEC a realizarem projetos colaborativos em BIM.

Após a realização do treinamento, além da realização dos projetos, teve um aumento considerável do conhecimento dos conceitos relacionados a projeto colaborativos em BIM mensurados antes da aplicação do *Play BIM*. O conhecimento dos conceitos teve na sua maioria percentuais igual ou superior a 80% (24 (vinte e quatro) participantes), como é o caso do termo *Open BIM* com 80% (24 (vinte e quatro) participantes), Interoperabilidade e BCF com 83,3% (25 (vinte e cinco) participantes), CDE com 86,7% (26 (vinte e seis) participantes) e o IFC com o maior percentual de conhecimento, que ficou com 96,7% (29 (vinte e nove) participantes). O

termo Plano de Execução BIM obteve o menor índice percentual, apenas 53,3% (16 (dezesseis) participantes). A Figura 81 apresenta um quadro resumo do conhecimento dos conceitos após a aplicação do *Play BIM*.

Figura 81 – Conhecimento de Conceito Relacionados a Projeto Colaborativo em BIM Depois da Aplicação do *Play BIM*

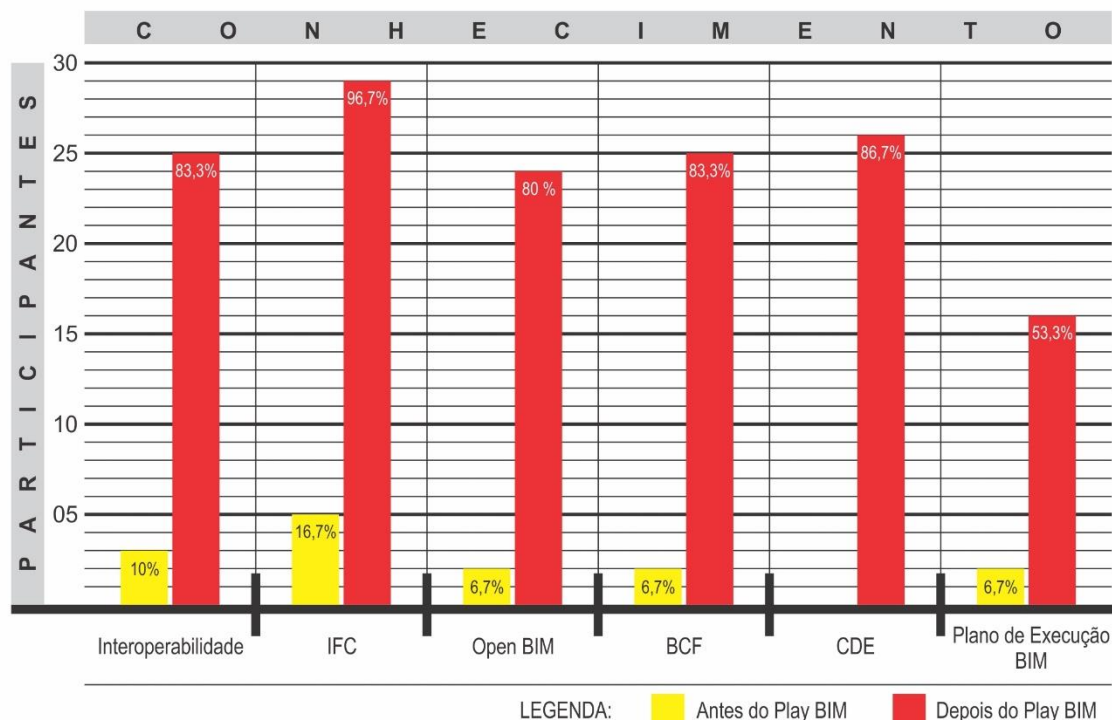


Fonte: O autor

O conceito que teve o maior percentual de crescimento de conhecimento entre os participantes, levando-se em consideração a quantidade de participantes que conhecia antes e depois da aplicação do *Play BIM* foi o conceito de CDE com um acréscimo de 86,7%, equivalente a 26 (vinte e seis) participantes. Antes da aplicação nenhum participante conhecia o conceito, após a realização do *Play BIM* 26 (vinte e seis) participantes conheciam o conceito.

O conceito que teve menor crescimento de conhecimento entre os participantes foi o Plano de Execução BIM que partiu de 2 (dois) participantes para 16 (dezesseis) participantes, um acréscimo de 14 (catorze) participantes, equivalente a 46,7% de crescimento. A Figura 82 mostra o conhecimento dos conceitos dos termos mais importantes referentes ao projeto colaborativo em BIM antes e depois da aplicação do *Play BIM*.

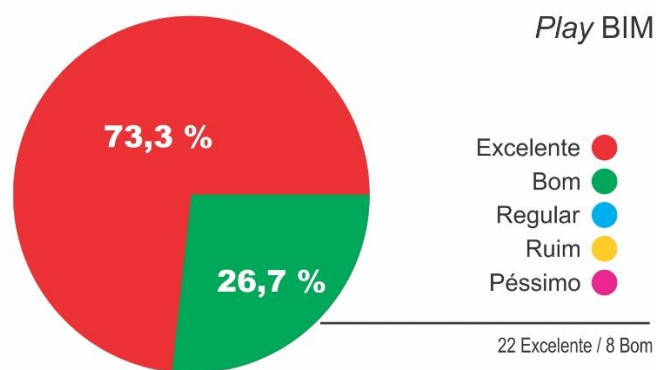
Figura 82 – Conhecimento de Conceito Relacionados a Projeto Colaborativo em BIM Antes e Depois da Aplicação do *Play BIM*



Fonte: O autor

O *Play BIM* foi classificado como “Excelente” para 73,3% dos participantes, equivalente a 22 (vinte e duas) pessoas e como “Bom” por 26,7% participantes, equivalente a 8 (oito) pessoas. A Figura 83 apresenta um resumo da classificação do *Play BIM*.

Figura 83 – Classificação do *Play BIM*



Fonte: O autor

O uso de novas tecnologias na educação vem crescendo a cada ano, neste sentido é relevante o que relata P-12 sobre o *Play BIM*: “Acredito que foi uma excelente oportunidade, a qual nos faz perceber que o aprendizado pode ser estabelecido com didáticas de jogos e até

mesmo explorando as novas tecnologias as quais estamos sujeitos no dia a dia". P-09 corrobora o assunto dizendo que foi *"uma proposta bastante interessante dentro do processo de aprendizagem, pouco explorado dentro das universidades, tornando assim um acréscimo extremamente relevante para o estudante"*. Para P-21 *"no contexto geral, o uso de jogos é uma boa proposta de didática"*.

O uso de jogos ou de elementos de jogos na educação ou na formação profissional através dos *serious games* e/ou gamificação, como no caso do *Play BIM* vem ganhando cada vez mais espaço no universo acadêmico devido a sua grande capacidade de envolvimento dos alunos nas tarefas, causando motivação e engajamento. Segundo P-18 participar do *Play BIM* foi *"muito bom porque provoca a participação dos alunos"*, o que P-17 corrobora dizendo, *"excelente a proposta de utilizar os desafios e os jogos pra incentivar os alunos a executarem as tarefas"*. Ainda neste sentido de motivar os alunos a desenvolverem as tarefas P-25 relata que *"adorei a dinâmica! Me senti guiada e motivada em todo o processo da disciplina"*.

Para P-27 *"é bacana a forma que competimos nas primeiras semanas e ao mesmo tempo que aprendíamos o conteúdo, pelo menos eu que não conhecia as ferramentas"*. Competição e cooperação são dois elementos de jogos que foram focados com bastante ênfase no *Play BIM*. A competição como ponto de partida para o envolvimento dos alunos e cooperação como foco principal da segunda fase do *Play BIM* dedicada a projeto colaborativo e que foi observado pelo relato de P-30 *"o processo de aprendizagem de início ao fim é muito bem pensado, suas etapas são complementares e chegam a um objetivo de resultado que é um projeto compatibilizado"*.

Neste sentido, as características de competição e cooperação do *Play BIM* também trouxeram indagações pertinentes que podem ser observadas para momentos futuros, conforme o relato de P-20 *"a primeira parte tem mais cara de jogo, de competição, a segunda fase perde um pouco dessa característica"*. Mesmo que a segunda fase tenha sido realizada, intencionalmente, mais cooperativa, vale observar o relato de P-24 *"a proposta é muito boa, mas a fase dois não segue a mesma linha de desafios da primeira, pode ser um ponto a ser melhorado"*, assim como a sugestão de P-30 *"falta uma linha de chegada com pódio e premiação pela maior pontuação, ou benefícios a serem adquiridos com sua pontuação durante o processo"*.

Em linhas gerais o principal objetivo do *Play BIM* está muito bem expresso pelo relato de P-28. *"Ele permite acessar o BIM de uma forma lúdica e divertida, fazendo-nos participar,*

pensar e nos desafiar de forma inequívoca. A experiência foi bem positiva e acendeu em mim a vontade de estudar e pesquisar mais sobre gamificação e suas possibilidades tanto academicamente, como profissionalmente”.

Ao final do treinamento o *Play BIM* foi recomendado por 100% dos participantes, equivalente a 30 (trinta) pessoas. A Figura 84 apresenta um resumo da classificação do *Play BIM*.



Fonte: O autor

A seguir, o relato final de alguns participantes referentes a recomendação do *Play BIM*.

(P-06) *Foi um ótimo jogo! Apreendi muito e me diverti muito. Recomendo à toda comunidade acadêmica relacionada à modelagem e ao sistema BIM.*

(P-14) *Recomendaria para qualquer um que queira ingressar nesse novo universo, o programa oferece teoria e prática e te auxilia no aprendizado básico. Muito bom...*

(P-17) *Parabéns pela proposta de usar jogos para ensinar. O Play BIM foi uma excelente experiência pra mim.*

(P-20) *Parabéns professor, pela metodologia utilizada, os desafios estimulam a gente a desenvolver as tarefas.*

(P-24) *Eu recomendo o Play BIM sim, tenho certeza de que a cada versão o jogo irá ficar melhor.*

(P-25) *Muito bacana a dinâmica da disciplina como um todo! Gostei de perceber a minha evolução de conhecimento e me senti motivada a entregar cada vez mais.*

(P-26) *Ótima experiência! Certamente aplicaria (e possivelmente vou aplicar) alguns desafios em minhas aulas depois da disciplina. Considero apenas importante tentar abrir a possibilidade de modelagem em outros softwares além do Revit.*

(P-27) *Gostei muito de participar do Play BIM e poder contribuir pra tua pesquisa! É bacana ver a evolução do teu trabalho e quanto aprendemos mutuamente em sala.*

(P-28) *Deixou a disciplina bem dinâmica, gostei muito!*

(P-30) *O processo foi de grande valia e aprendizado de várias ferramentas e métodos de ensino, mesmo para mim que tenho conhecimento das ferramentas BIM. Agradeço o empenho nas dinâmicas que foram todas muito bem trabalhadas e sempre com um bom resultado de aprendizagem.*

(P-23) *Parabéns! Eu já estou esperando a segunda versão do Play BIM com novos desafios.*

(P-11) *Game muito bom! Desejo que tudo ocorra bem e o game possa ser aprovado e mais vezes executado, vale a pena.*

(P-21) *Parabéns! O Play BIM é uma proposta muito boa, espero que seja aprovada!*

7.4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

De modo geral a aplicação do *Play BIM* obteve resultado “satisfatório”, todos os seus recursos (objetos) de ensino-aprendizagem obtiveram essa classificação em seus resultados de avaliação. O Quadro 22 apresenta as porcentagens e o resultado “satisfatório” de todos os objetos de Ensino-aprendizagem utilizados no *Play BIM*

Quadro 22 - Porcentagem de Classificação dos Objetos de Ensino-Aprendizagem Utilizados no *Play BIM*

Objeto (Recurso) de Ensino-aprendizagem	% Bom	% Excelente	% Total	Resultado
<i>Play BIM Riddle</i>	40	40	80	Satisfatório
Passaporte <i>Play BIM</i>	40	56,7	96,7	Satisfatório
Jogo de Tabuleiro – Projeto Colaborativo BIM3C	30	60	90	Satisfatório
Tutorial de Configuração do Google <i>Drive</i>	20	60	80	Satisfatório
Quebra-cabeça Virtual	16,7	83,3	100	Satisfatório
Dinâmica de Comunicação	46,7	50	96,7	Satisfatório

Fonte: O autor

A aplicação do *Play BIM* com alunos de níveis diferentes de formação acadêmica - técnico, graduação e pós-graduação - permitiu ampliar a visão sobre o tema para pontos de vista com mais ou menos experiência tanto acadêmica, como profissional, quando mencionamos os alunos de pós-graduação. A presença de três alunos que também desempenham funções de

docência trouxe também enriquecimento nas considerações deste, pois eles conseguiam mesclar em seus depoimentos as visões de aluno e de professor sobre o tema.

O jogo *Riddle* constitui uma boa ferramenta para estimular o desenvolvimento de uma base teórica sobre determinado assunto, porém deve ser observada a evolução gradual de dificuldade de seus enigmas para que o engajamento seja maior e os resultados sejam mais satisfatórios. A proposta adotada na segunda aplicação do *Play BIM Riddle*, com os alunos da disciplina do PósARQ da UFSC, onde eles desenvolveram os seus *Riddles* e responderam os dos demais colegas, também obteve o resultado esperado com a introdução do *Riddle*, de garantir um aprofundamento teórico sobre o tema pois os alunos, para desenvolverem os seus, pesquisavam maneiras de abordar o assunto e isso ajudou na fixação dos conceitos.

A utilização de jogos (*serious games*) e dos elementos de jogos (gamificação) conseguiu gerar um considerável grau de envolvimento dos participantes no desenvolvimento das tarefas, evidenciando duas das principais características no uso desses tipos de recursos na educação: a motivação e o engajamento para a resolução das atividades.

Durante a reavaliação do desafio de projeto colaborativo, no qual os participantes deveriam disponibilizar arquivos em IFC da disciplina que estavam responsáveis para compatibilização de seus projetos, foi observado alguns comportamentos que dificultavam o processo colaborativo entre os participantes como por exemplo, a falta de uma padronização na nomenclatura dos arquivos disponibilizados para a compatibilização. Um outro ponto que ficou evidenciado com a conclusão das atividades foi o fato de que o conceito de Plano de Execução BIM teve o menor índice percentual de reconhecimento entre os conceitos abordados pelo estudo, apenas 53,3%, equivalente a 16 (dezesesseis) participantes, contrapondo-se aos demais conceitos que tiveram percentuais de 80% ou mais.

Esses fatos sugerem que o processo colaborativo não depende exclusivamente do domínio de ferramentas tecnológicas que permitem a colaboração, existem outros fatores que influenciam diretamente para que haja uma colaboração mais efetiva e completa entre os participantes de uma equipe de projeto em BIM.



8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as considerações finais relacionadas ao cumprimento dos objetivos da pesquisa, proposta de futuras aplicações para o *Play BIM* e sugestão de novos estudos.

O uso das TIC nas mais variadas áreas de conhecimento humano tem influenciado de maneira considerável a forma de trabalhar e vem permitindo que grupos de pessoas executem tarefas em conjunto, estando elas no mesmo espaço e tempo ou não. Os sistemas colaborativos são o suporte tecnológico necessário para que a colaboração ocorra de forma eficiente. Entre os métodos utilizados para tal está o Modelo de Colaboração 3C, onde a colaboração ocorre através da combinação do uso de ferramentas de comunicação, coordenação e cooperação.

No BIM, que faz uso das TIC na AEC, uma equipe de projetistas desenvolve um projeto de forma conjunta e tem entre suas premissas fundamentais: a colaboração, entretanto, ao mesmo tempo, traz consigo um dos grandes desafios, que é a necessidade de adaptação dos projetistas para essa nova realidade - mais colaborativa - solicitada pelo BIM. Desta similaridade entre o desenvolvimento de projeto em BIM e os sistemas colaborativos nasce o Modelo de Colaboração BIM3C, através da correlação entre o referencial teórico do Modelo de Colaboração 3C, com o do BIM e a análise de entrevistas com profissionais da área de AEC que utilizam o processo de projeto em BIM.

8.1 – O CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS DA PESQUISA

Ao iniciar pelos objetivos específicos, a análise do processo colaborativo da informação de projeto BIM, em âmbito profissional entre agentes do setor de AEC, que contribuiu de forma considerável para o desenvolvimento do modelo mostrou, entre os entrevistados, que houve uma predominância do uso de *softwares* da *Autodesk*, Revit para a modelagem e o *Navisworks* para a análise e coordenação do projeto. No relato de dois dos entrevistados a migração do AutoCAD para BIM ocorreu com *softwares* da mesma empresa por acharem que se tornaria mais amigável o processo, porém um deles passou a intercalar o uso do Revit com o Archicad

para a modelagem, segundo o mesmo, a escolha depende das características de cada projeto. O Archicad é usado, de forma exclusiva como *software* de modelagem, por um outro entrevistado, que o usa em combinação com *softwares* de outras empresas, onde pode se destacar o Tekla BIM *Sight* como *software* de coordenação de projeto.

Avaliando as ferramentas de colaboração presentes nos *softwares* BIM, outro objetivo específico deste trabalho, em todos os casos, entre os entrevistados, a interação entre os modelos desenvolvidos por cada disciplina (modelo de autoria), que permite que o processo colaborativo ocorra, é realizado através do uso de arquivo IFC para a composição do modelo de coordenação (modelo federado). Através deste, gera-se os procedimentos para a compatibilização entre as disciplinas do projeto por intermédio da detecção de conflitos (*Clash Detection*) entre elas e a criação de tarefas em arquivos BCF para solucioná-los. O armazenamento e disponibilização desses arquivos, no que pode ser denominado de CDE, acontece em alguns casos em uma rede interna de computadores ou através de um espaço na nuvem. Estes fatos corroboraram também na identificação de fluxos, papéis e tecnologias dentro dos processos colaborativos estudados para desenvolvimento do modelo, outro objetivo estipulado.

Desta forma a camada de tecnologia do Modelo de Colaboração BIM3C, que deu origem aos objetos de ensino-aprendizagem desenvolvidos, ficou assim constituída com as ferramentas de coordenação, cooperação e comunicação. A percepção do projeto colaborativo em BIM se dá através de um modelo federado, produzido em um *software* de coordenação de projetos em BIM (coordenação) através de contribuição dos modelos de autoria de cada disciplina, que estão disponibilizados em um CDE em formato IFC (cooperação) e que se comunicam para resolver conflitos entre as disciplinas através de arquivos BCF (comunicação).

No tocante a esta pesquisa a escolha pelo Revit, se deu pela possibilidade de modelagem de várias disciplinas com o pacote do *software* nas suas versões *Architecture* (arquitetura), *Structure* (estrutura) e MEP (instalação elétrica e hidrossanitária) e a disponibilidade de uma versão acadêmica de forma gratuita.

Para o processo de coordenação do projeto foi utilizado a versão gratuita do *Trimble Connect*, com o objetivo de garantir o *Open BIM*, a abordagem universal para colaboração em BIM que faz uso de padrão e fluxo de trabalho aberto através de arquivo IFC. O *Trimble Connect*, é a evolução do Tekla BIM *Sight*, *software* que foi mencionado entre os entrevistados e o qual foi utilizado, pelo autor desta pesquisa, no curso de Coordenação e Compatibilização de Projetos em BIM. Ele possui uma interface gráfica amigável de fácil assimilação e utilização, possibilitando a coordenação do projeto através do processo de compatibilização.

Para o desenvolvimento dos experimentos pautados no modelo e nos conceitos de *serious games* e gamificação é relevante observar que o BIM3C é formado pela combinação de ferramentas de três tipos, cooperação, coordenação e comunicação, como é percebido na descrição. Este fato contribuiu para que, no processo de desenvolvimento dos objetos de ensino-aprendizagem que foram usados para ensinar projeto colaborativo em BIM, fosse utilizada a característica de granularidade dos OA, onde um conteúdo pode ser dividido em partes menores como forma a contribuir com o processo de transmissão do conteúdo. Dessa forma o projeto colaborativo em BIM baseado no modelo de colaboração BIM3C teve seu formato dividido em 4 (quatro) objetos de ensino-aprendizagem. Um destinado a apresentar o fluxo de trabalho em projetos colaborativo em BIM e outros 3 (três) focados um em cada um dos outros três tipo de ferramentas (cooperação, coordenação e comunicação) que compõem o modelo.

O primeiro trata-se de um jogo de tabuleiro, denominado Projeto Colaborativo BIM3C, que tem como objetivo apresentar o fluxo de trabalho de projetos em BIM. O Segundo, focado na cooperação, apresenta um tutorial de configuração do aplicativo *Backup and Sync from Google* para ser instalado no computador e espelhar os dados contidos em nuvem no *Google Drive*, constituindo um CDE. O terceiro está focado em coordenação, o Quebra-cabeça Virtual, composto por 20 arquivos IFC salvos de forma aleatória, que compõem 5 projetos de casas populares, onde cada casa é composta por 4 (quatro) disciplinas (arquitetura, estrutura, elétrico e hidrossanitário). Tem como objetivo montar o arquivo federado que compõem cada um dos projetos de casa popular. O objetivo pedagógico dele é o estudo de um *software* de coordenação de projeto em BIM. O quarto está focado em comunicação e é denominado de Dinâmica de Comunicação. Este objeto, também é composto por uma série de arquivos IFC, simula o processo de compatibilização do projeto através da detecção de conflitos e a criação e gestão de arquivos em BCF.

Para o processo de gamificação denominado de *Play BIM*, em alusão a ideia de praticar BIM através de jogos e elementos de jogos, foi importante observar o *framework* para implantação do BIM em escritórios de projeto desenvolvido por Succar (2009) que indica que antes de se conseguir exercer a colaboração entre as disciplinas envolvidas no projeto é necessário que o escritório domine a modelagem da disciplina da qual o mesmo é responsável. Desta forma o primeiro estágio na implantação do BIM é o de modelagem e o segundo de colaboração.

Baseado nos estágios de implantação do BIM sugerido por Succar (2009) o *Play BIM* consta de duas fases. A primeira fase, voltada para modelagem, é denominada de Passaporte *Play BIM* em alusão ao instrumento que dá acesso ao BIM. Essa etapa consta de uma série de desafios de modelagem e dependendo do prazo que cada participante entrega o seu desafio, este recebe uma pontuação e uma estrela alusiva. A pontuação acumulada com a entrega dos desafios gera um *ranking* que é usado em tomadas de decisões futuras.

A segunda fase, voltada para a colaboração, é denominada de Projeto Colaborativo BIM3C e faz uso dos recursos de ensino-aprendizagem desenvolvidos. A partir do jogo de tabuleiro, que introduz o conceito colaborativo no fluxo de trabalho em BIM, cada participante recebe um Visto de Entrada para projeto colaborativo BIM3C que deve ser preenchido com o cumprimento de 3 (três) tarefas, referentes as ferramentas de cooperação (Tutorial de Configuração do Google *Drive*), coordenação (Jogo Quebra-Cabeça Virtual) e comunicação (Dinâmica de Comunicação). Os participantes que conseguirem realizar as tarefas confirmam o Visto de Entrada e participam de um desafio final, denominado de Desafio de Projeto Colaborativo BIM3C.

Durante o transcorrer do *Play BIM*, com o objetivo de introduzir a parte conceitual do BIM e estimular a pesquisa são aplicados os *Play BIM Riddles*, que são jogos baseados em páginas *web* que necessitam decifrar enigmas para passar de fases, onde a cada enigma decifrado um conceito novo é introduzido. A resolução dos *Play BIM Riddles* gera pontuação no *ranking* também.

Apesar dos recursos terem abordado com maior ênfase a camada de tecnologia, o desafio final, atua diretamente na camada de processo realizando a compatibilização dos projetos, ação que envolve os projetista e conseqüentemente a camada de pessoas.

Resgatando o objetivo geral deste trabalho de desenvolver um modelo de colaboração para o processo BIM de projeto que possibilite sua aplicação em objetos de ensino-aprendizagem que utilizam os conceitos de *serious games* e gamificação para promover engajamento e motivação na formação de profissionais da área de AEC, este foi alcançado. O Modelo de Colaboração BIM3C possui como maior virtude a sua composição em camadas (tecnologia, processo e pessoas), onde cada camada é composta por elementos de comunicação, coordenação e cooperação. Isso possibilitou, baseado na característica de granularidade dos OA, desenvolver recursos tanto em uma visão macro como o jogo de tabuleiro que apresenta o contexto geral do fluxo de trabalho de projeto em BIM, como em uma visão micro, abordando cada um dos elementos, como: a configuração de um CDE para compartilhamento de projetos

(cooperação), o Quebra-Cabeça Virtual (coordenação) e a Dinâmica de Comunicação com BCF.

Quanto a verificação da motivação e engajamento para a colaboração da informação no aprendizado do processo BIM de projeto, em linhas gerais a utilização de jogos (*serious games*) e elementos de jogos (gamificação) mostra-se “Satisfatória”, visto que todos os recursos utilizados receberam estatisticamente esta classificação na avaliação dos participantes do *Play BIM*.

Contribui ainda para o cumprimento do objetivo específico de avaliar o uso de *serious games* e gamificação na promoção da colaboração da informação no aprendizado do processo BIM de projeto, o depoimento de alguns dos participantes, onde percebe-se que o *Play BIM* é “*uma proposta que gera bastante envolvimento*” (P-19) e “*provoca a participação dos alunos*” (P-18). “*No contexto geral o uso de jogos é uma boa proposta didática*” (P-21), “*bastante interessante dentro do processo de aprendizagem, pouco explorado dentro das universidades, tornando assim um acréscimo extremamente relevante para o estudante*” (P-09)

Atendendo as principais características relacionadas ao uso de jogos e dos elementos de jogos na educação, o *Play BIM* gera motivação e engajamento dos participantes para a realização das tarefas. P-02 relata que “*O modelo de jogos com desafios e uso de estrelas como forma de recompensa aumenta a produtividade, já que ficamos mais motivados a cumprir as missões*” e P-17 corrobora dizendo ser “*excelente a proposta de utilizar os desafios e os jogos pra incentivar os alunos a executarem as tarefas*”. “*A forma de como foi repassado o ensino foi muito criativa e funciona bem, ativa a competitividade dentro de nós e nos faz aprender*” (P-02). “*Me senti guiada e motivada em todo o processo da disciplina*” (P-25).

8.2 – COMO APLICAR O *PLAY BIM*

A proposta do *Play BIM* é praticar BIM através de jogos e elementos de jogos. Na aplicação desenvolvida nesta pesquisa o principal objetivo foi trabalhar o conceito de projeto colaborativo em BIM entre acadêmicos dos cursos relacionados ao setor de AEC, mediante o uso dos objetos de ensino-aprendizagem originados do Modelo de Colaboração BIM3C desenvolvido. Como forma de ampliar a abrangência da aplicação, seguindo os conceitos do *framework* de maturidade de implantação do BIM foi instituída também uma fase de desafios de modelagem antecedendo a fase de colaboração.

A aplicação do *Play BIM* pode ocorrer em um período letivo, ou em outro prazo conforme a disponibilidade de datas, tanto dentro de uma disciplina, como no caso da aplicação realizada com os alunos do PósARQ, como em uma atividade extracurricular, como na aplicação com os alunos do IFPA. É importante ressaltar aqui a adoção de elementos que criem uma identidade para cada participante, como o desenvolvimento de um avatar, o Passaporte *Play BIM* e o Visto de Entrada para Projeto Colaborativo BIM3C.

A divulgação do evento *Play BIM* ressaltando pontos relevantes do evento e do BIM mencionando os participantes e/ou de resultados parciais em páginas *web*, redes sociais, grupos de *whats app*, quadros de avisos têm a função de gerar motivação entre os participantes. É importante que essas divulgações apresentem pontos positivos, que incentivem os participantes em sua participação, por exemplo: mesmo que um determinado participante esteja em uma posição mais abaixo no *ranking* de pontuação, mas se este obteve uma evolução de uma atividade para outra, pode se fazer uma publicação ressaltando esta evolução como fator motivador.

A infraestrutura computacional necessária para a participação na versão remota do *Play BIM* consta de computador pessoal (*notebook*) que suporte a instalação dos *softwares* de modelagem e de coordenação de projetos em BIM e acesso à internet. Preferencialmente estes *softwares* devem possuir uma versão gratuita para estudantes. No caso desta aplicação foram utilizados o Revit como *software* de modelagem e o *Trimble Connect* como *software* de coordenação. Para uma versão de aplicação presencial do *Play BIM* pode ser disponibilizado uma estrutura de laboratório de informática de modo a ampliar a abrangência de participação para os que não possuem computadores pessoais (*notebooks*). É importante ressaltar aqui a possibilidade de disponibilização do laboratório de informática em horários alternativos para os participantes, possibilitando que cada um execute a atividade conforme a sua adequação de tempo, claro que respeitando também a possibilidade de disponibilização do laboratório.

A aplicação do *Play BIM* pode ocorrer mediante a realização das duas fases como realizada nesta pesquisa, os desafios de modelagem através do Passaporte *Play BIM* e o Projeto Colaborativo BIM3C, porém essas fases podem ser realizadas de forma distintas e isoladas conforme a necessidade. Por exemplo, caso deseje estabelecer apenas uma mentalidade de modelagem em BIM, pode-se executar exclusivamente a fase 1 (um) de desafios de modelagem (Passaporte *Play BIM*). Caso o grupo já possua habilidade de modelagem BIM e queira trabalhar exclusivamente a colaboração, pode-se aplicar diretamente a fase 2 (dois) de Projeto Colaborativo BIM3C e se estender um pouco mais, conforme a necessidade, o desafio final de

projeto colaborativo para compatibilização de projetos, podendo ser realizado em vários ciclos conforme o desenvolvimento do projeto e dependendo do LOD que se deseja alcançar em cada ciclo.

Os recursos disponibilizados para a resolução dos desafios de modelagem do Passaporte *Play* BIM, desta aplicação, foram todos referentes ao Revit, porém esses recursos podem ser disponibilizados para outros *softwares* de modelagem como por exemplo o ArchiCAD, também mencionado entre os entrevistados, ou qualquer outro, desde que estes recursos estejam disponíveis de forma gratuita. Ainda referente aos recursos disponibilizado, estes podem ser garimpados na internet, como no caso dessa aplicação, ou desenvolvidos de forma autoral.

Todos os objetos de ensino-aprendizagem do *Play* BIM poderão ser encontrados na seção Biblioteca do portal do TEAR_AD (Tecnologia no Ensino e Aprendizagem em Rede nas Áreas de Arquitetura e Design) da UFSC acessado pelo endereço eletrônico www.tearad.ufsc.br.

8.3 – ESTUDOS FUTUROS

O estudo propõe 3 (três) propostas de investigações futuras, que são:

- A primeira surgiu dos debates realizados durante a aplicação do *Play* BIM com a turma do PósARQ da UFSC e já vem sendo estudada no que pode ser denominada de Simulador de Projeto Colaborativo BIM3C. Trata-se de uma ampliação da Dinâmica de Comunicação realizada. A ideia é ampliar o número de variações de propostas dos projetos que são oferecidos e incluir uma série de regras que devem ser cumpridas para se alcançar a compatibilização dos projetos, de forma similar à que acontece no jogo de tabuleiro, porém realizada diretamente em um software de coordenação BIM como o *Trimble Connect* que foi utilizado nesta pesquisa. Isso permitirá um maior domínio do processo de colaboração em BIM assim como do *software* em que está sendo realizada a simulação.

- A segunda proposta está relacionada a possibilidade de desenvolvimento de novos objetos de Ensino-aprendizagem abordando sempre a percepção de uma ou mais camadas (tecnologia, processo e pessoas) e/ou um ou mais elementos de Comunicação, coordenação e Cooperação do Modelo de Colaboração BIM3C. Por exemplo, estudos futuros podem abordar com mais ênfase a percepção da camada de processo, trabalhando as informações que devem constar no IFC nas diversas fases de desenvolvimento do modelo.

- A terceira proposta refere-se diretamente a ampliação do Modelo de Colaboração BIM3C e está relacionado a um contexto histórico. Nos primórdios da civilização humana, quando o homem sentiu necessidade de criar edificações mais complexas, surge a figura do arquiteto construtor ou seria do construtor arquiteto, na verdade o que se quer relatar com isso é que, surge a figura de uma pessoa que detém o conhecimento de todo o processo, do planejamento até a execução. Toda mudança necessária era mais facilmente detectada porque se detinha o conhecimento da obra como um todo. Com o passar dos tempos e a tendência de especialização em pequenas parcelas do todo, também refletiu no processo construtivo e apareceram vários especialistas, além da figura do arquiteto, e toda mudança de rumo na construção se tornou de difícil resolução, pois não existia mais a figura da pessoa que tinha o conhecimento geral da obra. O BIM vem resgatar novamente a possibilidade de conhecimento da edificação como um todo, através de um trabalho colaborativo entre os participantes do projeto. Quanto mais determinado profissional tem conhecimento da obra, mais ele tem capacidade de intervir e colaborar efetivamente com a mesma. Desta forma subentende-se que o conhecimento participa de forma efetiva do processo colaborativo, possibilitando se juntar a comunicação, coordenação e cooperação e estabelecer um novo modelo de colaboração denominado de BIM4C.

REFERÊNCIAS

- ABANDA, F. H. *et. al.* (2015) **A Critical Analysis of Building Information Modelling Systems Used in Construction Projects**. Advances in Engineering Software – Elsevier.
- AGUIAR, E. V. B.; FLORES, M. L. P. (2014) **Objetos de Aprendizagem: Conceitos Básicos**. Em *Objetos de Aprendizagem: Teoria e Prática*. Editora Evagraf. Pag 12-28, Porto Alegre. 2014.
- ALVAREZ, J. (2008). **Serious games: Advergaming, edugaming, training and more**. Disponível em: [http://www.ludoscience.com/files/ressources/EtudeIDATE08_UK\(1\).pdf](http://www.ludoscience.com/files/ressources/EtudeIDATE08_UK(1).pdf) Acesso em 24 mar. 2021.
- ALVES, F. (2014) **Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras - Um guia completo do conceito à prática**. 1. ed. -- São Paulo: DVS Editora.
- ALVES, R. C. M.; PEREIRA, A. T. C. (2021) **BIM3C: Um modelo para projeto colaborativo em BIM** - Revista Pixo - Projeto, Parametria e Tecnologia II - Inverno de 2021 - v. 5, n. 18, p. 196-215.
- ANDERSON, T.; SHATTUCK, J. (2012) **Design-based research: a decade of progress in education research?** - *In: Educational Researcher*, V.41, n 1.
- ANDRADE, M. L. V.; RUSCHEL, R. C. (2009) **Interoperabilidade de Aplicativos BIM Usados em Arquitetura por Meio do Formato** - *Gestão & Tecnologia de Projetos, Vol. 4, n° 2, novembro*.
- ANUMBA, C. J. *et. al.* (2008) **Collaborative project information management in a semantic web environment**, *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- AQUINO, I. F. de O. *et. al.* (2018). **Modelo de Desenvolvimento de Serious Games Tipo Quis Baseado na Avaliação de Usabilidade**. - *UNA-SUS/UFMA* - Setor Educacional: EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA – São Luiz / MA – julho. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2018/anais/trabalhos/8854.pdf> , acesso em 24 mar. 2021.
- ARNAL, I. P. (2018) **Why don't we start at the beginning? The Basics of a Project: Lean Planning and Pre-Construction**, *BIM News Last trends of the AECO sector*, BIM Community. Disponível em: <https://www.bimcommunity.com/news/load/490/why-don-t-we-start-at-the-beginning> . Acesso em 15 dez. 2021.
- BALZANI, R e MEIRA, R. (2013) **BIM – Mudança de Paradigma**. Disponível em: <https://meiaum.wordpress.com/2013/05/31/bim-mudanca-de-paradigma/> . Acesso em 03 jul. 2021.
- BARISON, M. B. (2015) **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo – uma contribuição para a formação do projetista**. Tese – Doutorado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Engenharia da Construção Civil, orientador, Prof. Dr. Eduardo Toledo Santos – São Paulo, SP.

BARROS, R. A. M. L. (2018) **Processo de Projeto e Fluxo de Informações em BIM 3D: Estudo de Caso em Florianópolis/SC** - Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo; orientadora, Lisiane Ilha Librelotto - Florianópolis, SC.

BARTLE, R. (1996) **Heart, Clubs, Diamond, Spades: players who suit muds**. Disponível em: <http://mud.co.uk/richard/hcds.htm#1> Acesso em: 10 ago. 2021.

BATISTELLO, P. (2018) **Saberes Interdisciplinares em Arquitetura e Urbanismo: Um Modelo Gamificado Como Incentivador do Processo Projetual** - Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo; orientadora, Alice Theresinha Cybis Pereira - Florianópolis, SC.

BISSOLOTTI, K. (2016) **Recomendações de Elementos Gamificados em Práticas Projetuais para Ambientes Virtuais de Aprendizagem** – Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão. Programa de Pós-Graduação em Design; orientadora, Alice Theresinha Cybis Pereira - Florianópolis, SC.

BOTELHO, E. X.; VIDAL, J. M. B. (2005) **CSCW – Trabalho Cooperativo Suportado por Computador**. Holos, Ano 21, maio.

BRAGA, J.; MENEZES, L. (2014) **Introdução aos Objetos de Aprendizagem**. Capítulo 1 - Objetos de Aprendizagem v. 1 – Introdução e Fundamentos. Organizadora Juliana Braga, Coleção Intera, Editora UFABC, Santo André/SP.

CARNEIRO, M. L. F.; SILVEIRA, M. S. (2014). **Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância** - Educar em Revista, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4/2014, p. 235-260. Editora UFPR.

CAMPANHA, C.; CAMPOS, A. P. S. de (2019) **Panorama do Uso de Games, Serious Games e Gamificação na Educação** - *Pluri*. Educação: Jogos e Gamificação - Dossiê, São Paulo, n. 2, p. 27-44, jul./dez.

CAMPESTRINI, T. F. *et. al.* (2015) **Entendendo BIM**. Universidade Federal do Paraná – UFPR, 1ª Edição, Curitiba, Paraná, Brasil.

CARRETA, Ronaldo. Aprenda a desenhar uma casa popular no Revit. *In: Gênios do CAD*. 2018. Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Qr3DoRhpbtU>. Acesso em: 02 jan. 2022.

CASTRO, J. B. de. Criando um jogo riddle. *In: Hotmart Marketplace [digital]*. Disponível em: <https://hotmart.com/product/criando-um-jogo-riddle>. Acesso em: 02 jan. 2022. Acesso exclusivo para assinantes do curso eletrônico.

CHOU, Y. **Actionable Gamification - Beyond Points, Badges, and Leaderboards**. Leanpub book, 2016.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. (2008) **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil.** *In*: VIII Workshop Brasileiro de Gestão de Projetos na Construção de Edifícios, São Paulo, USP.

COSTA, A. C. S.; MARCHORI, P. Z. (2016) **Gamificação, elementos de jogos e estratégia: uma matriz de referência** – *In* CID: R. Ci. Inf. e Doc., Ribeirão Preto, v. 6, n. 2.

COSTA, A. M. N.; PIMENTEL, M. (2012) **Capítulo 1 - Sistemas Colaborativos para uma nova sociedade e um novo ser humano.** *In*: FUKS, H.; PIMENTEL, M. (Ed. Campus). Sistemas Colaborativos. Elsevier Editora Ltda, 2012.

COSTA, J. M. (2019). **ECOOPER: Um Serious Game Multidisciplinar de Perguntas e Respostas.** – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Programa de Pós-Graduação em Educação - Diamantina – MG.

CURSOS Construir. Revit MEP 2020 Básico: Projeto Elétrico de Residência Popular. 2020. (4h) Disponível em: <https://cursosconstruir.com.br/curso/revit-mep-basico-projeto-eletrico/>. Acesso em: 02 jan. 2022.

CURSOS Construir. Revit MEP 2019 Básico: Projeto Hidrossanitário de Residência Popular. (6h) 2019. Disponível em: <https://cursosconstruir.com.br/curso/revit-mep-basico-projeto-hidrossanitario>. Acesso em: 02 jan. 2022.

DAUANNY JR., A. M. (2017). **Objeto de Aprendizagem para o Estudo do Conceito de Função e seu Comportamento com Modelos Matemáticos no Ensino Médio e na Educação Profissional Técnica.** Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG.

DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE (2003) **Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry.** - *In*: Educational Researcher, v. 32, n. 1.

DETERDING, S. *et. al.* (2011a) **Gamification: Using Game Design Elements in Non-Gaming Contexts.** *CHI 2011*, May 7–12, 2011, Vancouver, BC, Canada.

DETERDING, S. (2011b) **Situated motivational affordances of game elements: A conceptual model.** *CHI 2011*, May 7–12, 2011, Vancouver, BC, Canada.

DIEHL, L. A.; LEHMANN, E.; SOUZA, R. M.; ALVES, J. A.; ESTEVES, R. Z.; GORDAN, P. A. (2011) **A Serious Game Prototype for Education of Medical Doctors and Students on Insulin Management for Treatment of Diabetes Mellitus.**

DIX, K. L. (2007) **DBRIEF: A research paradigm for ICT adoption.** - *In*: Inter-national Education Journal, v. 8, n. 2.

DORNER, R.; GOBEL, S.; EFFELSBERG, W.; WIEMYER, J. (Eds.). (2016). **Serious games: foundations, concepts and practice.** Springer.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. (2014) **Manual do BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção Para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**, revisão técnica Eduardo Toledo Santos – Porto Alegre/RS, Editora Bookman.

ENGELMANN, E. (2010) **A motivação de alunos dos cursos de Artes de uma universidade pública do norte do Paraná** – Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Comunicação e Artes, Programa de Pós-Graduação em Educação, Orientadora: Sueli Édi Rufini.

FARDO, M. L. (2013) **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem** - Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, Orientação: Prof^a. Dr^a. Carla Beatriz Valentini.

FONTANELLA, A. C. (2015) **Uso de objeto de aprendizagem na motivação e aprendizagem matemática** - Trabalho de Conclusão de Curso - Especialização em Mídias na Educação - Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – CINTED/UFRGS.

FREIRE, G. H. A.; MARTHA, L. F.; SOTELINO, E. D. (2015) **Interoperabilidade Entre Plataforma BIM e Ferramenta de Análise Estrutural Utilizando Industry Foundation Classes (IFC)** - XXXVI Ibero-Latin American Congress on Computational Methods in Engineering – CILAMCE – Rio de Janeiro / RJ – 22 a 25 novembro.

FUKS, H., RAPOSO, A.B. & GEROSA, M.A. (2002) **Engenharia de Groupware: Desenvolvimento de Aplicações Colaborativas**, XXI Jornada de Atualização em Informática, Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, V2, Cap. 3, ISBN 85-88442-24-8, pp. 89-128.

FUKS, H.; RAPOSO, A. B.; GEROSA, M.A.; LUCENA, C. J. P.(2002) **O Modelo de Colaboração 3C e a Engenharia de Groupware** - Monografias em Ciência da Computação n° 17/02, Editor: Carlos J. P. Lucena - PUC RIO - DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA – Rio de Janeiro/ RJ.

FUKS, H.; GEROSA, M.; PIMENTEL, M. (2003) **Projeto de comunicação em Groupware: Desenvolvimento, Interface e Utilização**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 2003, Campinas. **Anais**. Campinas/SP.

FUKS, H. *et al.* (2004) **O Modelo de Colaboração 3C no Ambiente AulaNet**, *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, jan./jun.

FUKS, H., RAPOSO, A.B., GEROSA, M.A.; LUCENA, C.J.P. (2005), **“Applying the 3C Model to Groupware Development”**, *International Journal of Cooperative Information Systems (IJCIS)*, v.14, n.2-3, Jun-Sep 2005, World Scientific.

FUKS, H. *et al.* (2007) **Inter e Intra-relações entre Comunicação, Coordenação e Cooperação**. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS COLABORATIVOS, 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro.

FUKS, H.; RAPOSO, A.; GEROSA, M. A.; PIMENTEL, M.; LUCENA, C. J. P. (2008) **The 3C Collaboration Model**, Encyclopedia of E-Collaboration – Information Science Reference – Hershey / Now York / USA.

FUKS, H. *et. al.* (2011) **Teorias e Modelos de colaboração**. In: PIMENTEL, M.; FUKS, H. (Orgs.). **Sistemas Colaborativos**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier.

GAMA, C. L. G. da (2007). **Método de Construção do Objetos de Aprendizagem com Aplicação em Métodos Numéricos**. - Tese - Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia - Universidade Federal do Paraná.

GASPAR, J. A. de M.; RUSCHEL, R. C. (2017) **A evolução do significado atribuído ao acrônimo BIM: Uma perspectiva no tempo** - SIGraDi 2017, XXI Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital, 22 – 24 Noviembre, 2017 – Concepción, Chile.

GEROSA, M. A. (2006) **Desenvolvimento de Groupware Componentizado com Base no Modelo 3C de Colaboração** - Tese PUC Rio, Departamento de Informática, Orientador: Hugo Fuks - Rio de Janeiro/RJ.

GIL, A. C. (2002) **Como Elaborar Projetos de Pesquisa** – 4ª Edição, Ed. Atlas, São Paulo/SP.

GIL, A. C. (2008) **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social** – 6ª Edição, Ed. Atlas, São Paulo/SP.

GONÇALVES JR, F. (2018) BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia. E-book. Disponível em <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>.

GROH, F. (2012) **Gamification: State of the Art Definition and Utilization** - Proceedings of the 4th Seminar on Research Trends in Media Informatics - Institute of Media Informatics - Ulm University.

GU, N.; LONDON, K. (2010) **Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry**. Automation in Construction. v.19, dec.

GUIA ASBEA v2 (2015) - **Fluxo de Projetos em BIM: Planejamento e Execução** - Boas Práticas em BIM - Fascículo II – ASBEA / CAU-BR.

GUIA BIM ABDI – MDIC - v1 (2017) **Processo de Projeto BIM**, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. - Brasília, DF.

GUIA BIM ABDI – MDIC - v4 (2017) **Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia**, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. - Brasília, DF.

GUIA CBIC v1 (2016) - **Fundamentos BIM** - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/Câmara Brasileira da Indústria da Construção. - Brasília: CBIC, 2016. (Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras v.1).

GUIA CBIC v3 (2016) – **Colaboração e Integração BIM** - Parte 3: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/Câmara Brasileira da Indústria da Construção. - Brasília: CBIC, 2016. (Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras v.3).

GUIA CBIC v5 (2016) – **Formas de Contratação BIM** - Parte 5: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/Câmara Brasileira da Indústria da Construção. - Brasília: CBIC, 2016. (Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras v.5).

JARVINEN, A. (2009). *Games without frontiers: Methods for Game Studies and Design*. - Saarbrücken: VDM Veriag Dr. Muller.

JÚNIOR, I. G.; GONÇALVES, R.F. (2016). **As Barreiras e Motivações Para o Uso da Abordagem Canvas**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, PB, 03 a 06/Out.

KALAT, J. W. (2011) **Introduction to Psychology**. 9. ed. Belmont, CA, USA: Wadsworth Cengage Learning.

KLOCK, A. C. T.; CARVALHO, M. F.; ROSA, B. E.; GASPARINI, I. (2014) - **Análise das técnicas de Gamificação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem** – CINTED - Novas Tecnologias na Educação, V. 12 N° 2, dezembro.

KOOHANG, A.; HARMAN, K. (2007) **Learning Objects: theory, praxis, issues and trends**. SantaRosa, CA: Informing Science Press.

LEITE, L. L. (2012) **Colaboração Entre Pares Para Melhor Compreensão da Mensagem do Designer Via Sistema de Ajuda** - Tese – Doutorado, PUC RS, Ciência da Computação, orientadora, Milene Selbach Silveira, Porto Alegre, RS.

LEITE, M. D.; PESSOA, C. A. S.; FERRAZ, M. C.; BORBA, R. E. S. R. (2009) **Softwares educativos e objetos de aprendizagem: um olhar sobre a análise combinatória**. X Encontro Gaúcho de Educação Matemática. Ijuí.

LIMA, V. G. A.; CASTRO, M. N. B. (2017). **Estratégia de desenvolvimento de jogos educacionais: Um estudo no contexto socioambiental do lago Paranoá**. – Universidade de Brasília - Instituto de Ciências Exatas - Departamento de Ciência da Computação.

LOPES, R. A.; TODA, A. M.; BRANCHER, J. D. (2015) **Um estudo preliminar sobre elementos extrínsecos e intrínsecos do processo de Gamification** - Revista Brasileira de Informática na Educação, Volume 23, Número 3.

MACHADO, L. D. P. (2016) **Uma Abordagem Colaborativa Para Aprendizagem de Programação de Computadores Com a Utilização de Dispositivos Móveis**. Dissertação – Joinville/SC.

MACHADO, L. et. al (2015) **A Gamificação como Estratégia de Capacitação e o Estado de Flow: um Estudo de Caso em uma Empresa da Área de Tecnologia da Informação (TI) da Região Sul do Brasil**. - XIV SBGames – Teresina – PI – Brasil, novembro.

MANZIONE, L. (2013) **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

MANZIONE, L. (2015) **BIM, Uma Mudança de Paradigma no Processo de Projeto**. Disponível em <https://www.aea.com.br/blog/bim-uma-mudanca-de-paradigma-no-processo-de-projeto/>. Acesso em 03 jul. 2021.

MARINS, D. R. (2013) **Um Processo de Gamificação Baseado na Teoria da Autodeterminação** - Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, Orientador: Geraldo Bonorino Xexéo.

MARTINS, M. R. (2012) **O Impacto da Aplicabilidade das Técnicas do Trabalho Colaborativo Suportado por Computador – CSCW Nas Compras do Governo Federal – Pregão Eletrônico**. Dissertação – Rio de Janeiro.

MASSON, T. J.; MIRANDA, L. F.; MUNHOZ JR, A. H.; CASTANHEIRA, A. M. P. (2012) **Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL)**. COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - 03 a 06/Set – Belém/PA.

MCGONIGAL, J. (2010) **Gaming can make a better world**. *In*: TED2010, 2010, Palm Springs, California. Anais eletrônicos - TED, 2010, Palm Springs, California. Palestra.

MULBERT, A. L. (2014) **A Implementação de Mídias em Dispositivos Móveis: Um Framework Para a Aplicação em Larga Escala e Com Sustentabilidade em Educação a Distância** – Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina.

NEVES, I. B.; ALVES, L. (2014) **Exergames e tratamento da obesidade: uma análise sobre a plataforma Tango H**. Anais do Seminário Tecnologias Aplicadas a Educação e Saúde, v. 1, n. 1.

PEREIRA, W. S.; CYSNEIROS FILHO, G. A. de A.; AGUIAR, Y. P. C. (2019) **Diretrizes para o Desenvolvimento de *Serious Games*: Um Mapeamento Sistemático da Literatura** - VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019) / Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019).

POFFO, M. (2016) **Utilização da Gamificação Para Motivar a Aprendizagem: Um Estudo de Caso em Engenharia de Software** - Dissertação (mestrado) Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), Orientador: Marcello Thiry Comicholi da Costa.

PREIDEL, C. et. al., (2016) **Seamless Integration of Common Data Environment Access into BIM Authoring Applications: the BIM Integration Framework** - 11th European Conference on Product and Process Modelling, ECPPM 2016.

RAGUZE, T.; SILVA, R. P. (2016) **Gamificação Aplicada e Ambientes de Aprendizagem – GAMEPAD** – Seminário de Games e Tecnologia.

REEVES, T. C. (2000) **Enhancing the Worth of Instructional Technology Research through “Design Experiments” and Other Development Research Strategies** - Symposium sponsored by SIG/Instructional Technology at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA, USA.

ROCHA, E. M.; JOYE, C. R. (2013) **Uso das Tecnologias Digitais em Contexto Educacional: Modalidades, Limites e Potencialidades**. - Virtualização das Relações: Um Desafio da Gestão Escolar / Marcus Garcia de Almeida, Maria do Carmo Duarte Freitas, (organizadores) – Rio de Janeiro – Brasport – (A Escola no Século XXI; v.3).

SMITH, P. (2014) **BIM & the 5D Project Cost Manager**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 119, p. 475 – 484.

SOUSA, M. da S. (2018). **Educação Ambiental através dos Jogos de Tabuleiro Modernos: aplicação de Serious Games**. – III Congresso Internacional: Educação, Ambiente e Desenvolvimento – 07 a 10 / novembro – Escola Superior de Educação e Ciências Sociais – Instituto Politécnico de Leiria / Portugal.

SUCCAR, B. (2009) - **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders** - Automation in Construction 18 – ELSEVIER.

TAVARES Jr., E. da C. (2014) **A Contribuição do Building Information Modeling para a Gestão de Projetos** - Revista Especialize Online IPOG - Goiânia - 7ª Edição nº 007 Vol.01/2014 julho/2014.

VEKONY, D. (2013) Qual é o seu perfil de jogador? – Site: Marketing & Game – Disponível em <http://www.marketingegames.com.br/qual-seu-perfil-de-jogador/> . Acesso em 04 mar. 2021.

VIANNA, Y.; VIANNA, M.; MEDINA, B.; TANAKA, S. (2013) **Gamification, Inc.: Como Reinventar Empresas a Partir de Jogos**. - Ed. – Rio de Janeiro: MJV Press.

WANG, F.; HANNAFIN, M. (2005) **Design-based research and technology-enhanced learning environments**. - *In*: Educational Technology Re-search and Development, v. 53, n.4.

WANG, Q. (2009) **Design and evaluation of a collaborative learning environment**. **Computers & Education**. Oxford, v.53, Issue 4, p.1138-1146, Dec.

WERBACH, K.; HUNTER, D. (2012) **For The Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business**. Filadélfia, Pensilvânia: Wharton Digital Press.

WILEY, D. A. (2000) **Learning object design and sequencing theory**. Unpublished doctoral dissertation, Brigham Young University. Disponível em <http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. Acesso em 16 Abr. 2021.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. (2011) **Gamification by Design. Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps**. Canada: O’Reilly Media.

APÊNDICE

Apêndice A Busca Sistemática

Como forma de verificação da originalidade e o ineditismo da proposta, fez-se uma busca sistemática utilizando as bases bibliográficas do Scopus, Web of Science, Scielo, Compendex, Emerald, ProQuest, Science Direct e CumInCAD. A busca foi realizada no dia 10/08/2021 conforme o protocolo de busca apresentado na tabela abaixo.

Protocolo da Busca Sistemática

Termos de busca (Query)	(bim AND (“collaborative project” OR “collaborative design” OR “integrated project” OR “integrated design” OR “collaborative process”) AND gamification)
Idioma	Inglês
Tipo de acervo	Artigos e/ou Artigos revisados por pares
Período	Não foi estabelecido nenhum período de tempo

Fonte: O autor

A busca no CumInCAD não obedeceu ao mesmo termo de busca, devido a este possuir características diferentes das demais bases bibliográficas. O termo de busca utilizado no CumInCAD foi: (+bim +collab* +gamification).

A tabela abaixo apresenta um resumo dos documentos encontrados na busca sistemática.

Resumo dos Documentos Encontrado na Busca Sistemática

Base de Busca		
Nº	Descrição	Quantidade
01	Scopus	16
02	Web of Science	0
03	Scielo	0
04	Compendex	1
05	Emerald	9
06	ProQuest	15
07	Science Direct	2

08	CuminCAD*	1
08	Todos	44
09	Não duplicados	42
Filtros		
Nº	Descrição	Quantidade
10	Título	19
11	Resumo	10
12	Não disponíveis	2
13	Disponíveis	8

Fonte: O autor

Essas buscas obtiveram um registro total de 44 documentos. 16 na Scopus, 1 na Compendex, 9 na Emerald, 15 na ProQuest, 2 na Science Direct e 1 no CumInCAD. Não foram encontrados nenhum registro na Web of Science e na Scielo. Foram então verificados os registros de documentos duplicados e em seguida eliminados, que finalizou com um total de 42 documentos não duplicados.

Para verificar o alinhamento dos documentos com a pesquisa foram aplicados filtros. O primeiro filtro foi a leitura dos títulos, onde dos 42 documentos, apenas 19 foram selecionados para serem aplicados um segundo filtro, a leitura dos resumos, resultando 10 documentos. Após a verificação da disponibilidade dos documentos de forma gratuita na internet, restaram 8 documentos. A tabela abaixo apresenta listagem dos documentos obtidos pela busca sistemática e disponíveis de forma gratuita na internet.

Listagem de Arquivos Obtidos na Busca Sistemática

Nº	Ano	Autores	Título	Publicação
01	2014	S. Aydin and M. A. Schnabel	A survey on the visual communication skills of BIM tools.	CuminCAD
02	2014	S. Aydin and M. A. Schnabel	Augmenting Kashgar.	Proceedings of the 2014 International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM 2014 2014 Pages: 12-15
03	2015	A. K. Anderson	Visualization, communication, and copresence: Using building	University of Washington Ph.D. 2015

			information models in virtual worlds.	
04	2019	R. F. Herrera, M. A. Sanz, L. Montalbán-Domingo, T. García-Segura and E. Pellicer	Impact of Game-Based Learning on Understanding Lean Construction Principles	Sustainability 2019 Vol. 11 Issue 19 Pages 5294
05	2020	A. Engebø, O. Lædre, B. Young, P. F. Larssen, J. Lohne and O. J. Klakegg	Collaborative project delivery methods: A scoping review	Journal of Civil Engineering and Management 2020 Vol. 26 Issue 3 Pages 278-303
06	2020	D. Fonseca, M. Sánchez-Sepúlveda, A. Besné, E. Redondo, H. Zapata, I. Navarro, et al.	Combining BIM systems and Video-Games engines in Educational Ephemeral Urban and Architectural Proposals	ACM International Conference Proceeding Series 2020 Pages: 283-290
07	2021	J. Garbett, T. Hartley and D. Heesom	A multi-user collaborative BIM-AR system to support design and construction	Automation in Construction 2021 Vol. 122
08	2021	F. Juan Carlos Mosquera, F. Suárez, I. Chiyón and A. Marcos García	Some Web-Based Experiences from Flipped Classroom Techniques in AEC Modules during the COVID-19 Lockdown	Education Sciences 2021 Vol. 11 Issue 5 Pages 211

Fonte: O autor

Apêndice B

E-mail de apresentação para os escritórios de projeto em AEC

Texto enviando no corpo do e-mail.

O grande avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) fez surgir no campo da arquitetura, engenharia e construção (AEC), o BIM (Building Information Modeling), ou, a Modelagem da Informação da Construção, um novo processo de projeto que permite a concepção de um modelo virtual preciso de uma edificação, desenvolvido de forma simultânea por uma equipe multidisciplinar de projetistas. Porém alguns autores com Eastman *et al* (2014) relatam que a mudança mais significativa quando da implementação da tecnologia BIM é justamente o uso de um modelo de construção compartilhado pautado em um processo de trabalho colaborativo. Essa transformação exigirá tempo e educação, como acontece para todas as mudanças significativas na tecnologia e nos processos de trabalho.

O HiperLab (Laboratório de Ambientes HiperMídia para Aprendizagem) do Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal de Catarina (CCE-UFSC), composto por professores pesquisadores doutores, acadêmicos de graduação, mestrado e doutorado dos cursos de Design e Arquitetura e Urbanismo, visa produzir, fomentar e disseminar conhecimentos relativos ao aprimoramento dos processos de criação e recepção de hiperMídias e produtos interativos no atual contexto das Tecnologias de Informação e Comunicação. O laboratório sedia o grupo de estudos em Ambientes HiperMídia voltado ao processo de ensino-aprendizagem, credenciado junto ao CNPq.

Eu, Roberto Cavalleiro de Macedo Alves, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina (PósArq / UFSC), sob a orientação da Professora Alice Theresinha Cybis Pereira, PhD., venho realizando uma pesquisa sobre o desenvolvimento e utilização de Objetos Virtuais de Ensino e Aprendizado (Serious games, Realidade Virtual, Realidade Aumentada) com a finalidade de desenvolver habilidades para a realização de projeto colaborativo solicitado pelo processo BIM de projeto, gostaria de sua colaboração para a mesma, através da resposta de um questionário que se encontra em anexo a este e-mail.

Grato por sua atenção.

Roberto Cavalleiro de Macedo Alves (Doutorando)
Alice Theresinha Cybis Pereira, PhD. (Orientadora)

Apêndice C

Questionário anexo ao e-mail de apresentação para os escritórios de projeto em AEC



QUESTIONÁRIO

Nome: _____

Função: _____

Empresa: _____

1) A quanto tempo o BIM foi implantado na empresa?

2) Quais softwares a empresa faz uso? (Pode marcar mais de um)

ArchiCad Revit Vectorworks

Navisworks Solibri Synchro

Outros _____

3) A empresa faz uso de projetos colaborativos entre as disciplinas do projeto?

Sim Não

4) Você poderia colaborar com a pesquisa através de uma entrevista?

Sim Não

Se sim, indique melhor dia da semana e horário para entrevista.

Indique seus contatos: Celular (Whats App), Skype, Outros

Apêndice D

Roteiro de entrevista com escritório de projeto em AEC

Nome:

Empresa:

Cargo/Função:

Questão 1

A quanto tempo a metodologia (processo) BIM foi implantada na empresa e como aconteceu esse processo de implantação?

Questão 2

O que vem sendo desenvolvido utilizando a metodologia BIM?

Objetivo: Detectar o quão experiente a empresa é em desenvolvimento de projetos utilizando BIM. Qual tipo de projetos tem sido desenvolvido refletindo sobre o grau complexidade e se é estatal ou particular.

Questão 3

Quais são os softwares utilizados?

Objetivo: Identificar quais as famílias de software são utilizadas, se todos na equipe utilizam a mesma família.

Questão 4

Quais os profissionais que participam da equipe de projeto em BIM?

Questão 5

Como é a divisão de tarefas?

Objetivo: Identificar os profissionais envolvidos no projeto e como se dá o fluxo de trabalho entre os membros da equipe.

Questão 6

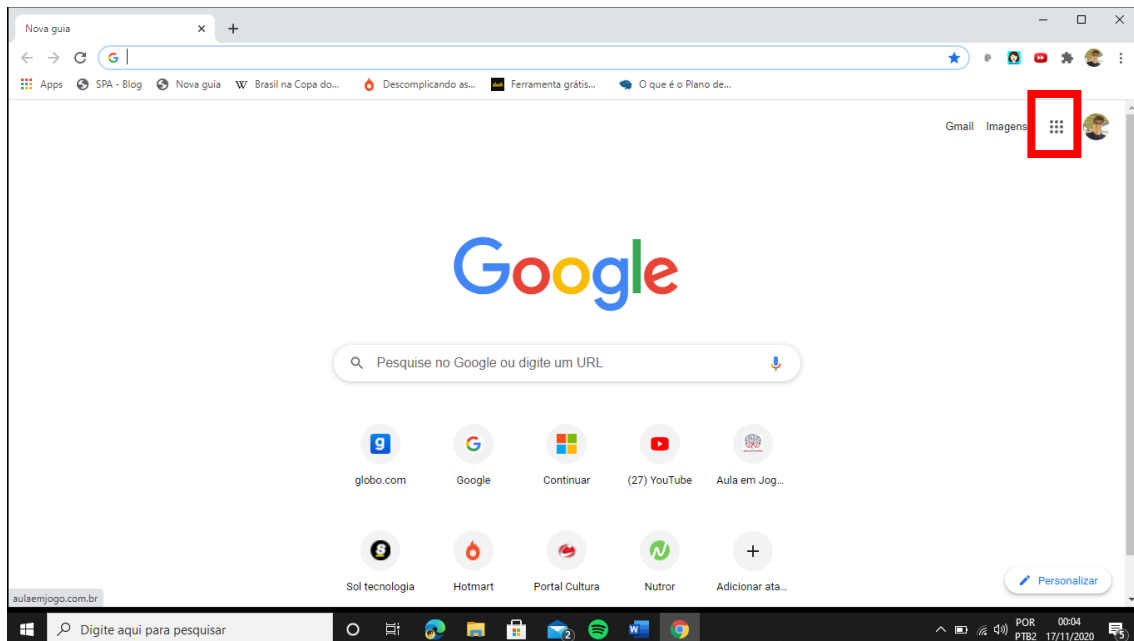
Como acontece a colaboração entre os membros da equipe? (Projeto arquitetônico e projetos complementares)

Objetivo: Identificar a metodologia e a tecnologia utilizada para a troca de informações entre os membros da equipe. Assim como a dificuldade ou facilidade de integrar a equipe

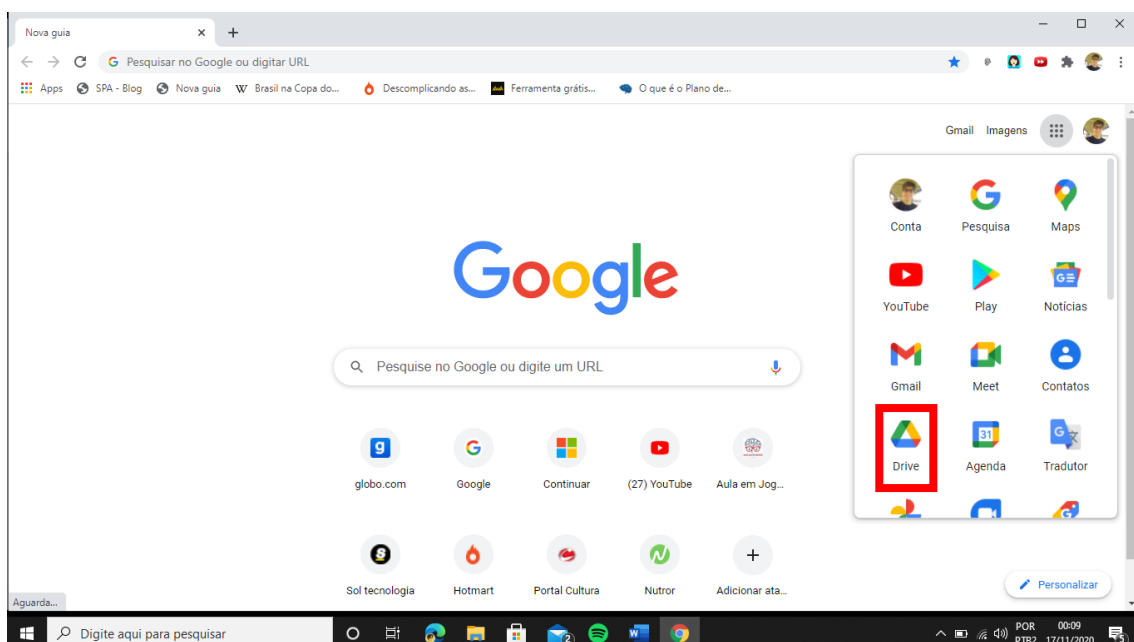
Apêndice E

Tutorial de Instalação e Configuração do *Backup And Sync From Google - (Google Drive)*

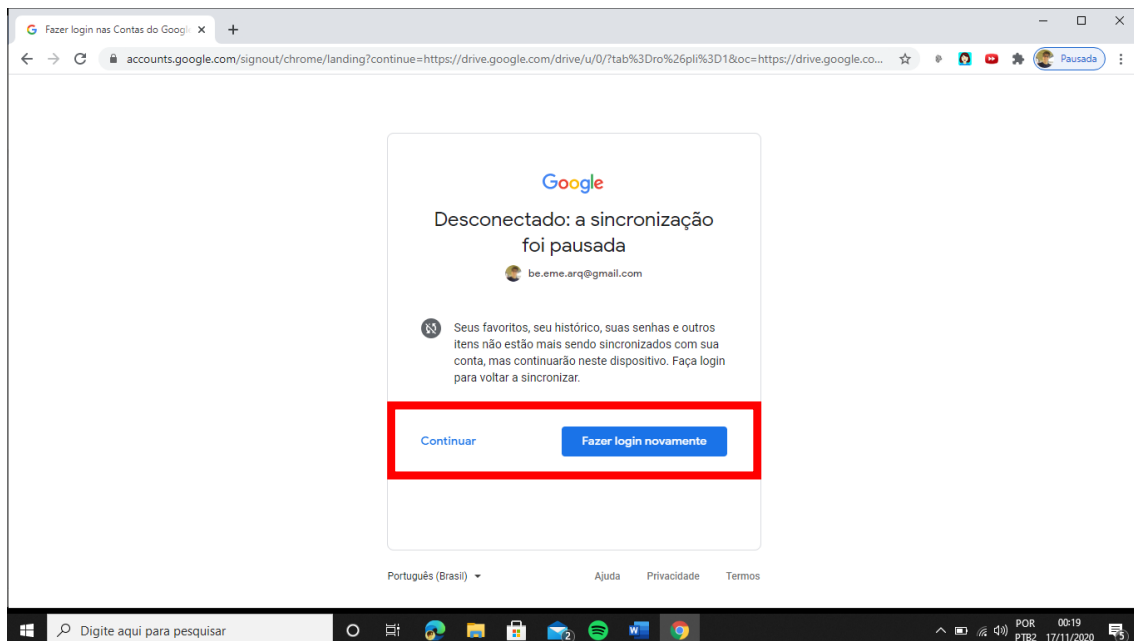
Ao acessar a página do Google na internet, selecione o *Google Apps*, ícone com 9 pontinhos, posicionado na parte superior direita da tela.



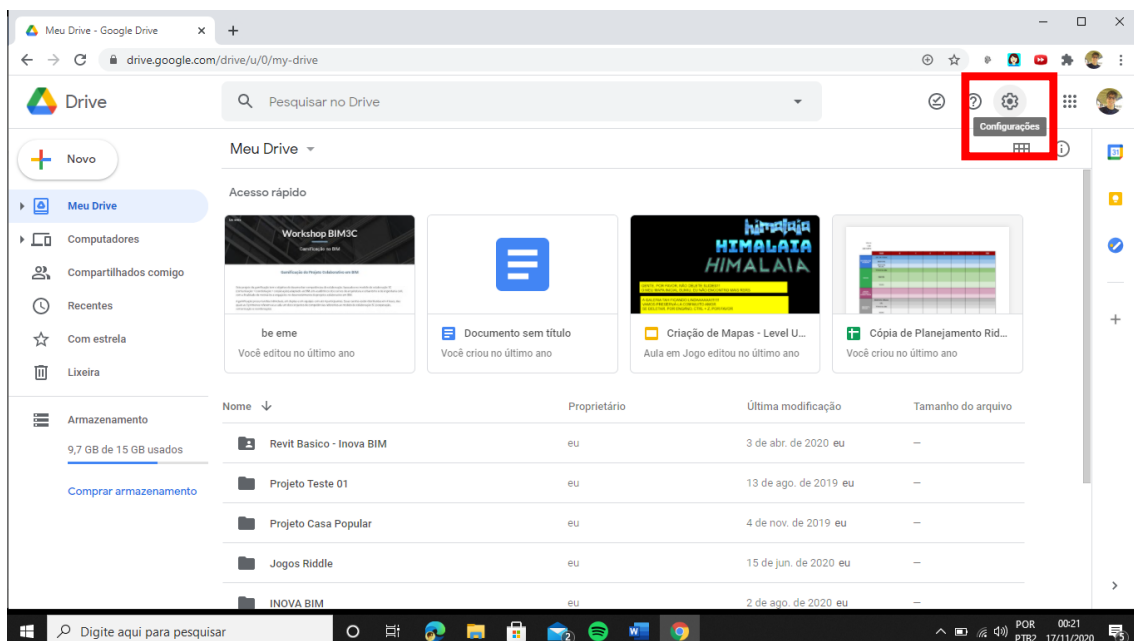
Ao acessar as opções, escolha o ícone do “*Drive*”



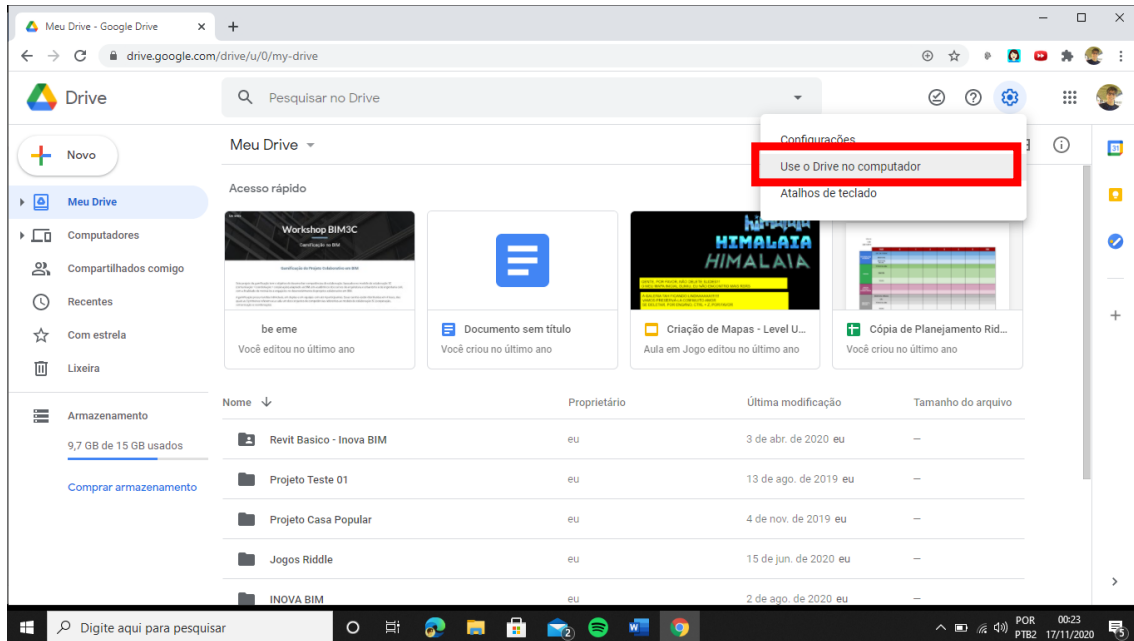
Caso esteja logado, a tela abaixo não deve aparecer. Se não estiver, faça o *login*.



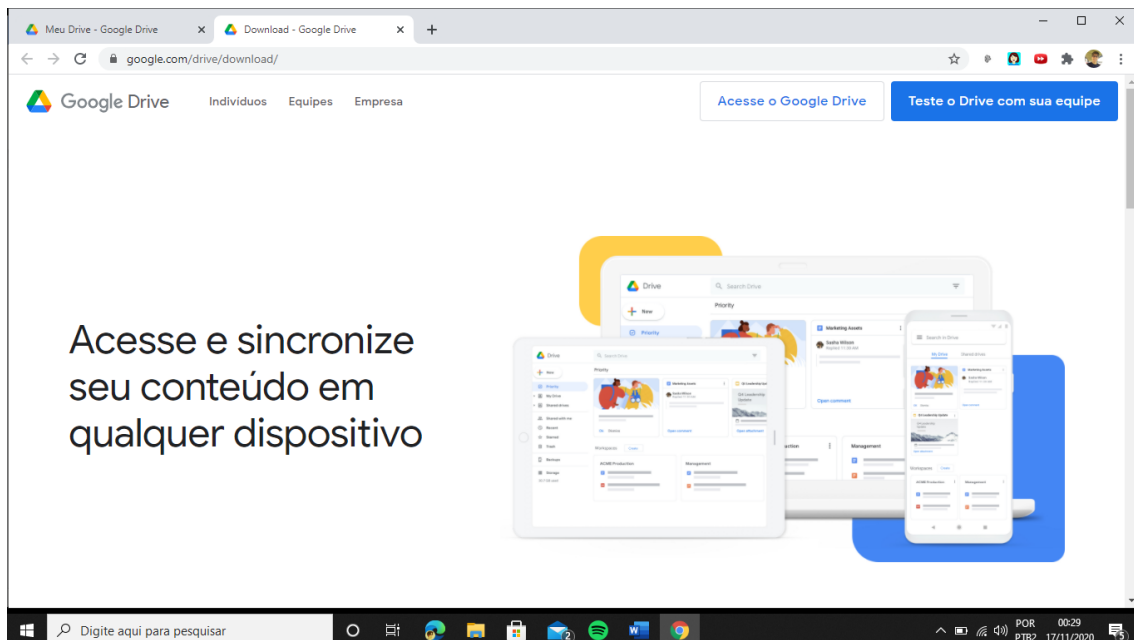
Ao acessar ao *Drive*, selecione a opção “Configurações”



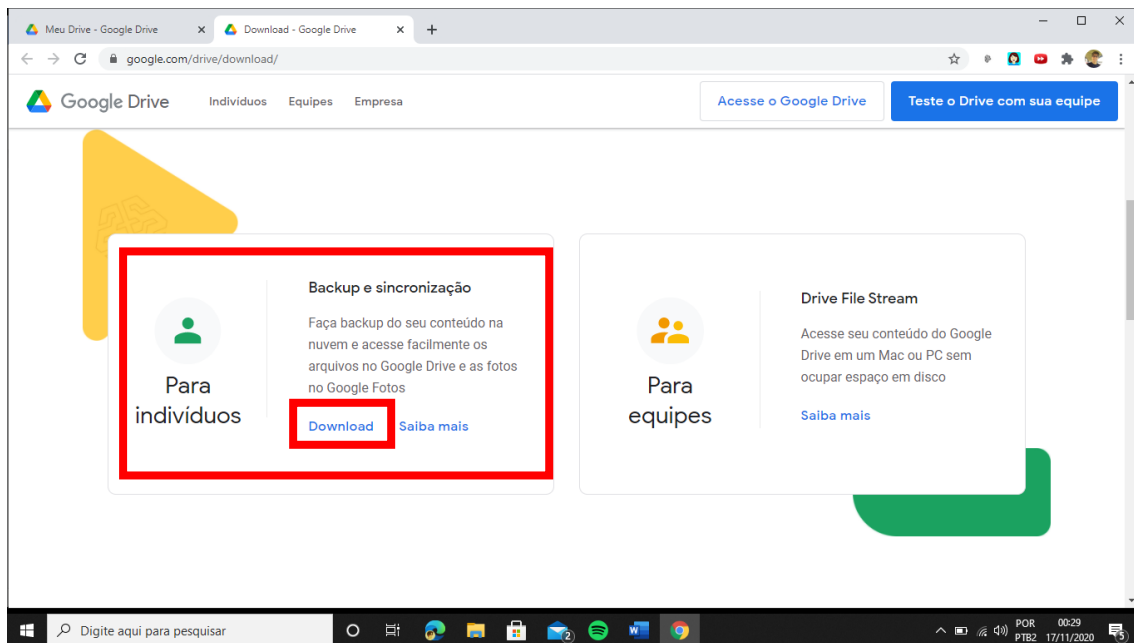
Posteriormente selecione a opção “Use o *Drive* no computador”



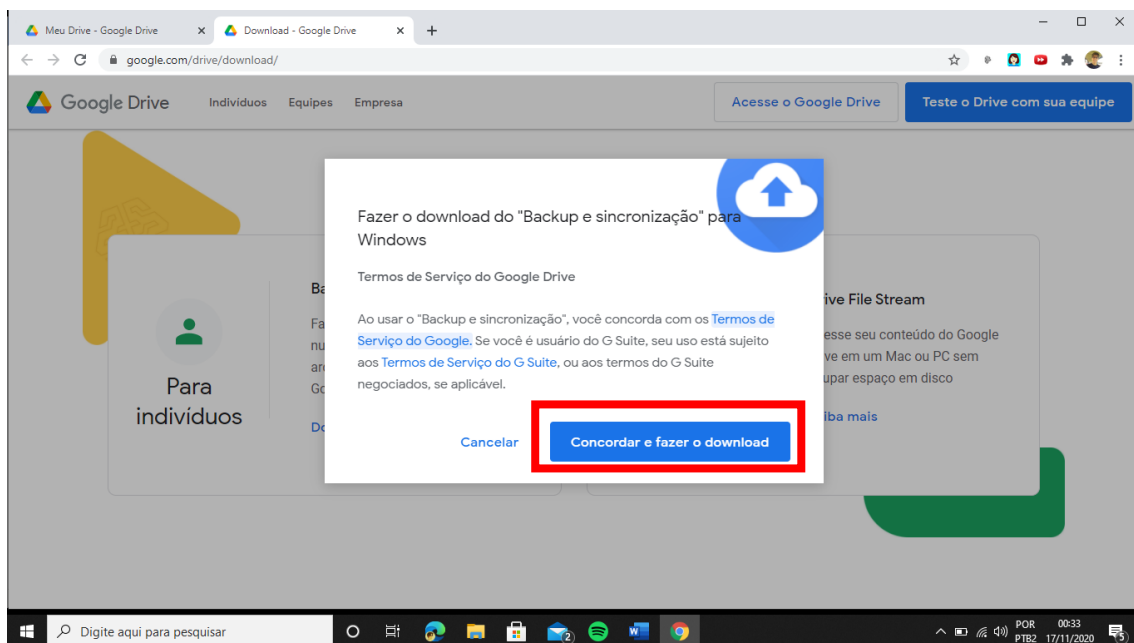
Role a tela para baixo



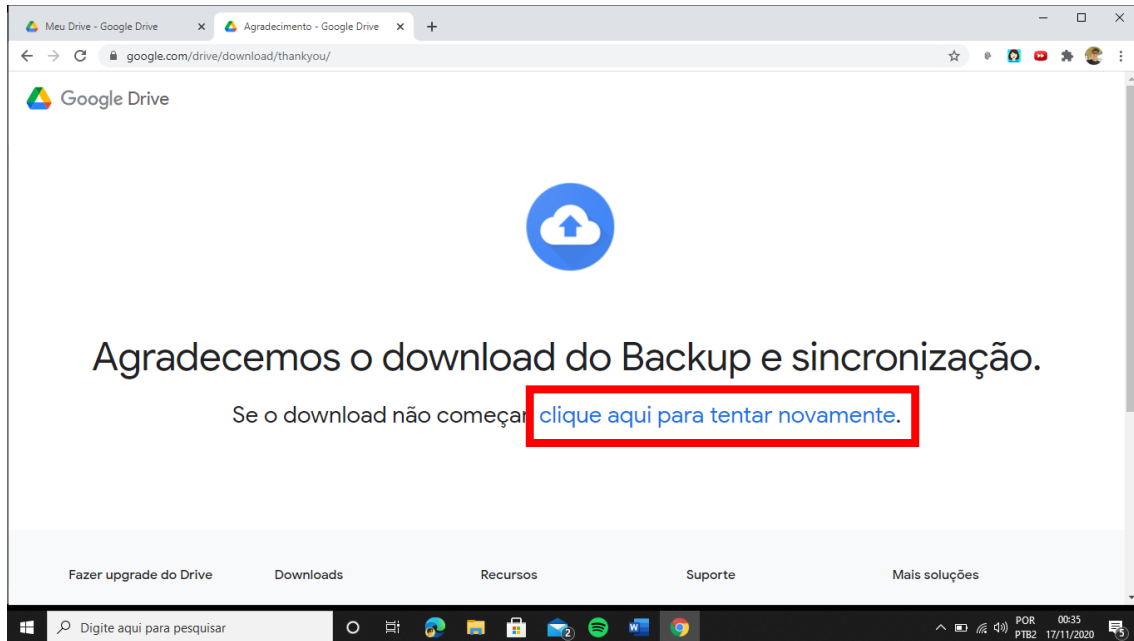
Até que seja possível visualizar “Para indivíduos” e escolha a opção “*Download*”



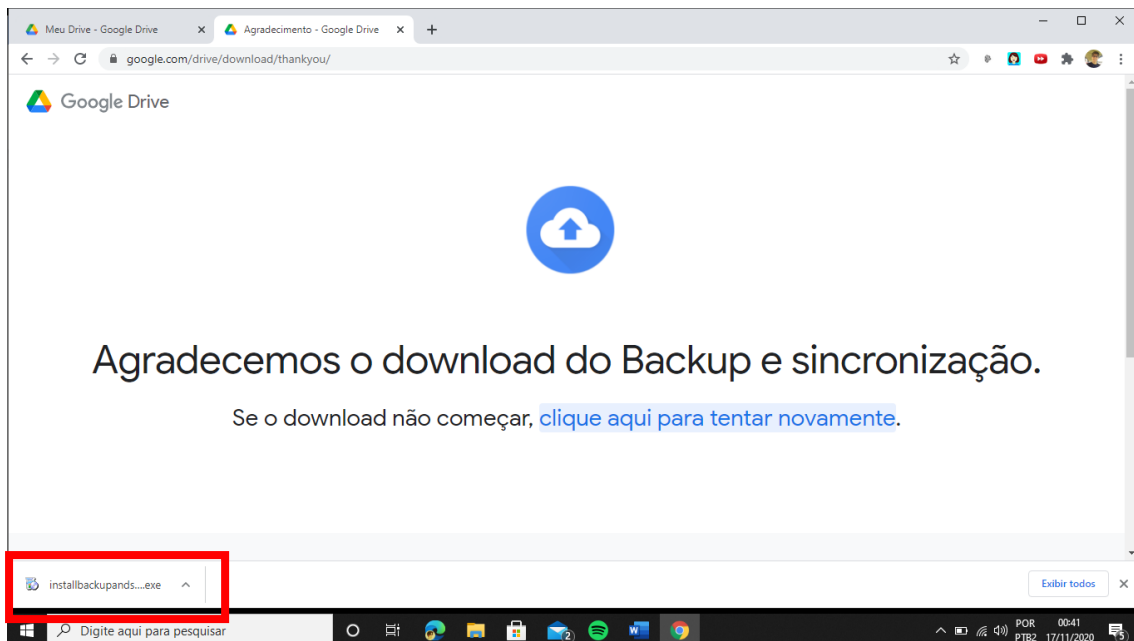
Após ler o “Termo de Serviços Google”, selecione “Concordar e fazer *download*”



Caso o *download* não inicie automaticamente, selecione “clique aqui para tentar novamente”



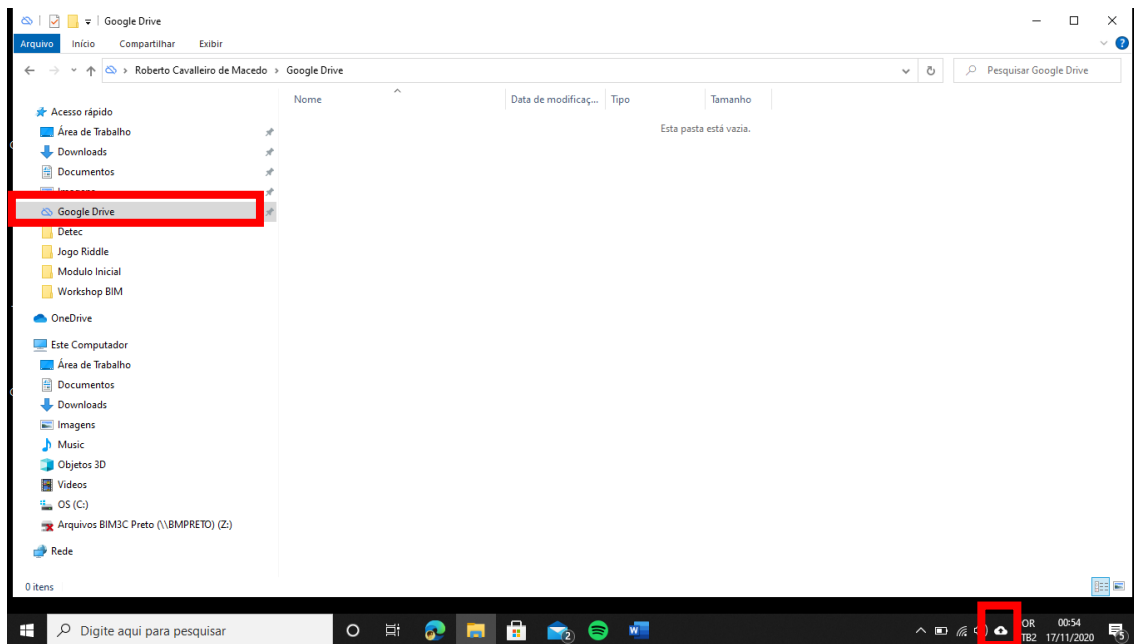
Após o *download* ser finalizado, o arquivo executável, que permite a instalação do programa, aparece no canto inferior esquerdo.



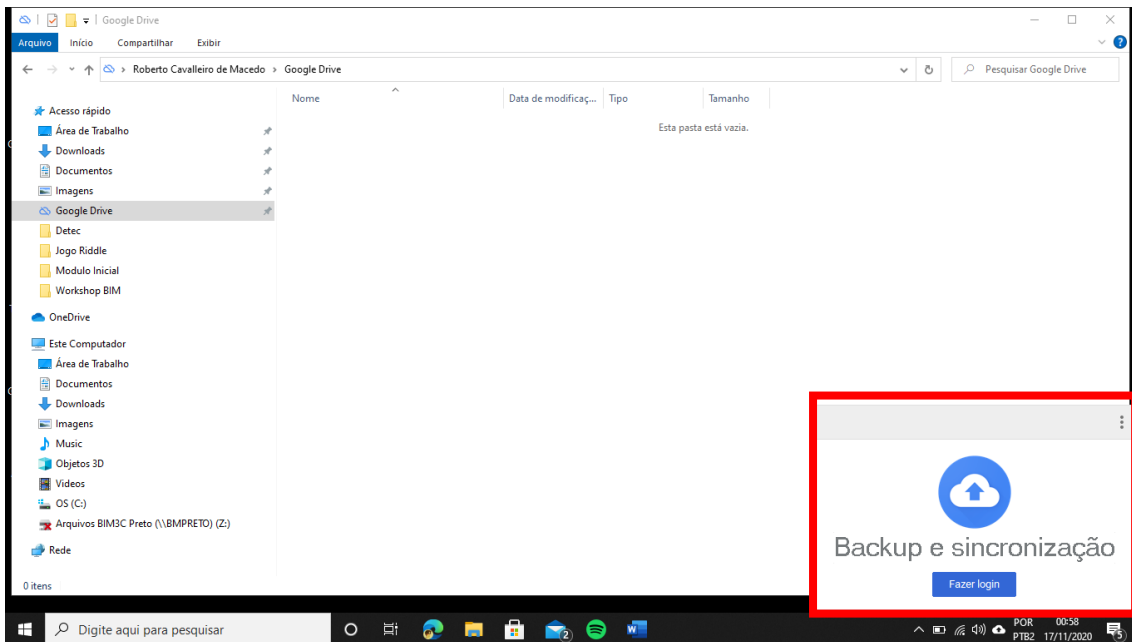
Caso não apareça, acesse ao *Windows Explorer* e procure o arquivo na pasta “*Download*”

Inicie a instalação e siga as instruções.

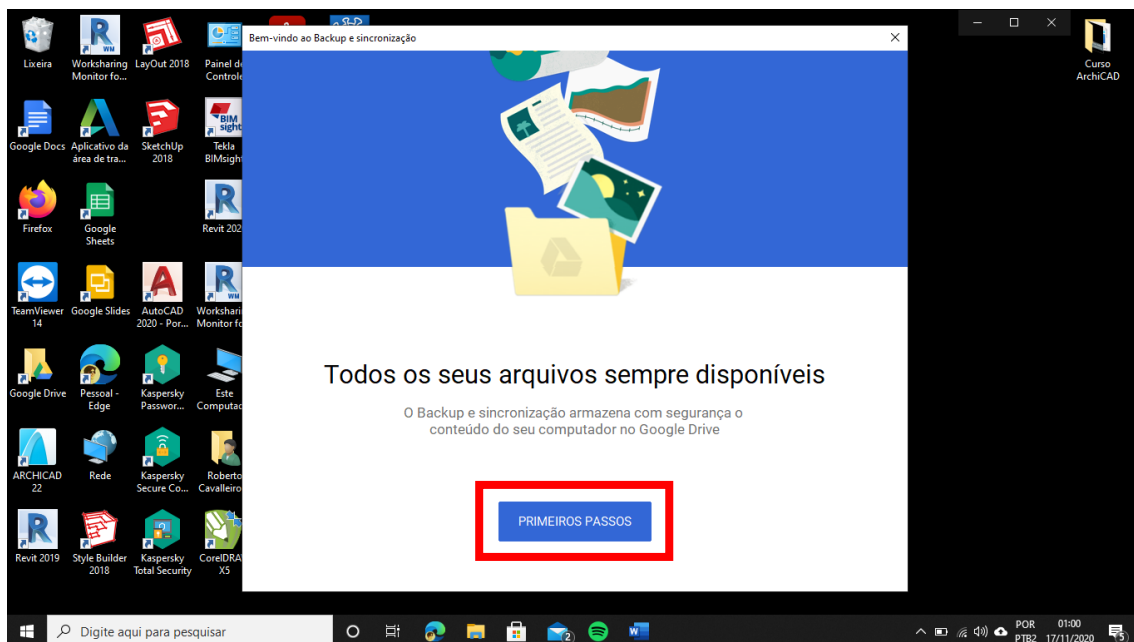
Ao término da instalação aparece o ícone do *Google Drive* na listagem das pastas no *Windows Explorer* e um ícone de uma “Nuvem” (*Backup e Sincronização do Google*) na parte inferior direita da tela.



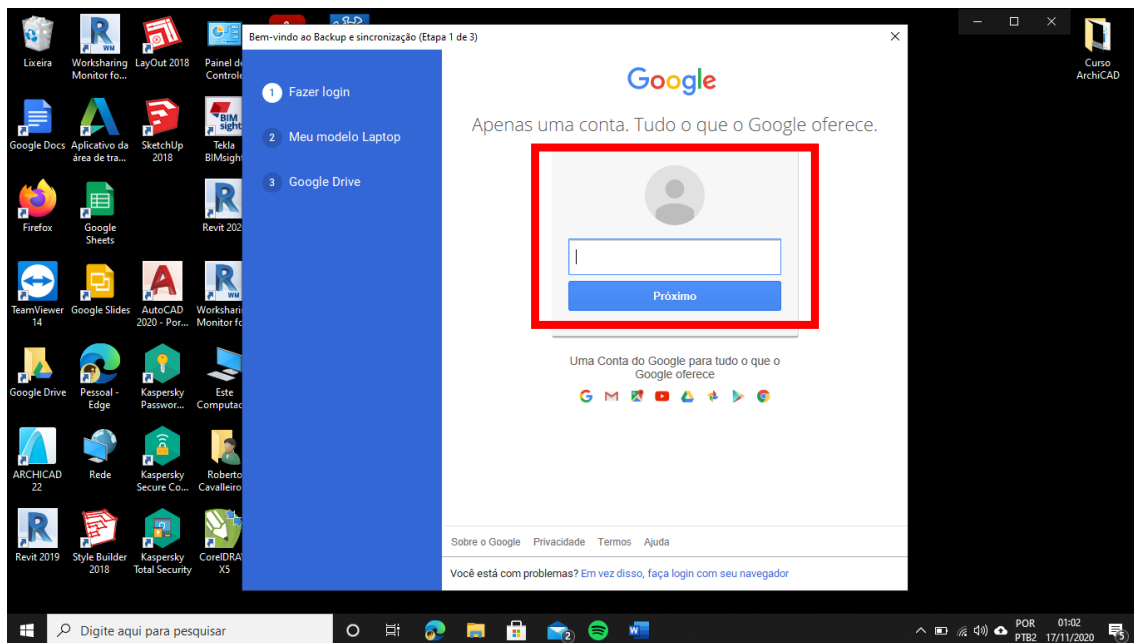
Para configurar a conta Google que estará vinculada, faça o *login* através do ícone da “Nuvem” que aparece na parte inferior direita da tela.



Acesse “Primeiros Passos” para efetuar a configuração em 3 etapas.

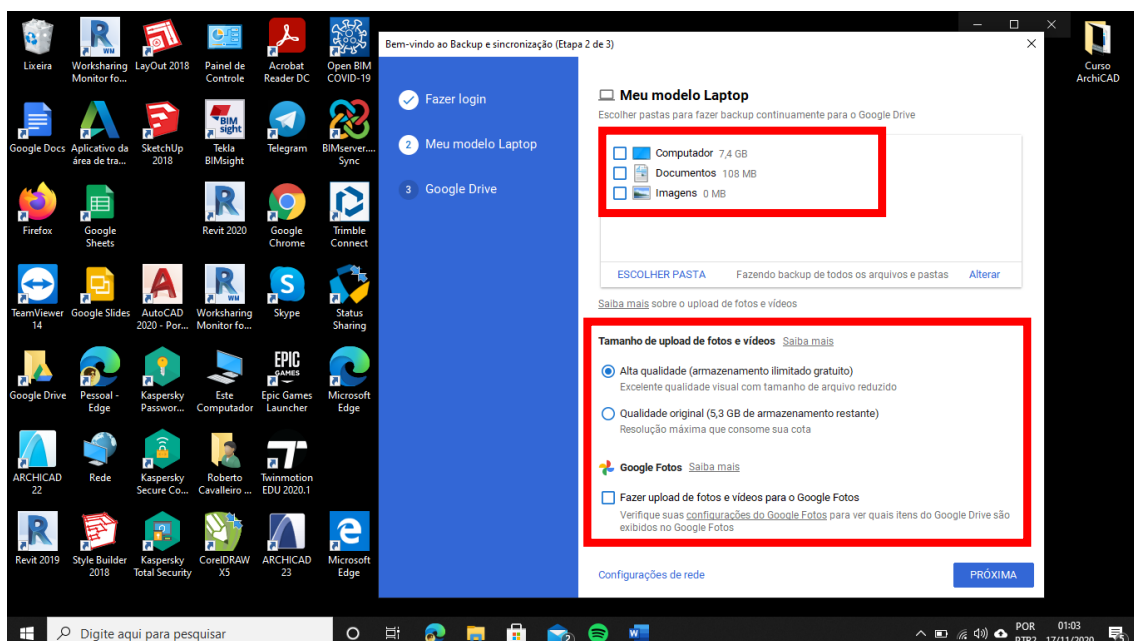


Configure a Etapa 1 – Fazer login: Inclua o *e-mail* que ficará vinculado



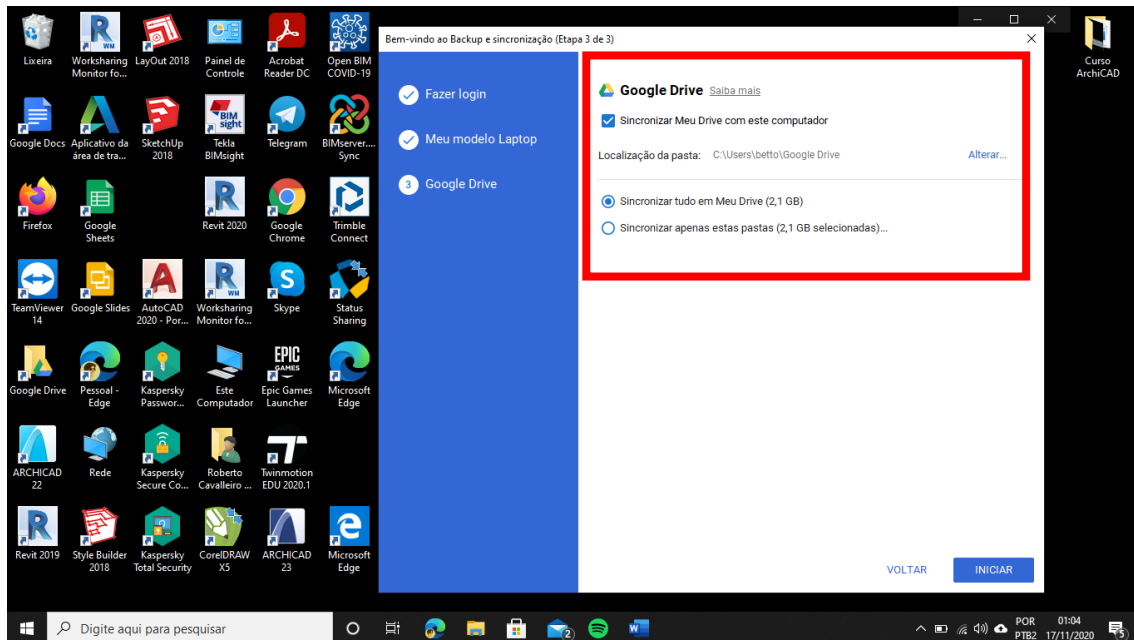
Configure a Etapa 2 – Meu modelo *Laptop*.

Vale ressaltar aqui, que essas escolhas de configurações podem variar conforme a necessidade de cada usuário, porém a configuração sugerida atende de forma satisfatória.



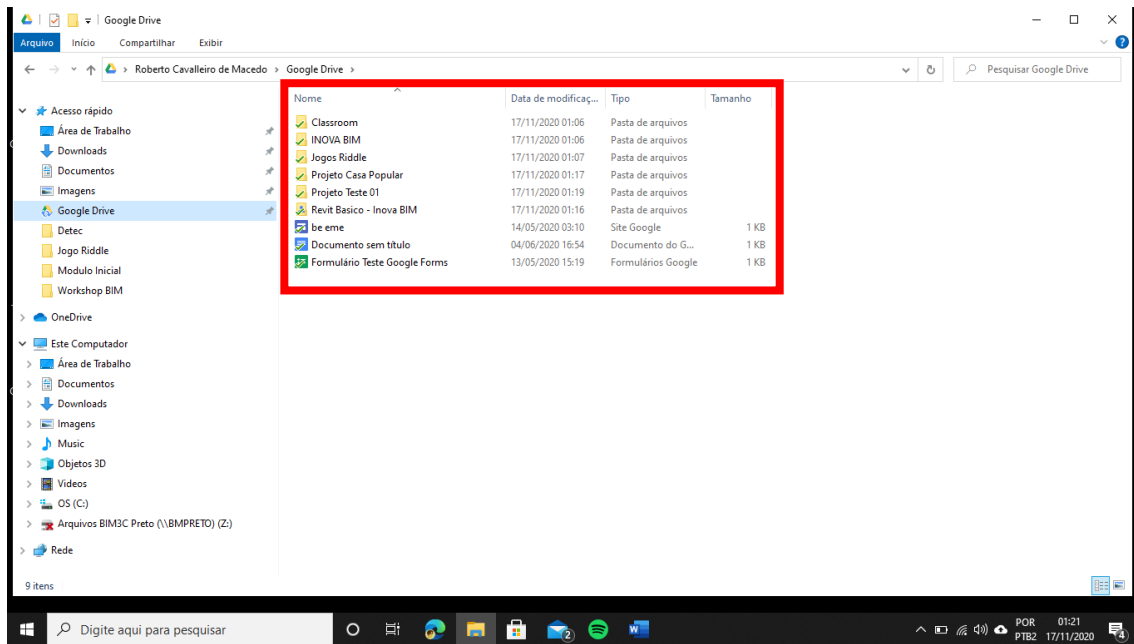
Pode ser necessário criar uma pasta para que seja um local de *backup* no computador. Foi preferível não criar, pois nesse caso não existe interferência.

Configure a Etapa 3

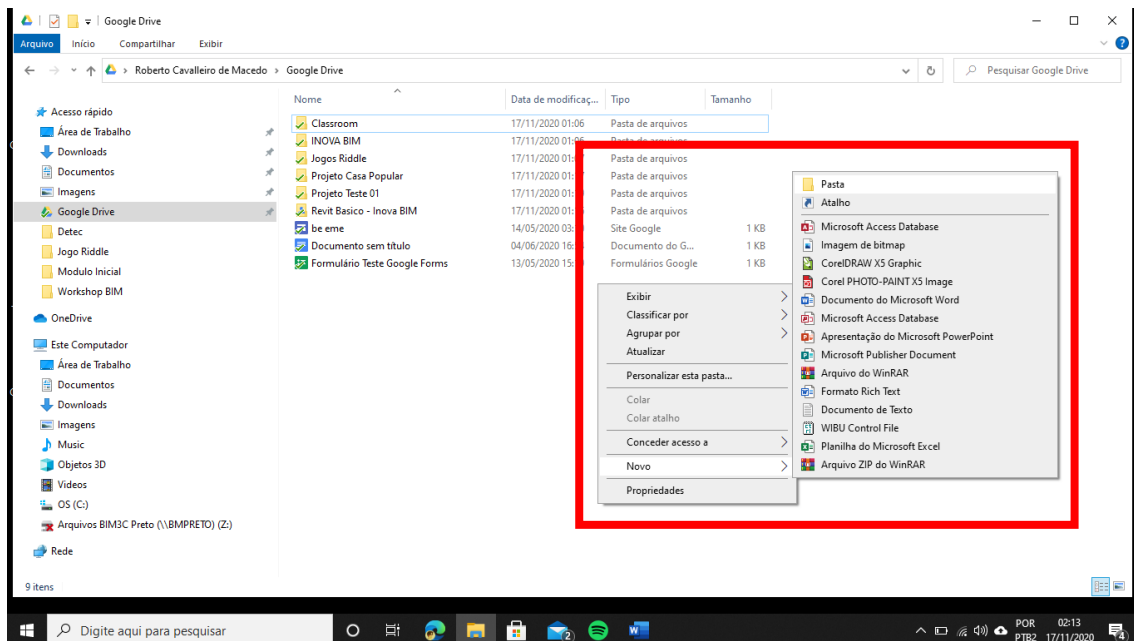


Após selecionar “INICIAR” o Google irá sincronizar para o seu computador todas as pastas e arquivos que estão no Google *Drive*. Este procedimento pode durar um tempo considerável. No ícone de “Nuvem” na parte inferior direita a seta vira um círculo girando, indicando que a sincronização está sendo realizada.

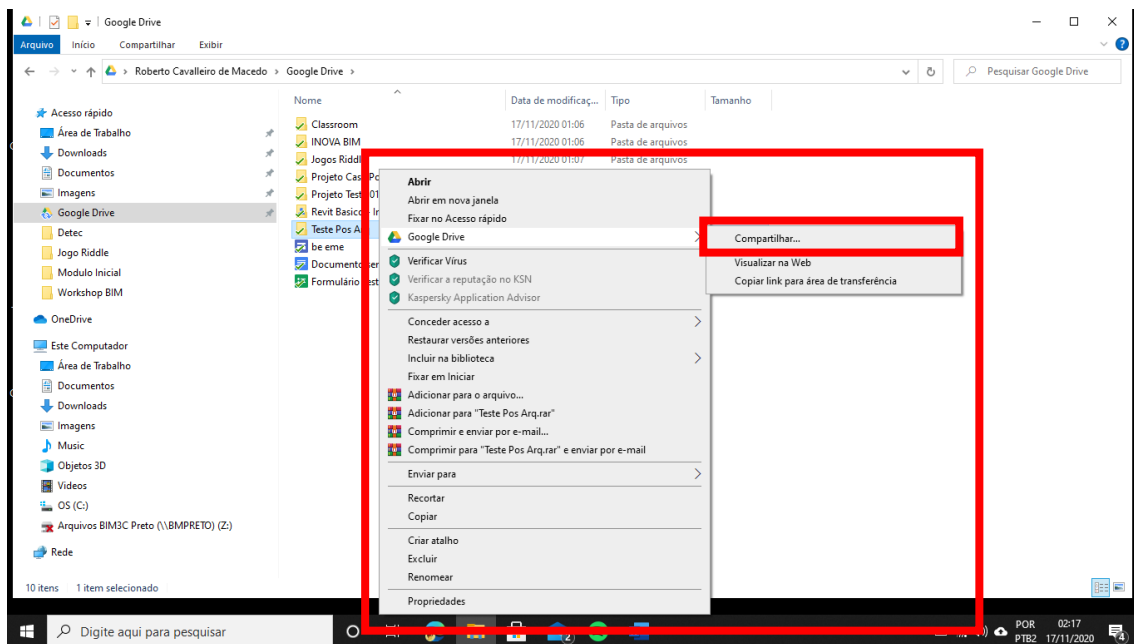
Ao término da sincronização, as pastas e arquivos que estão no Google *Drive* aparecem na listagem do *Windows Explorer*



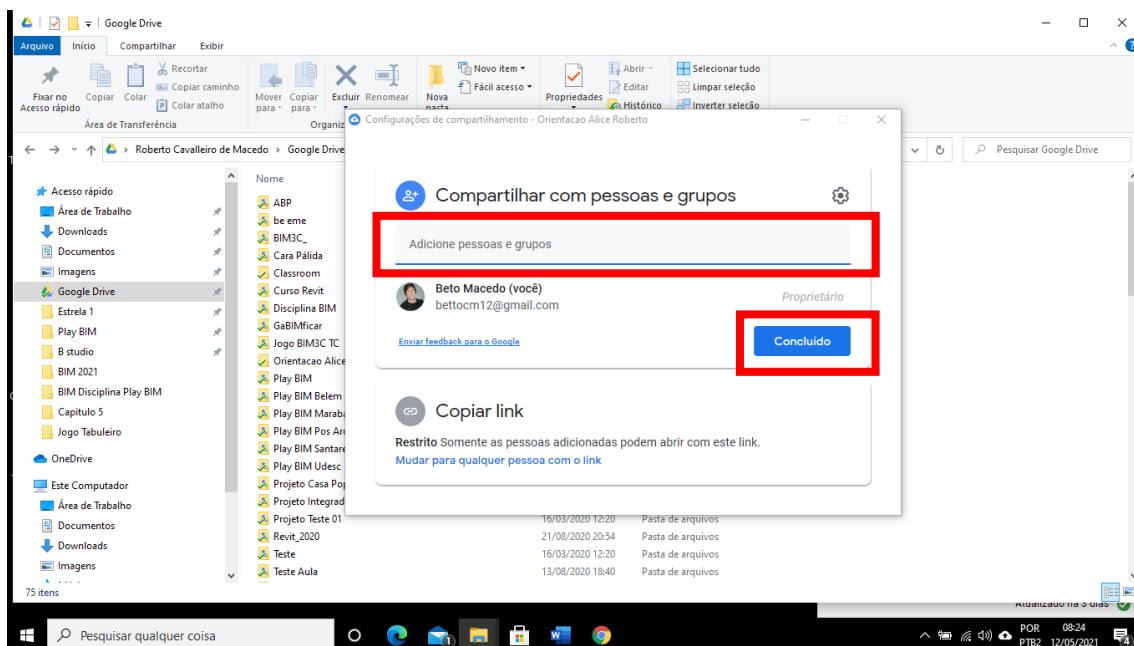
Após a configuração concluída, o processo de criação e manipulação de pastas e armazenamento de arquivos no Google *Drive* segue o processo tradicional do Windows *Explorer*.



Para compartilhar uma pasta ou arquivo pessoal com outras pessoas. Faça a seleção desta, clique com o botão direito do mouse e escolha “Google *Drive*” e depois “Compartilhar”.

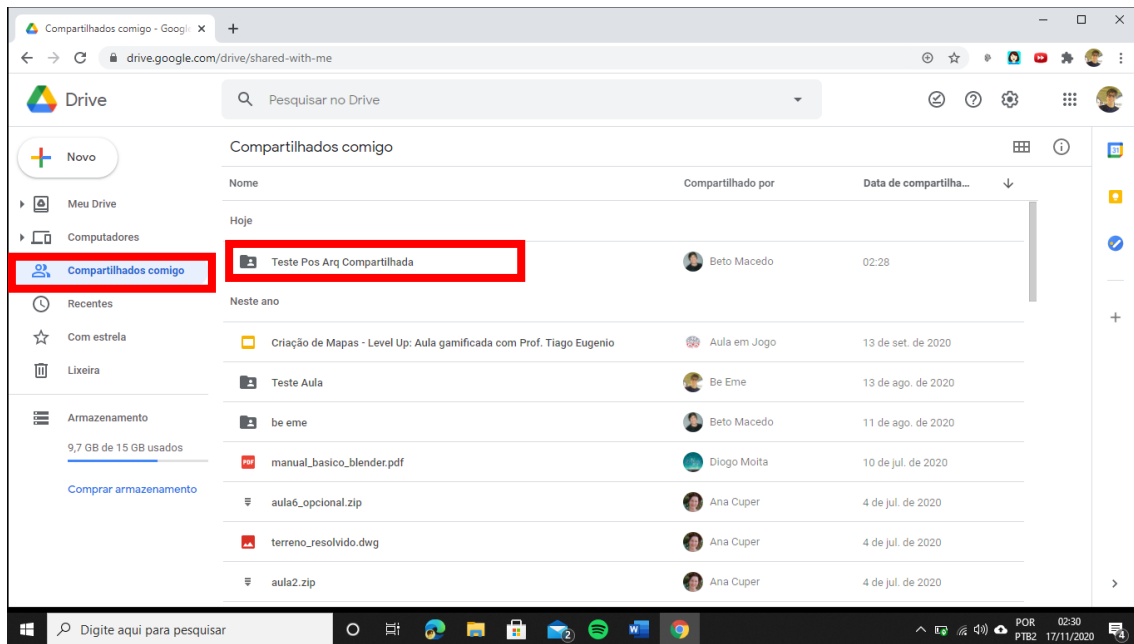


Inclua as pessoas e/ou grupos com quem irá compartilhar e selecione “Concluído”

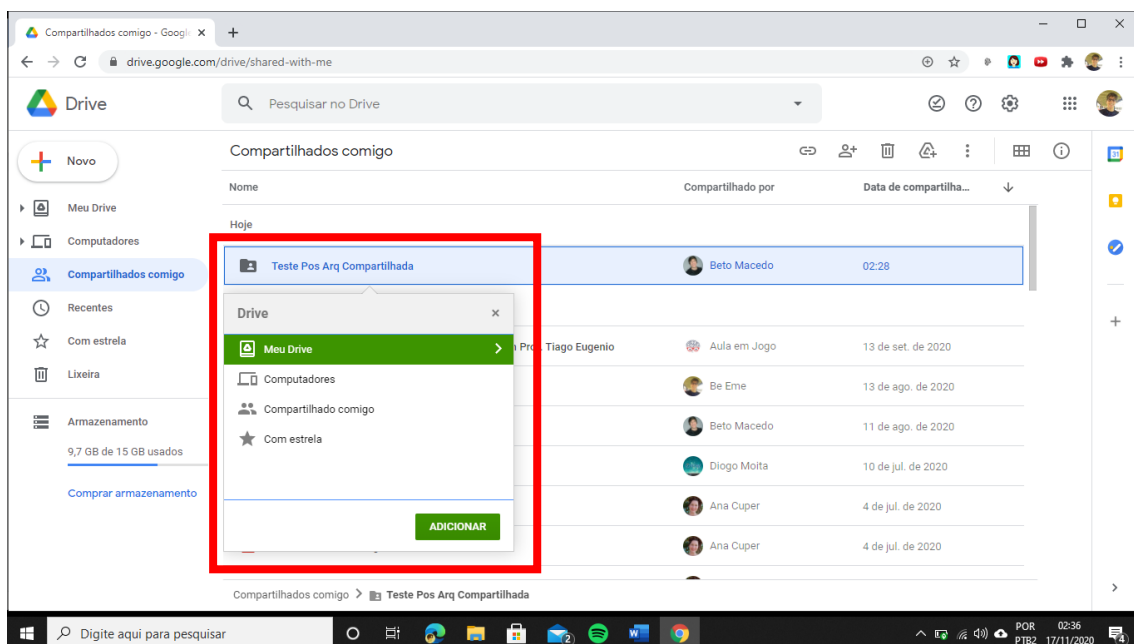


Para fazer uma pasta e/ou arquivo compartilhada com você aparecer no Windows Explorer, através do ícone do Google Drive.

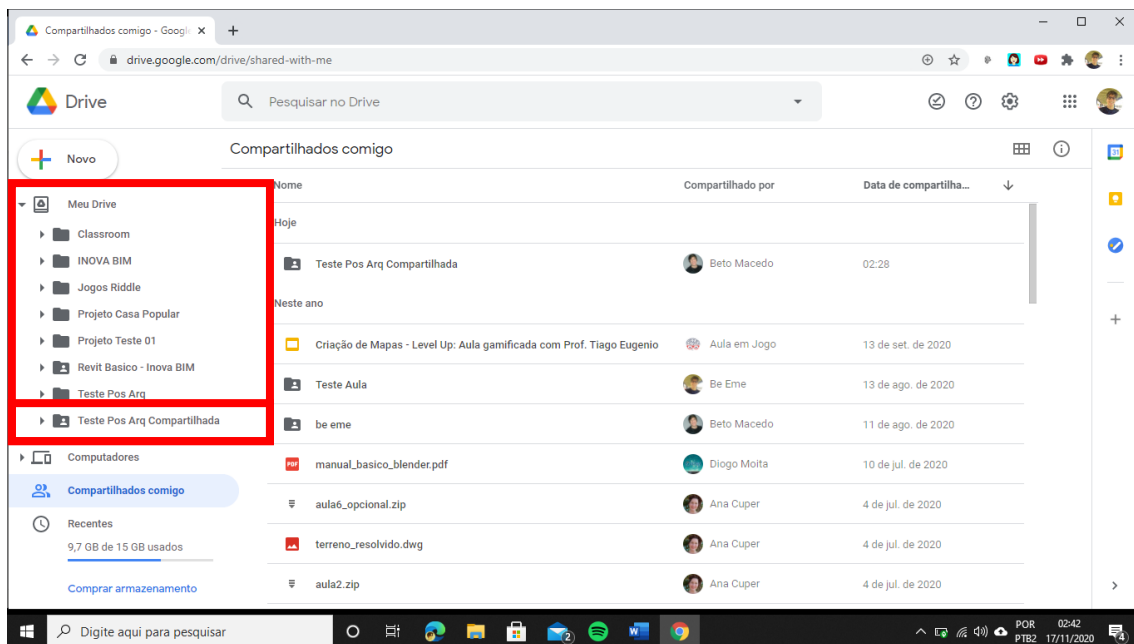
Accesse o app “Drive” pela web, selecione a pasta “Compartilhadas comigo” e posteriormente a pasta e/ou arquivo desejado.



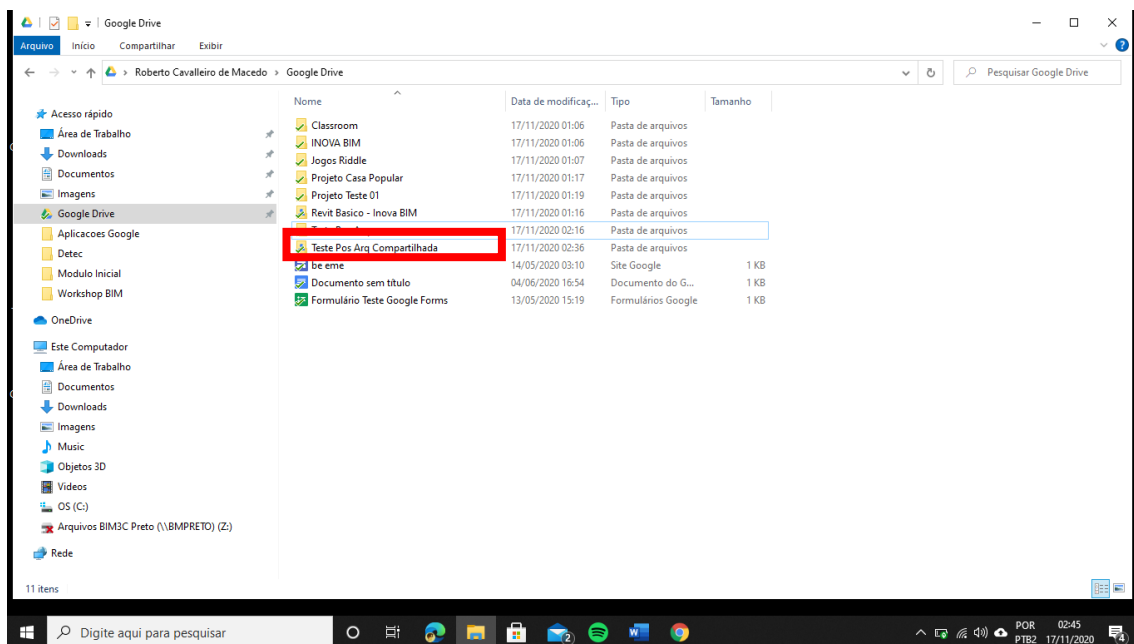
Com a pasta compartilhada selecionada tecle “SHIFT Z” e selecione “Meu Drive” e “Adicionar”



A pasta e/ou arquivo compartilhada continua aparecendo na pasta “Compartilhados comigo”, porém aparece também em “Meu Drive”



E já estará disponível para ser visualizada pelo Windows *Explorer*



Apêndice F

Tutorial de criação de um Jogo *Riddle* no Google Sites

Precisa ter uma conta gmail

Acessar - sites.google.com

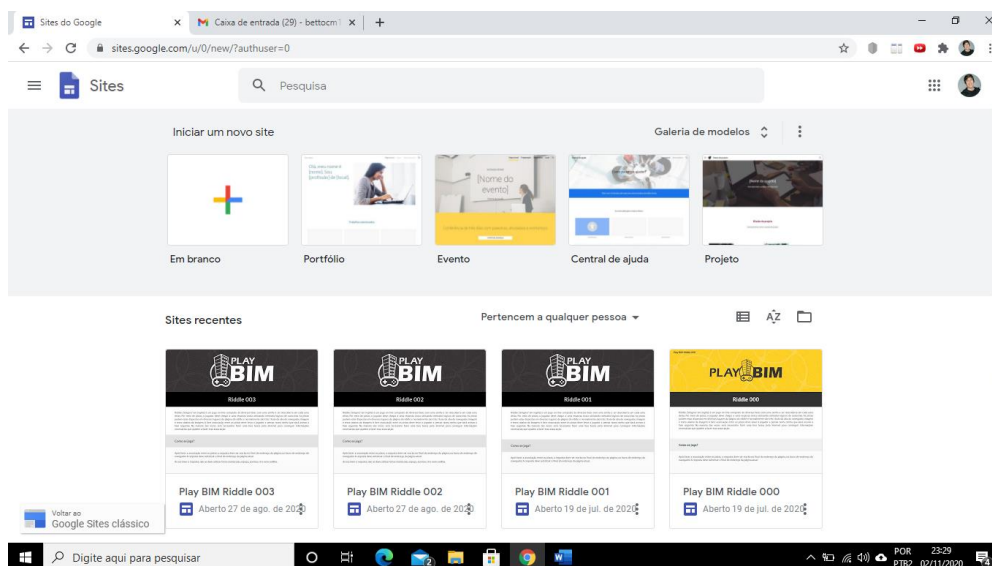
Parte de cima:

Botão (+) Em branco – Inicia um site em branco

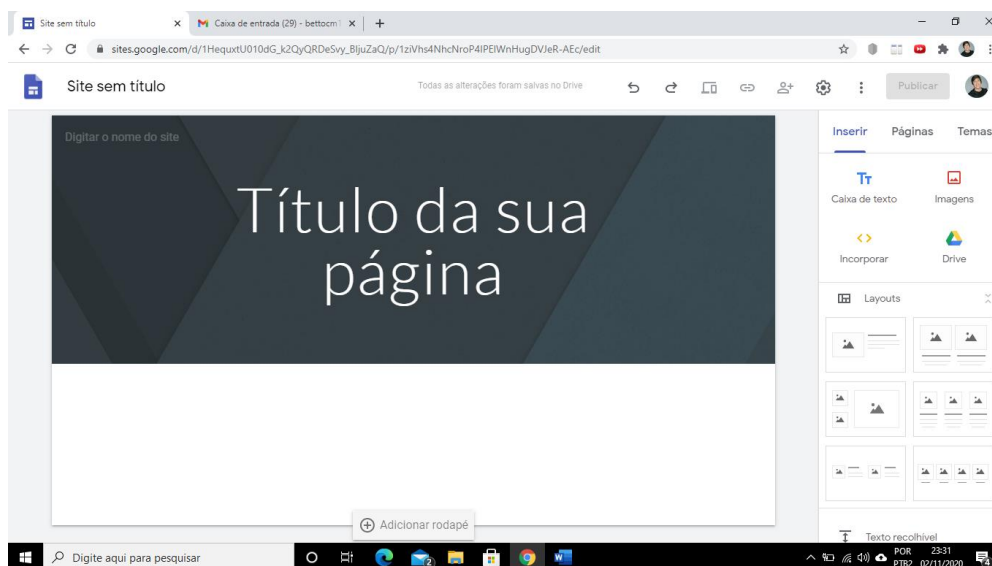
Ao lado do botão – *Templates* pra auxiliar a criação de sites

Parte de baixo:

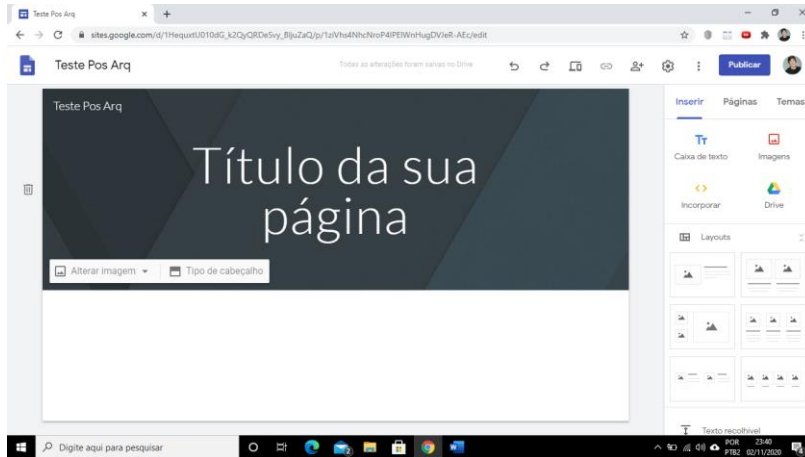
Os últimos sites desenvolvidos pelo usuário gmail



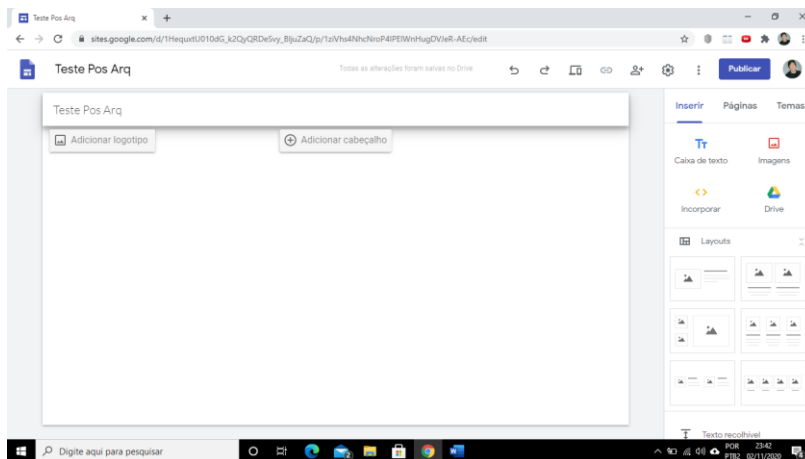
Para iniciar selecione botão “**Em Branco**”



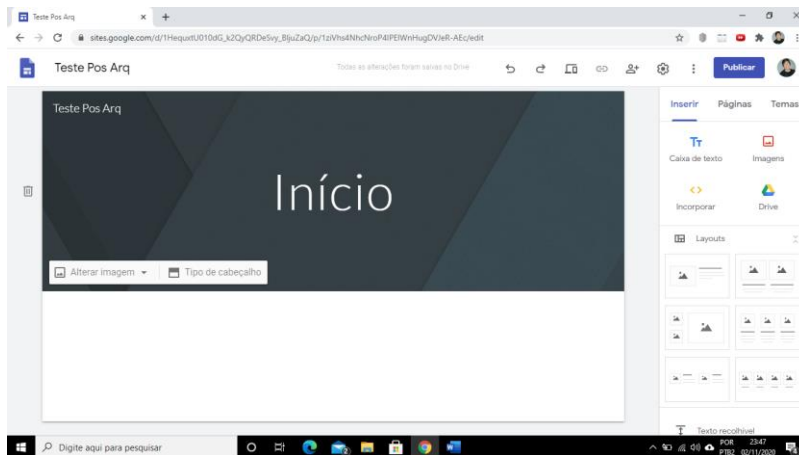
Em “Site sem título” inclua um nome para o site (**Teste Pos Arq**)
 Esse texto será replicado no canto superior esquerdo do cabeçalho
 Ao passar o *mouse* no cabeçalho aparece ao lado, uma lixeira, que pode ser utilizada para apagá-lo.



Para adicionar o cabeçalho novamente, passe o *mouse* no título e clique em “**Adicionar cabeçalho**”



O Cabeçalho, permite:
 Editar ou apagar o texto (no nosso caso será apagado)
 Alterar a imagem

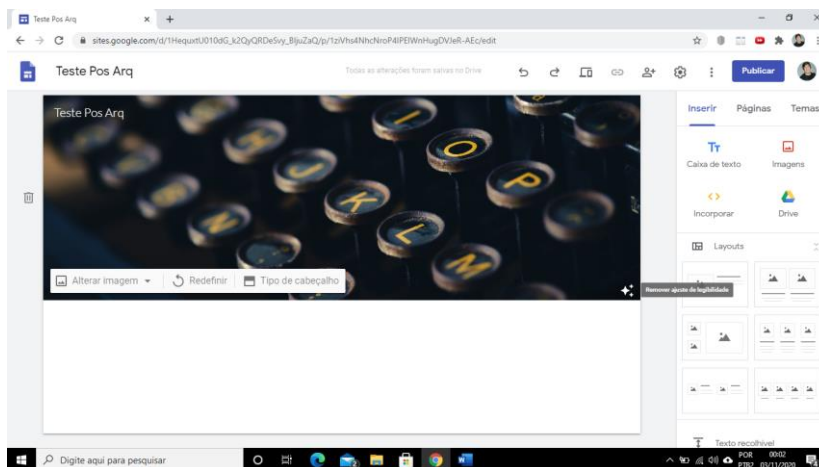


Ao selecionar “Alterar imagem”

Pode:

Fazer *Upload* (um arquivo do computador)

Selecionar imagem ... de uma nova listagem que se abre (Nossa opção)
Da Galeria



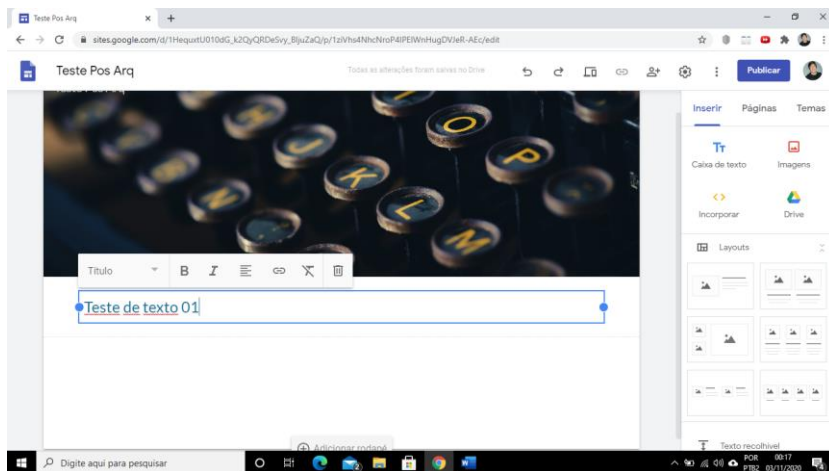
Existe um botão no canto inferior direito do cabeçalho que permite trabalhar a **legibilidade da imagem** (Clarear ou escurecer a imagem). No nosso caso, como não deixaremos texto sobre a imagem, pouco vai interferir.

No lado direito possui uma “Barra Lateral” com comandos para serem usados na configuração do site
Inserir / Páginas / Temas

Opção: **Inserir** (Barra Lateral)

Caixa de Texto

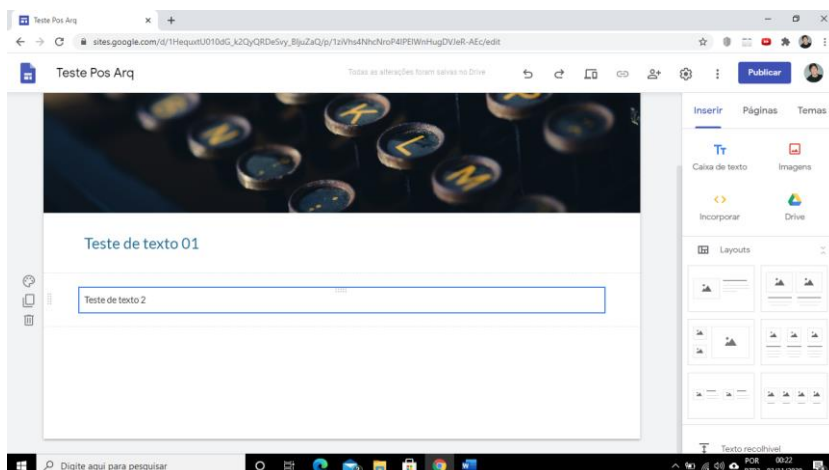
Inclui uma caixa de texto



Na opção “Título” pode escolher entre alguns tamanhos pré-definidos

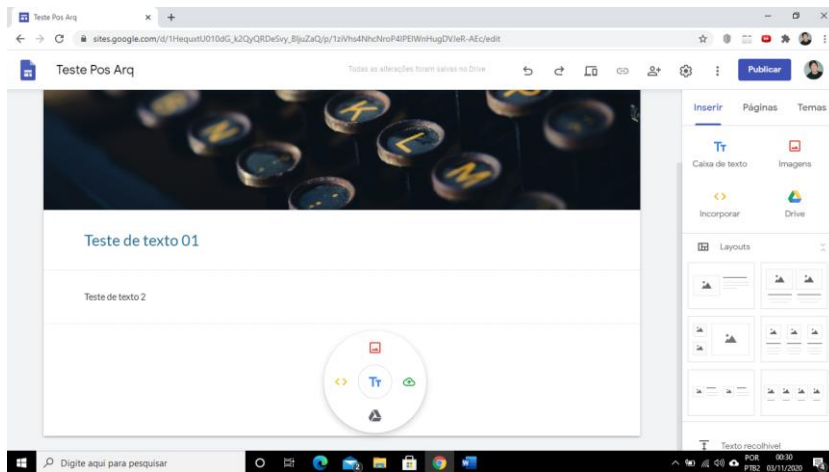
Ao incluir uma segunda Caixa de Texto

Cada uma fica em uma seção diferente



Pode alternar a posição da caixa de texto entre seções ou dentro da própria seção, se for o caso. Basta selecionar a Caixa de Texto e mover conforme a necessidade.

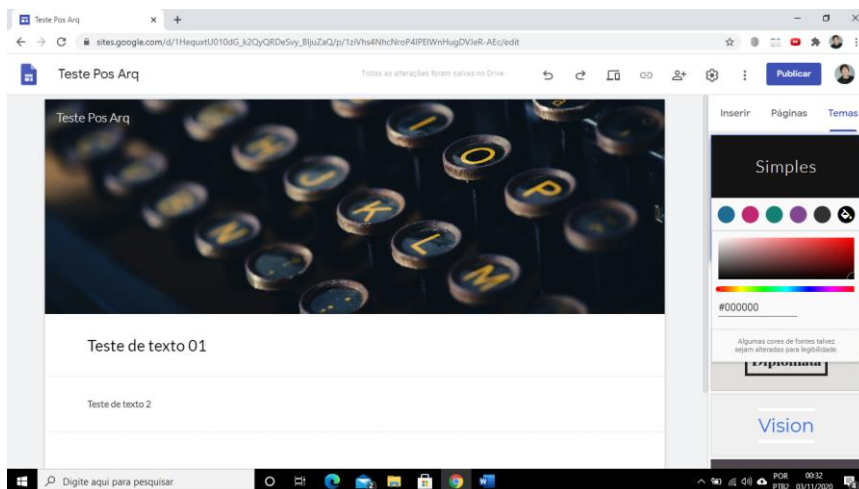
Existe uma segunda forma de incluir esses componentes, através de um “Duplo Click” com o botão do mouse em uma parte em branco logo abaixo da última seção. Aparecerá um ícone com as 4 opções iniciais do “Inserir” (Caixa de Texto, Imagem, Incorporar, Drive) e uma quinta opção (Upload)



Os procedimentos para inclusão de “Imagens” são semelhantes (Iremos ver mais adiante)

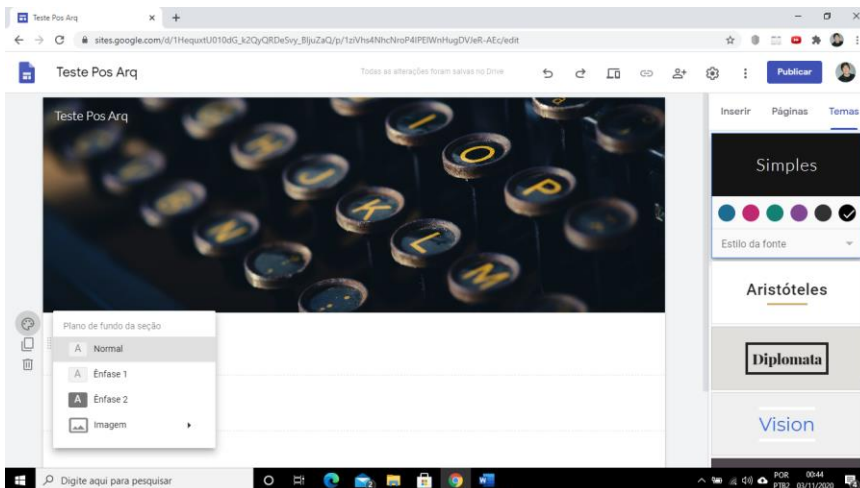
Opção: **Tema** (Barra Lateral)

Define o estilo de fonte e a cor do site



No nosso caso vamos escolher o modelo “**Simples**” com a cor “**Preta**” através do misturador (Última opção das cores). **Código da cor (#000000)**. Para compor basta arrastar as bolinhas existente dentro das duas barras coloridas existentes.

Ao selecionar uma seção aparecem “Botões” na lateral. O primeiro permite -Editar o Plano de Fundo da seção.

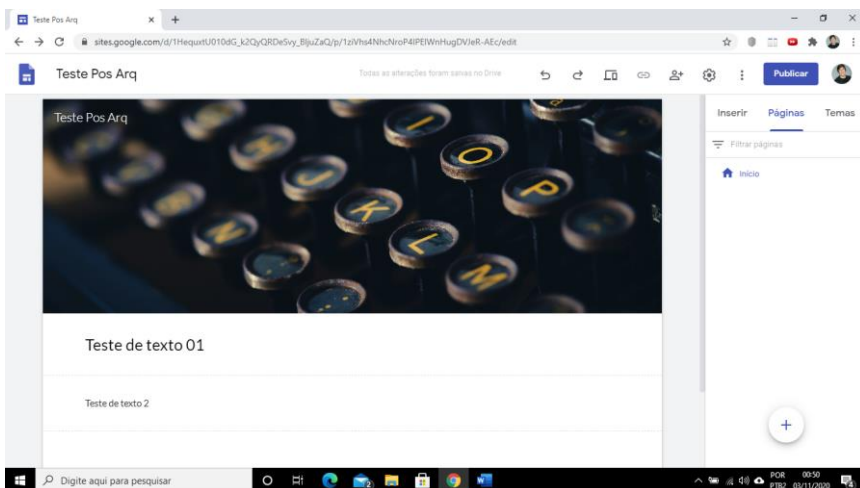


Vamos montar as outras páginas do site (*Riddle*) e depois retornamos para página inicial

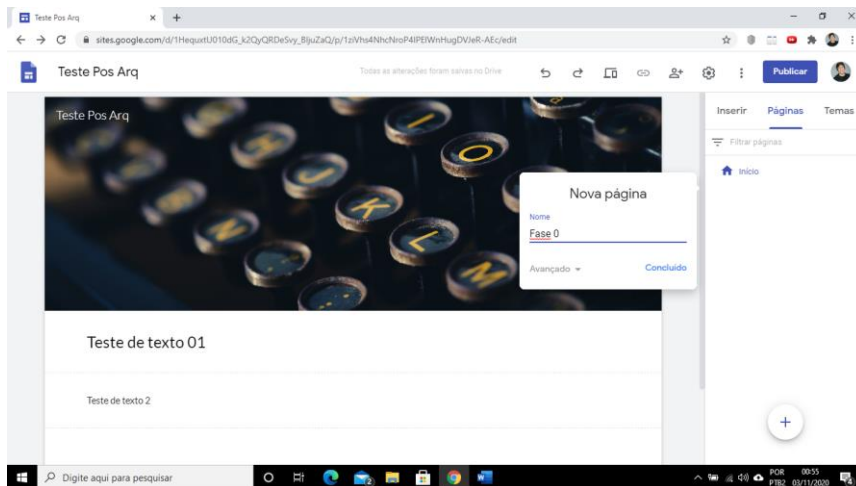
Montando as páginas

Opção: **Página** (Barra Lateral)

Para adicionar uma página Nova
Click no “+” no final da (Barra Lateral)



Abre uma caixa “Nova página”
Dê o nome de (Fase 0)



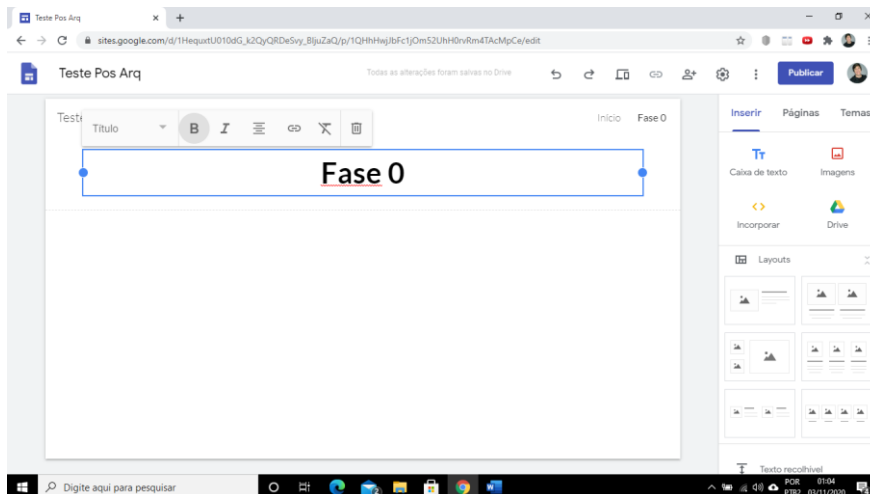
E Click em “Concluído”

Se tiver o cabeçalho (apagar) todas as informações

Inserir / Caixa de Texto

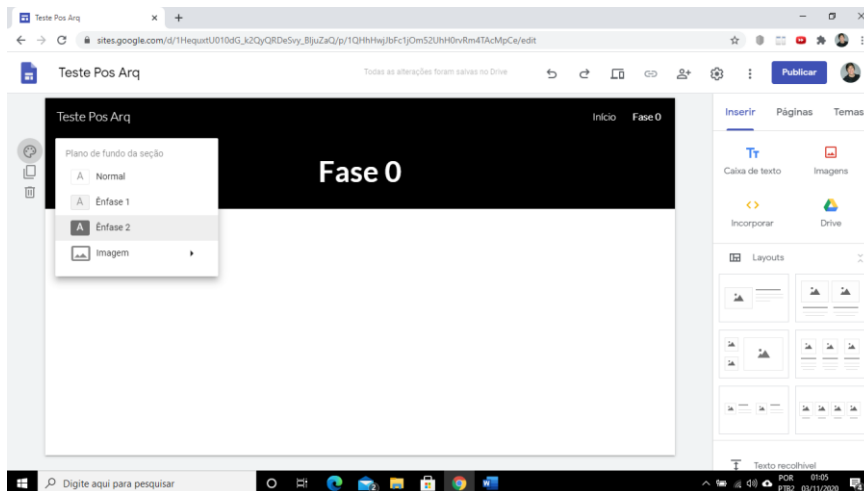
Colocar o texto (Fase 0)

Escolhe a opção “Título” para o tamanho da fonte e “Centralizar” o texto.



As páginas do *Riddle* são “Pretas”

Posicione o *mouse* sobre o texto da seção e na opção lateral escolha “Ênfase 2”

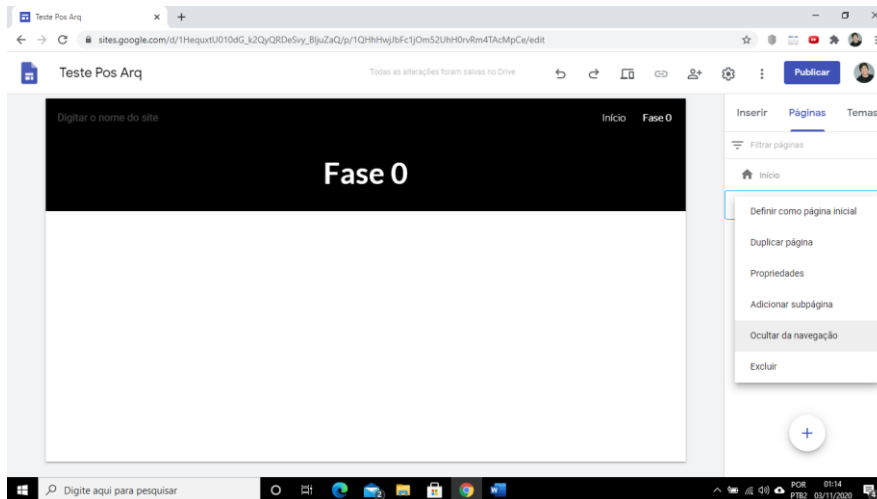


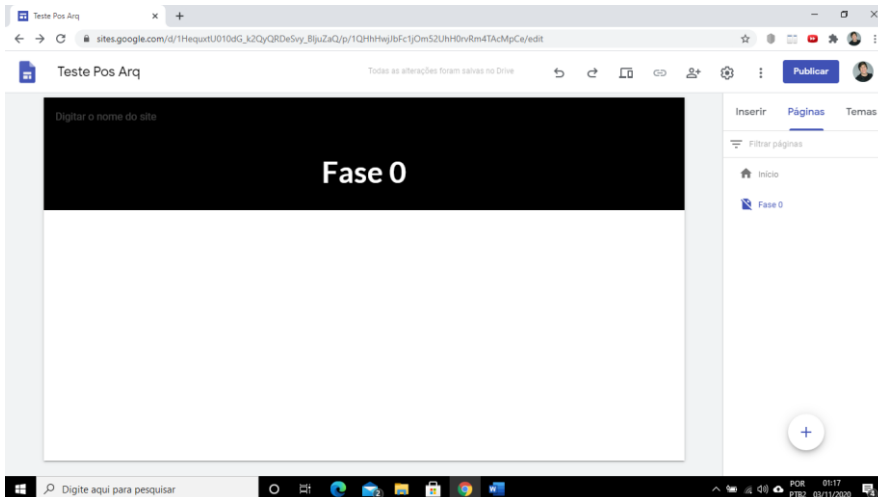
Ficam aparecendo textos, do título no canto superior esquerdo e o “Menu” do canto superior direito. Ambos devem ser apagados.

O “Título” basta apagar normalmente. Selecione o texto e delete.

Para apagar o “Menu”

Na listagem de páginas ao lado, seleciona a página e click nos “3 pontinhos” e escolha “Ocultar da navegação”





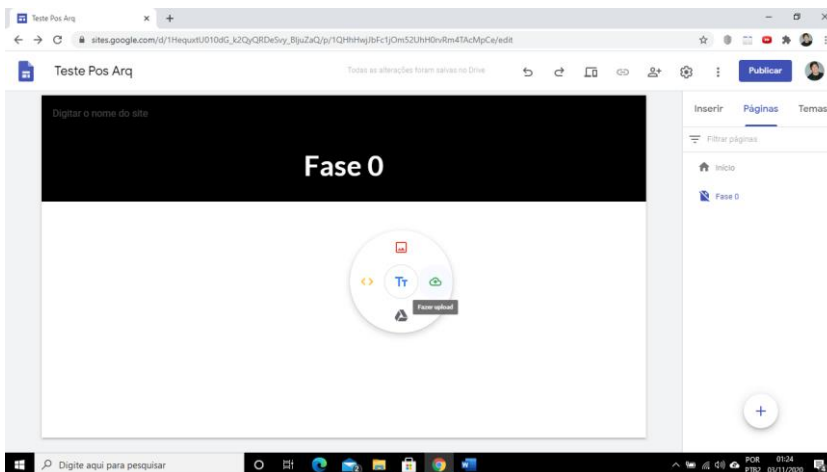
Essa parte de apagar o “Menu” deve ser feita para todas as páginas que forem criadas.

Depois

Inserir / Imagem (Primeira pista)

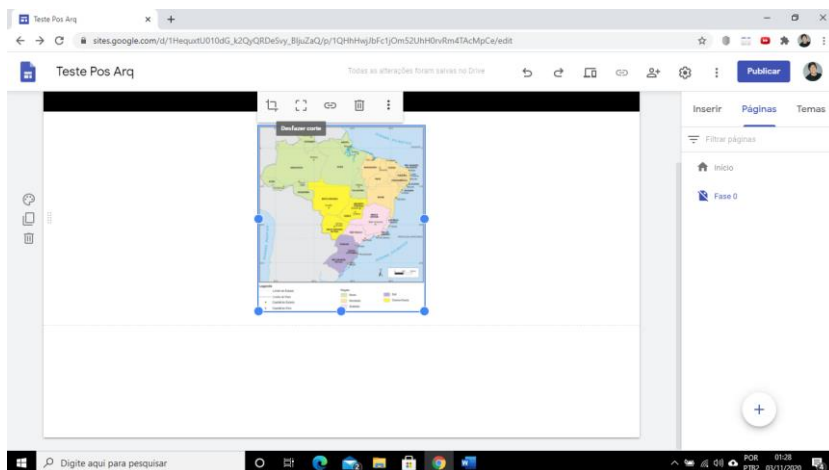
Duplo Click em parte em uma parte em branco e seleciona “Imagem”, se for buscar uma imagem fora do computador (na internet ou no Drive) ou em “Fazer Upload” se for buscar uma imagem no computador

No nosso caso vamos “Fazer Upload”



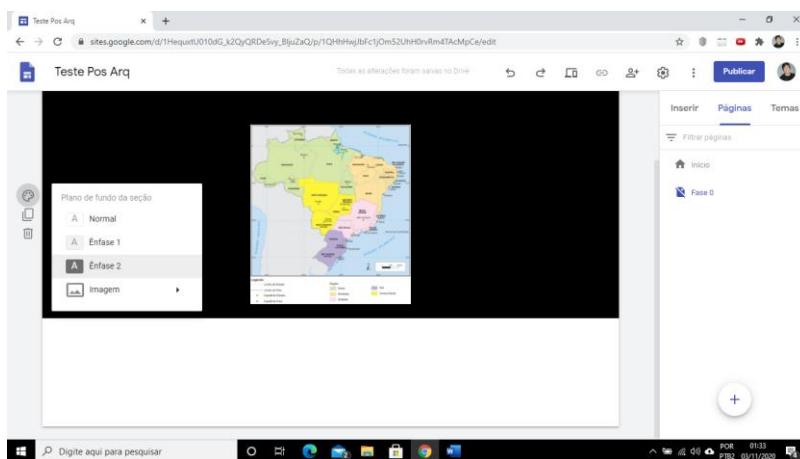
Reposicione a imagem no centro (manualmente)

Selecione a imagem e arraste para a posição desejada. Aparecerá um “grid” que auxiliará o reposicionamento.



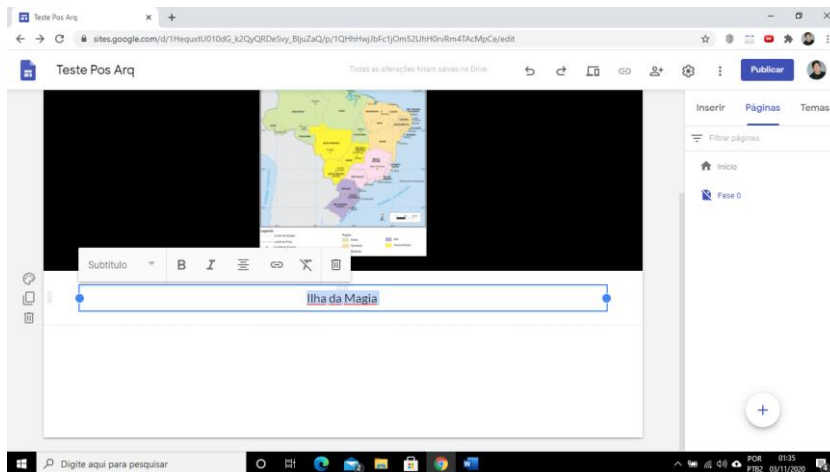
A imagem pode ter saído de sua proporção real. Para deixar a imagem na sua proporção real *click* na imagem e selecione a segunda opção (Desfazer recorte)

Nos botões laterais escolha em “Plano de Fundo” (Ênfase 2 – Preto)
Para deixar o fundo preto também.

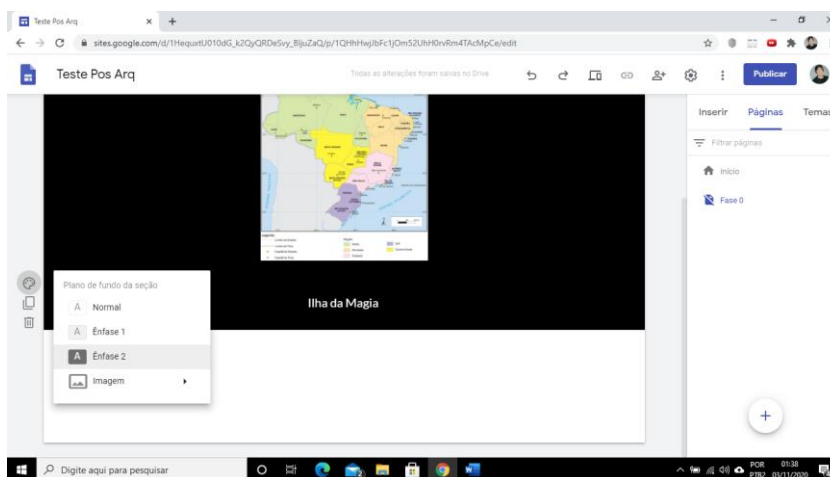


(Segunda Pista) o Texto na página

Incluir uma nova caixa de texto para o texto da pista
O tamanho da fonte pode ser “Subtítulo” e o texto “Centralizado”



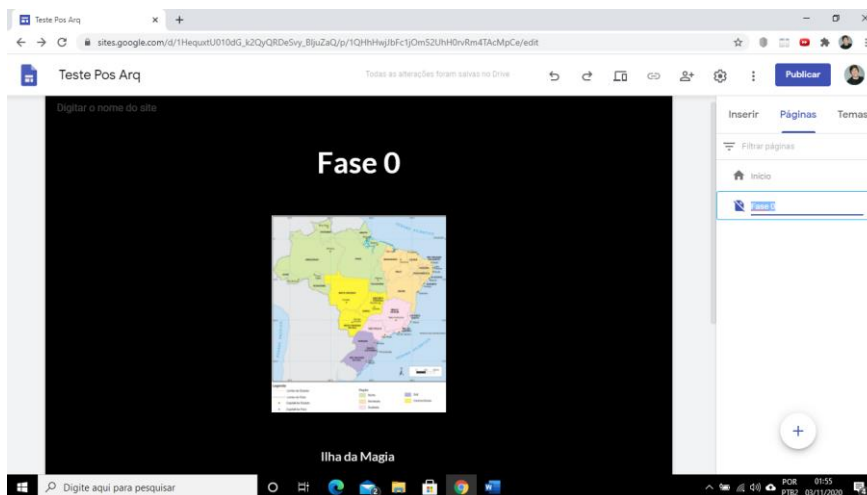
Colocar o Plano de fundo com (Ênfase 2) Preto



Como forma de garantir que o fundo da página seja sempre preto é aconselhável incluir duas seções de texto, sem colocar texto e com preenchendo de “Plano de fundo” com “Ênfase 2”

(Terceira Pista) Texto na Aba do Navegador

Para incluir o texto que vai aparecer na Aba do Navegador
 Alterar o texto “Fase X” que tá na listagem de páginas pelo texto desejado
 Duplo Click sobre o texto “Fase X” e altera o texto



Trabalhando a URL (endereço da Página)

Obs. O endereço da página é a resposta da página anterior

Exemplo

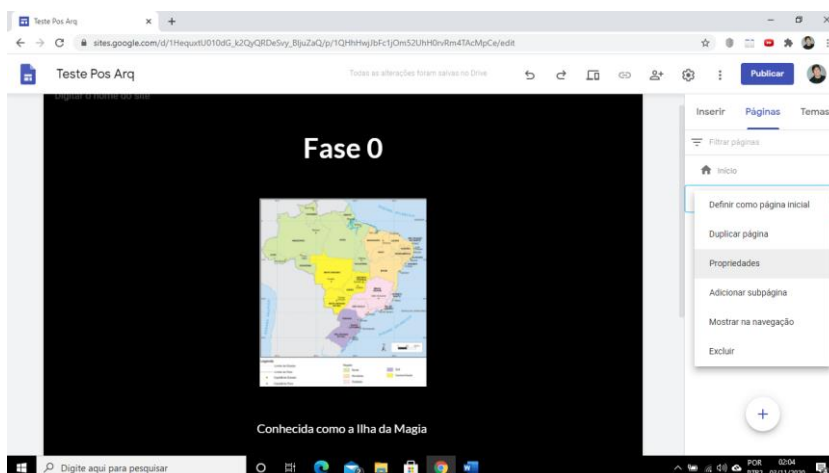
Fase 0

Endereço do site com o final
escreva_a_resposta_aqui

Para configurar

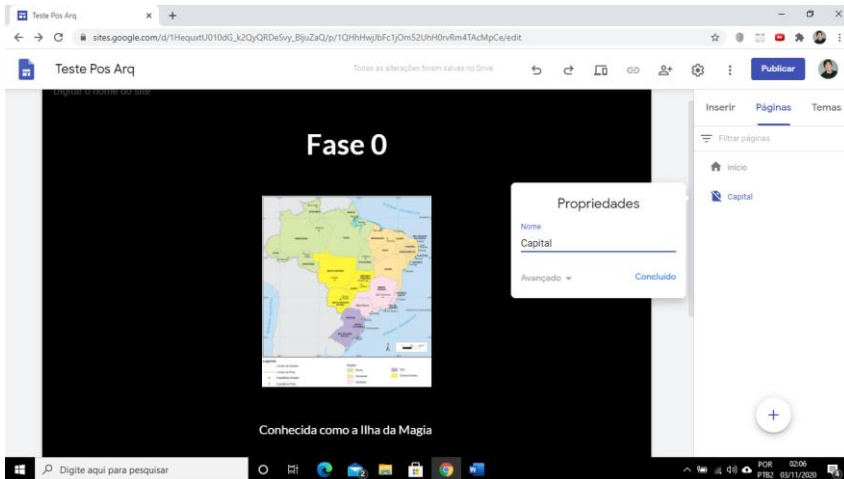
Click nos "3 pontinhos" ao lado do nome da página

Escolha "Propriedades"

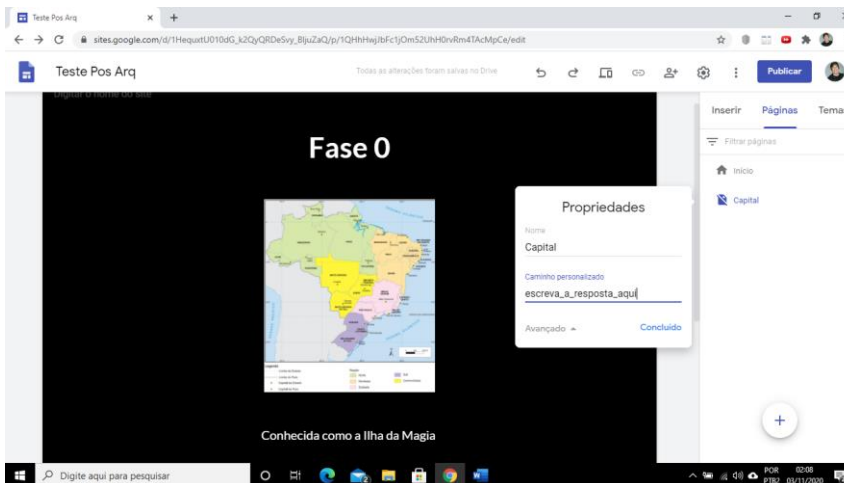


Abre uma janela
Com o nome da página

Click em "Avançado"



E bote o “Caminho personalizado”

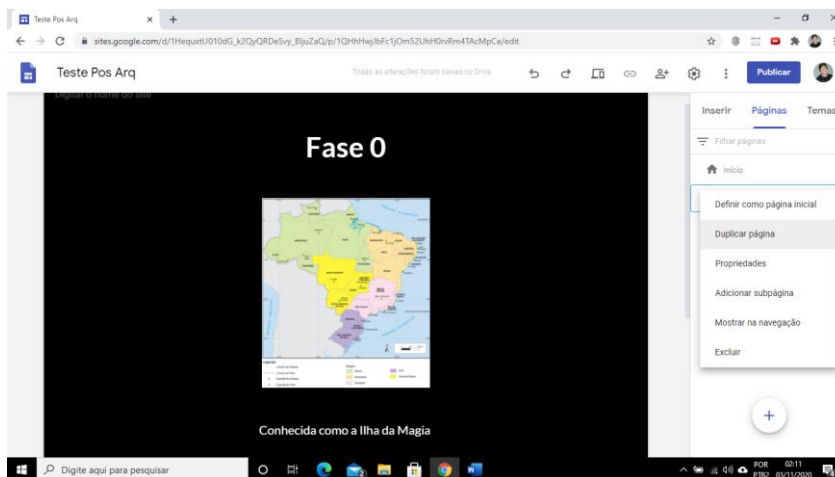


Exemplo

Na “Fase 0” coloque
escreva_a_resposta_aqui

Nas demais páginas coloque
(o número e a resposta da fase anterior)

Para criar as demais páginas
Selecione a página feita e nos “3 Pontinhos”
Escolha “Duplicar página”

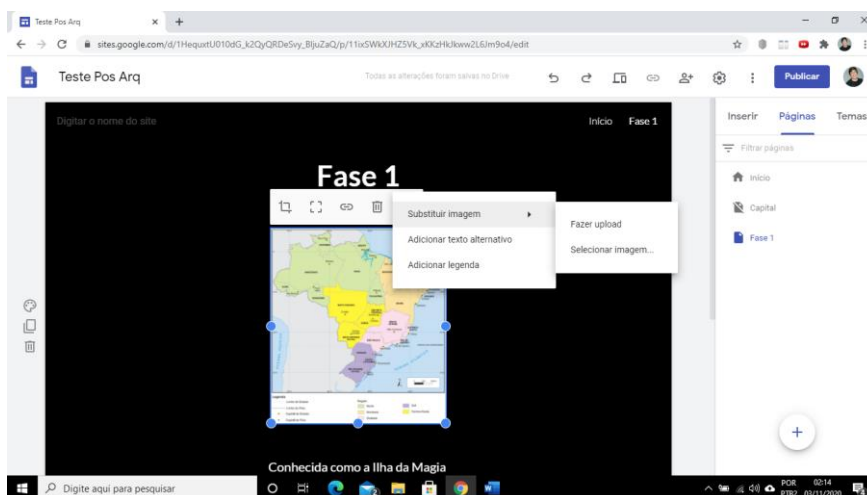


Dê um nome para a nova página
 “Fase x” e
 Faça as alterações necessárias

Troque o texto da fase

Troque a imagem

Selecione a imagem, *Click* nos “3 Pontinhos” e “Substituir imagem”



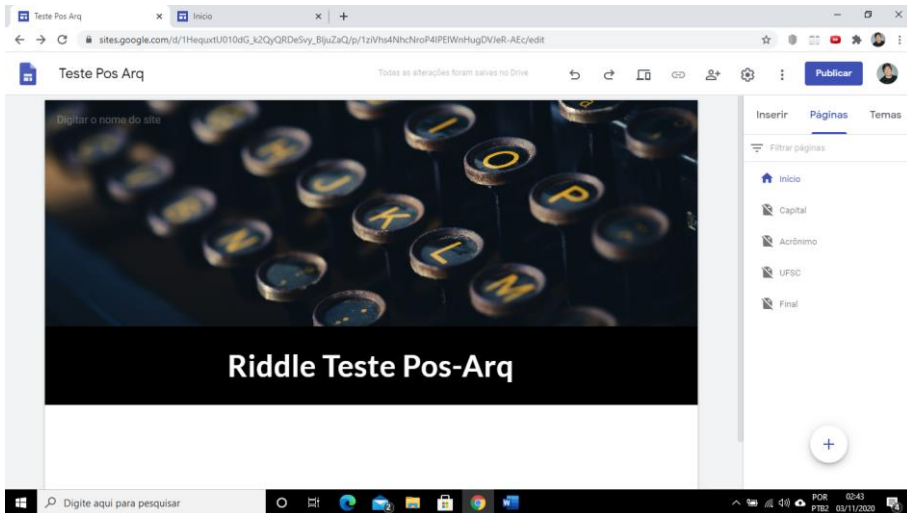
Execute todos os passos da página anterior.

Lembrar de apagar o texto do Menu através dos “3 Pontinhos” (Ocultar da Navegação)

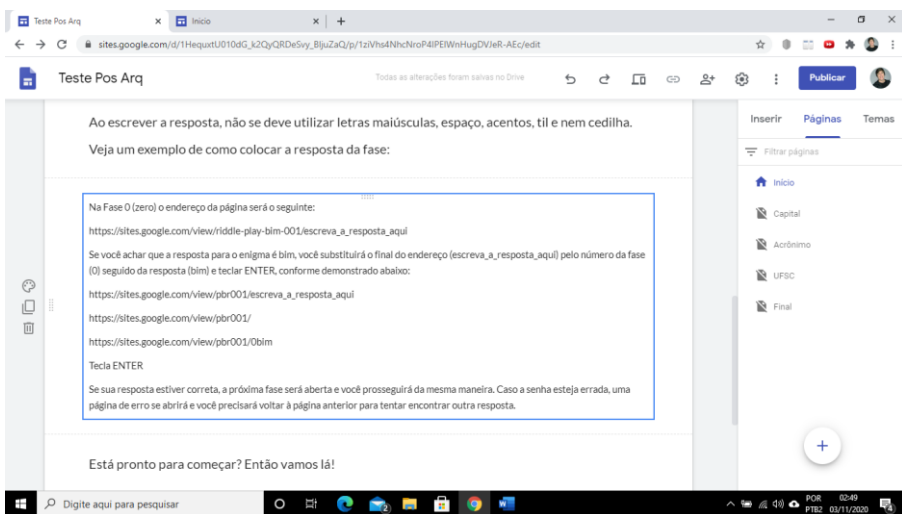
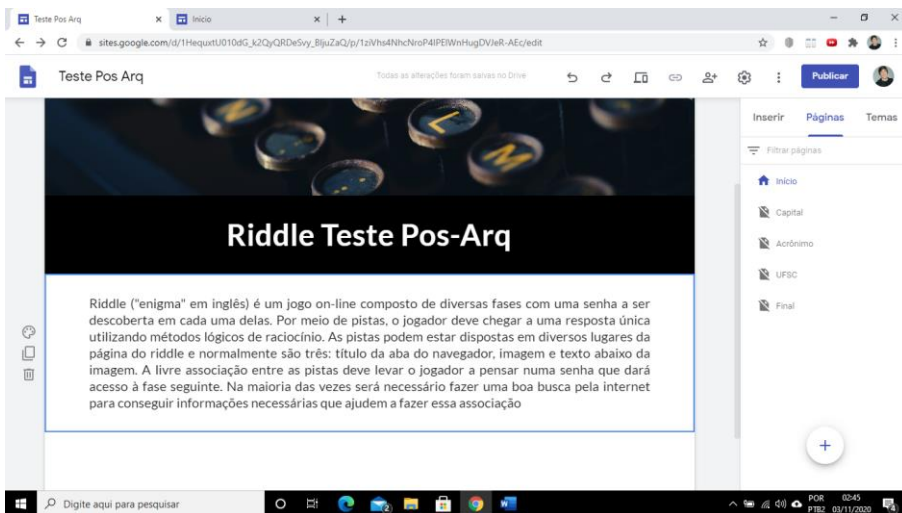
Após finalizar as páginas

Voltar para a página inicial para finalizá-la

Texto do Título com Plano de Fundo Preto

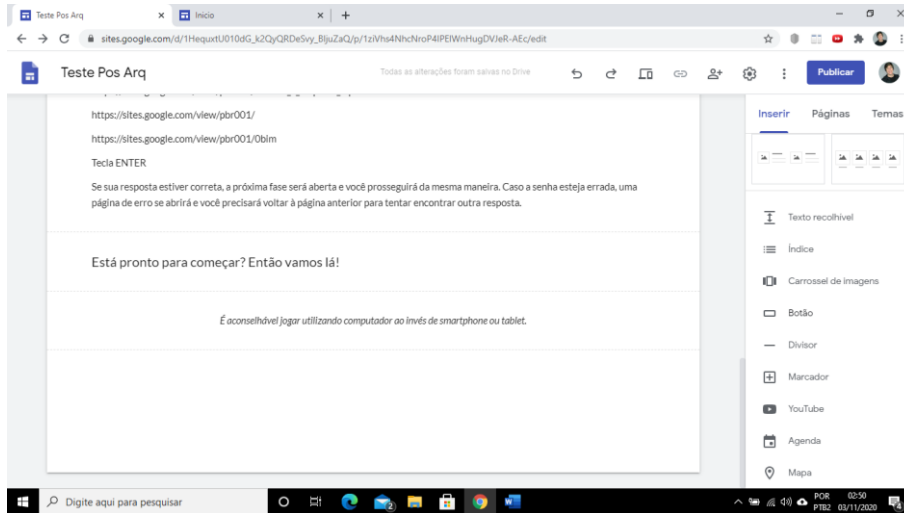


Colocar um texto de apresentação do jogo



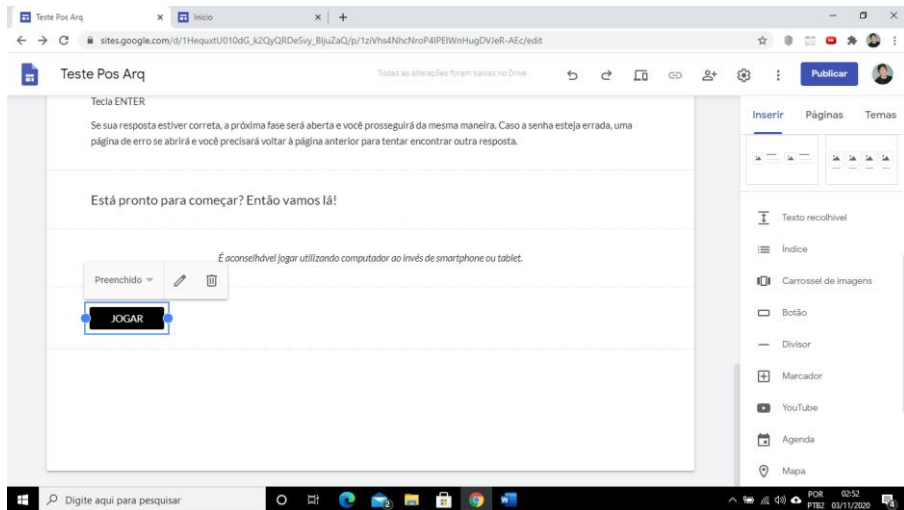
Para colocar o botão ligando a Fase 0

Inserir / Botão

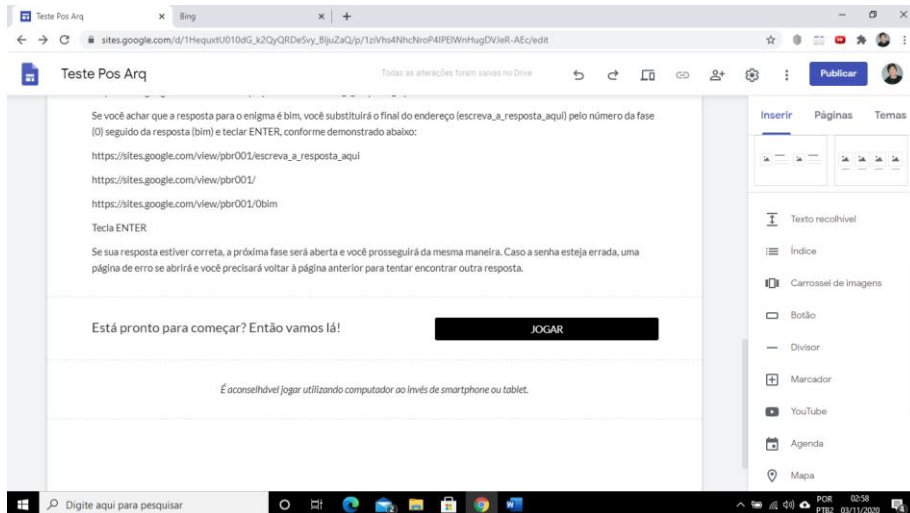


Coloca o texto do botão
No caso (JOGAR)

Link
Click e escolhe a página

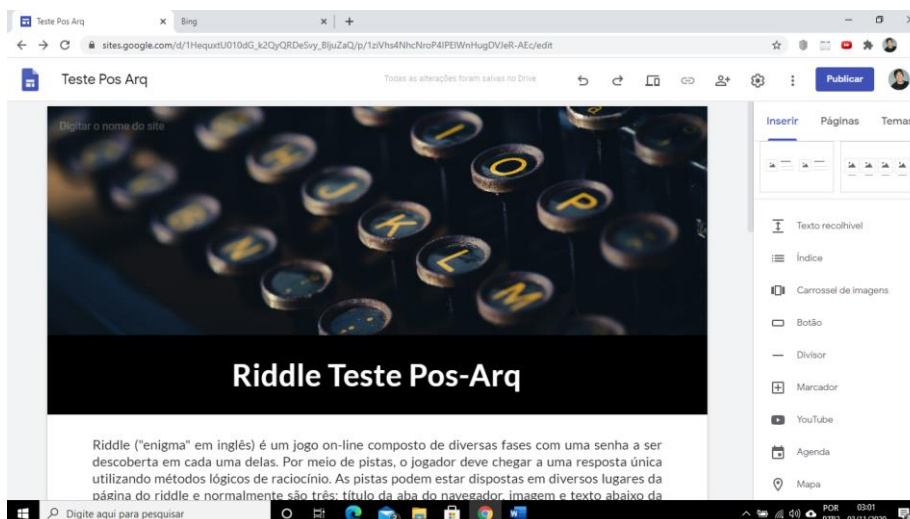


Depois posiciona o botão no lugar desejado



Para publicar o site

Botão Publicar



Endereço na Web
(Colocar o texto desejado)
Pode deixar o nome sugerido.

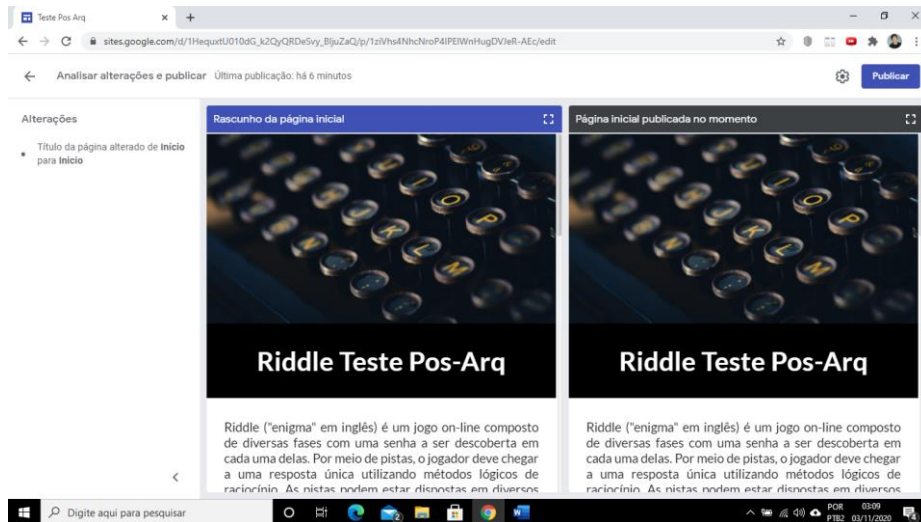
Importante verificar quem pode ver o site
Qualquer pessoa

Finalizar clicando em PUBLICAR

Para acessar
Selecione Copiar o *Link*

Se fizer alguma alteração no site
Deve mandar publicar novamente

Aparece tudo que foi alterado



Clica em PUBLICAR

Para encurtar o LINK

Acesse
gg.gg

Pega o link do site
Inclui no local indicado

Selecione – Customize

E coloque o nome desejado

gg.gg/nomedesejado

Shorten URL

Apêndice G

Questionário *Play BIM*

() Pré () Pós

Perfil do Usuário

1 – Nome: _____

2 – Idade: _____

3 – Instituição de Ensino: _____

4 – Nível: _____

5 – Curso: _____

Conhecimento em BIM

6 – Conhece o “Building Information Modeling” ou “Modelagem da Informação da Construção” (BIM)?

() Sim () Não

7 – Se conhece, consegue definir BIM?

8 – Já utilizou algum software BIM?

() Sim () Não

9 – Se já utilizou algum software BIM, qual(is)?

() Revit () ArchiCAD () Navisworks () Solibri

() Outros

Projeto Colaborativo em BIM

10 – Realiza projeto colaborativo em BIM?

() Sim () Não

11 – Se realiza projeto colaborativo em BIM, conhece algum desses conceitos?

() Interoperabilidade

() IFC (Industry Foundation Classes)

() OpoenBIM

- () Formato de Colaboração BIM - BCF
- () Common Data Environment (CDE) ou Ambiente Comum de Dados
- () Plano de Execução BIM

12 – Se conhece algum, consegue definir?

Apêndice H

Questionário *Play BIM Gamificação*

Este formulário tem como objetivo avaliar os objetos de ensino / aprendizagem gamificados utilizados pelo Play BIM

1 – *Play BIM Riddle*

() Péssima () Ruim () Regular () Bom () Excelente

2 – Faça comentários relativos ao objeto de ensino / aprendizagem destacando pontos positivos e/ou negativos.

Fase 1 – Passaporte *Play BIM*

3 - Passaporte *Play BIM* - Desafios de Modelagem

() Péssima () Ruim () Regular () Bom () Excelente

4 – Faça comentários relativos ao objeto de ensino / aprendizagem destacando pontos positivos e/ou negativos.

Fase 2 – Projeto Colaborativo BIM3C

5 – Jogo de Tabuleiro - Projeto Colaborativo BIM3C

() Péssima () Ruim () Regular () Bom () Excelente

6 – Faça comentários relativos ao objeto de ensino / aprendizagem destacando pontos positivos e/ou negativos.

7 – Configuração de Ambiente Comum de Dados - CDE

() Péssima () Ruim () Regular () Bom () Excelente

8 – Faça comentários relativos ao objeto de ensino / aprendizagem destacando pontos positivos e/ou negativos.

9 – Quebra-cabeça Virtual

Péssima Ruim Regular Bom Excelente

10 – Faça comentários relativos ao objeto de ensino / aprendizagem destacando pontos positivos e/ou negativos.

11 – Dinâmica de Comunicação

Péssima Ruim Regular Bom Excelente

12 – Faça comentários relativos ao objeto de ensino / aprendizagem destacando pontos positivos e/ou negativos.

Visão Geral do *Play* BIM

13 – Em linhas gerais você classifica o *Play* BIM como:

Péssima Ruim Regular Bom Excelente

14 – Faça comentários relativos ao *Play* BIM destacando pontos positivos e/ou negativos.

15 – Você recomendaria o *Play* BIM para alguém?

Sim Não

16 – Deixe um comentário geral, se assim achar necessário.

