



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U. nº 198, de 14/10/2016
AELBRA EDUCAÇÃO SUPERIOR - GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO S.A.

Guilherme Alves Ponce Mafra

**CAD X BIM: EVOLUÇÃO OU REVOLUÇÃO EM METODOLOGIAS DE PROJETO
PARA CONSTRUÇÃO CIVIL?**

Palmas – TO
2019

Guilherme Alves Ponce Mafra

CAD X BIM: EVOLUÇÃO OU REVOLUÇÃO EM METODOLOGIAS DE PROJETO
PARA CONSTRUÇÃO CIVIL?

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Especialista Anderson Prado Campos.

Guilherme Alves Ponce Mafra

**CAD X BIM: EVOLUÇÃO OU REVOLUÇÃO EM METODOLOGIAS DE PROJETO
PARA CONSTRUÇÃO CIVIL?**

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Especialista Andherson Prado Campos.

Aprovado em 18/11/2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Andherson Prado Campos

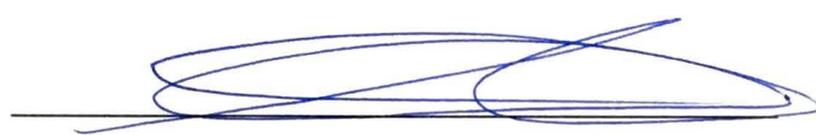
Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas - CEULP/ ULBRA



Prof. Esp. Tailla Alves Cabral Brito

Avaliador I



Me. Murilo de Pádua Marcolini

Avaliador II

Palmas – TO
2019

*Dedico, em especial, à dois
queridos amigos, Laura Beatriz e Michael
(in memoriam) pelo companheirismo e
amizade.*

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, que permitiu o acontecimento de tudo isso, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Agradeço a todos meus professores por proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Ao meu orientador, Professor Esp. Andherson Prado Campos, pela orientação, apoio, confiança e empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

A minha namorada Kamyla, que me apoiou, me deu suporte, aguentou todas as minhas queixas e nunca me permitiu sequer pensar em desistir.

Aos meus pais e irmã, José da Penha, Joelma e Maria Eduarda, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

MAFRA, Guilherme Alves Ponce. **CAD X BIM: EVOLUÇÃO OU REVOLUÇÃO EM METODOLOGIAS DE PROJETO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL?** 2019. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2019.

Os avanços da Tecnologia da Informação no desenvolvimento de softwares gráficos viabilizaram grande progresso para o setor de projetos da Construção Civil. O sistema CAD foi pioneiro na utilização de computadores para representação gráfica de projetos, mas em tempos recentes o conceito BIM surgiu como uma nova tecnologia que integra a representação, o gerenciamento e o planejamento do projeto, tornando possível uma representação visual paramétrica e integrada da obra. Esta pesquisa realizou um estudo de caso a partir de um projeto comercial localizado na cidade de Palmas – Tocantins, com objetivo de realizar um estudo comparativo entre metodologias de projeto para construção civil a fim de correlacionar o rendimento horário no desenvolvimento de projetos com o custo da elaboração das tarefas. Os resultados mostram que para este estudo em questão a utilização da nova metodologia de projetos trouxe economia de tempo de 25,41% na produção acumulada dos projetos em comparação com a utilização de ferramentas CAD. De modo geral, o presente estudo demonstrou a superioridade do método BIM em relação ao método CAD tradicional no desenvolvimento de projetos. Quando forem solucionados os problemas de incompatibilidade e interoperabilidade com normas brasileiras, o BIM atingirá valores de produtividade e eficiência superiores aos determinados por essa pesquisa.

PALAVRAS CHAVE: Tecnologia da Informação; Projeto; Metodologia de Projetos; BIM; CAD; Modelagem da Informação; Modelo Paramétrico; AEC.

ABSTRACT

MAFRA, Guilherme Alves Ponce. **CAD X BIM: EVOLUTION OR REVOLUTION IN DESIGN METHODOLOGIES FOR CIVIL CONSTRUCTION?** 2019. 54 f. TCC (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Palmer Lutheran University Center, Palmas, 2019.

Advances in Information Technology in the development of graphic software have made great progress for the Civil Construction project sector. The CAD system pioneered the use of computers for graphical representation of projects, but in recent times the BIM concept has emerged as a new technology that integrates project representation, management and planning, making possible a parametric and integrated visual representation of the work. This research carried out a case study from a commercial project located in the city of Palmas - Tocantins, with the purpose of making a comparative study between design methodologies for civil construction in order to correlate the hourly income in project development with the cost of the project. elaboration of tasks. The results show that for this study, the use of the new project methodology resulted in time savings of 25.41% in the accumulated production of projects compared to the use of CAD tools. Overall, the present study demonstrated the superiority of the BIM method over the traditional CAD method in project development. When the problems of incompatibility and interoperability with Brazilian standards are solved, BIM will reach higher productivity and efficiency values than those determined by this research.

KEYWORDS: Information Technology; Project; Project Methodology; BIM; CAD; Information Modeling; Parametric model; AEC.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - O BIM e o ciclo de vida do empreendimento	20
Figura 2 - Exemplo de um objeto paramétrico com suas propriedades	21
Figura 3: Camada de Recursos.....	25
Figura 4: Camada de Núcleo.....	25
Figura 5: Camada de Interoperabilidade.....	26
Figura 6: Camada de Domínios.....	26
Figura 7: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	32
Figura 8: Fluxograma – Metodologia Empregada	35
Figura 9: Planta de Layout – 1º Pavimento	36
Figura 10: Planta de Layout – 1º Pavimento	36
Figura 11: Planta Baixa – 1º Pavimento (AutoCAD).....	39
Figura 12: Corte BB (AutoCAD)	39
Figura 13: Fachada Norte (AutoCAD).....	40
Figura 14: Perspectiva 3D (Revit)	40
Figura 15: Render (Revit).....	41
Figura 16: Gráfico - Comparativo horário de desenvolvimento do Projeto Arquitetônico	41
Figura 17: Gráfico - Comparativo horário de desenvolvimento do Projeto Estrutural	42
Figura 18: Gráfico - Comparativo horário de desenvolvimento do Projeto Hidrossanitário	43
Figura 19: Gráfico - Comparativo horário de desenvolvimento do Processos e Projetos	44
Figura 20: Gráfico - Comparativo de custo para desenvolvimento de Processos e Projetos	44
Figura 21: Comparação entre as duas metodologias de projeto estudadas	47

LISTA DE ABREVIATURAS

ABENC	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIROS CIVIS
ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
AEC	ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO
AsBEA	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA
BIM	BUILDING INFORMATION MODELING
CAD	COMPUTER AIDED DESIGN
CBCS	CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL
IDM	INFORMATION DELIVERY MANUALS
IFC	INDUSTRY FOUNDATION CLASS
ODS	OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
TCC	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos Específicos	13
1.3 PROBLEMÁTICA	14
1.4 HIPÓTESE	15
1.5 JUSTIFICATIVA	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE O SISTEMA BIM	17
2.2 BIM: SURGIMENTO	18
2.3 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E CONCEITOS DO BIM	19
2.3.1 Modelagem Paramétrica	20
2.3.2 Interoperabilidade	22
2.3.2.1 IDM (Information Delivery Manuals)	23
2.3.2.2 IFC (Industry Foundation Class)	23
2.4 VANTAGENS DO USO DO BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL	27
2.5 MODELAGEM DE PROJETOS	27
2.5.1 Projeto Arquitetônico	27
2.5.2 Projeto Estrutural	28
2.5.3 Projeto de Instalações Prediais (Elétrica e Hidrossanitária)	28
2.6 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	29
2.7 SUSTENTABILIDADE NO AMBIENTE CONSTRUÍDO	30
2.7 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)	32
2.7.1 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados a Construção Civil	34
3 METODOLOGIA	35
3.1 OBTENÇÃO DOS PROJETOS	36
3.2 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DAS FERRAMENTAS	37
3.3 ANÁLISE DOS PROJETOS	37

3.3.1 Projeto Arquitetônico.....	37
3.3.4 Projeto Estrutural.....	38
3.3.5 Projetos de Instalações Hidrossanitárias	38
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 MODELAGEM DO PROJETO ARQUITETÔNICO	39
4.2 MODELAGEM DO PROJETO ESTRUTURAL	42
4.3 MODELAGEM DO PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	42
4.4 RESULTADOS.....	43
4.4.1 Inclusão do BIM ao ambiente sustentável construído.....	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXO I.....	54

1 INTRODUÇÃO

Para um bom processo construtivo são necessários projetos adequados e um planejamento que torne possível o sucesso tanto em qualidade, quantidade e economia. Com o passar do tempo, atividades como de concepção projetual, execução e manutenção, tornaram-se distantes, acarretando assim no surgimento de falhas de comunicação entre os meios envolvidos. Hoje é ainda mais aparente esta fragmentação, onde profissionais das mais diferentes áreas se encontram distantes e fora de sintonia durante um mesmo empreendimento. Isto contribuiu para o surgimento de novas tecnologias que facilitassem a colaboração entre estes profissionais diversos, como os Sistemas BIM.

O BIM viabiliza a reunião de todas as informações de uma construção de forma organizada e integrada. Este conjunto de informações compõe-se desde o modelo em si da edificação até seu orçamento, execução e manutenção, ou seja, acompanha a obra em todo seu ciclo de vida.

Howell (2015) afirma que, a plataforma Building Information Modeling (BIM) é uma maneira de idealizar, projetar e construir edificações, incorporando o desenvolvimento e o uso inteligente de modelos em 3D. Contrastado aos desenhos tradicionais em 2D, tais modelos representam para todos os integrantes uma melhor compreensão do projeto levando para resultados melhores e mais previsíveis da edificação.

De acordo com Eastman et al (2014), a coordenação ativa da construção é um dos benefícios mais importantes. Que é alcançado quando os projetistas participam de forma simultânea da utilização do modelo no detalhamento de suas disciplinas. Isso proporciona a detecção precisa de erros interferências espaciais e sua correção antes que eles tornem problemas durante a execução.

Esta compilação de informações propiciada pela plataforma, proporciona a Compatibilização de Projetos, que consiste em um modo de analisar os projetos diversos que compõem uma edificação, sobrepondo os mesmos antes do início da construção, identificando e eliminando falhas durante o estágio de concepção, diminuindo retrabalhos, custo da construção e tempo de execução. Com esta finalidade, a modelagem de informação da construção (BIM – Building Information Modeling) mostra-se um dos mais significativos progressos nas atividades de Arquitetura, Engenharia e Construção. O BIM caracteriza uma nova estrutura e técnica

capaz de melhorar os processos e trazer benefícios a todas as etapas do ciclo de vida de uma construção. Segundo EASTMAN et al. (2014), este sistema constitui uma grande mudança de paradigma que trará grande impacto e benefícios não apenas para a indústria da construção, mas para a sociedade como um todo, já que as obras são executadas com menor consumo de materiais, menos trabalho e menor custo.

Mudanças podem produzir certos desconfortos, mesmo que seus objetivos sejam facilitar a vida de arquitetos, projetistas, engenheiros ou de todos aqueles que experienciam a cadeia da construção. Parte disso pode ser motivado pela falta de mão de obra qualificada, as dificuldades do mercado e a falta de padrões de desenho brasileiros que causam receio por parte dos profissionais.

Por ser algo relativamente novo existe certa carência de estudos que averiguem o prazo da modelagem, elaboração e alteração de projetos para o setor AEC (Arquitetura Engenharia e Construção) que incorporem o sistema BIM, e os associem ao custo de elaboração de tarefas.

A motivação para este trabalho vem da possibilidade de realizar um estudo comparativo de rendimento horário de desenvolvimento de projetos, utilizando ferramentas computacionais pelo método tradicional CAD e através de sistemas que suportem a metodologia BIM. Além de obter um olhar crítico de como evitar falhas que aparentam ser inocentes no papel, mas durante a execução geram atrasos significativos, uma das principais consequências, além do aumento dos custos, é a diminuição da qualidade final.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

A partir de um projeto comercial localizado na cidade de Palmas – Tocantins, realizar um estudo comparativo entre metodologias de projeto para construção civil a fim de correlacionar o rendimento horário no desenvolvimento de projetos com o custo da elaboração das tarefas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Adotar uma família de Sistema BIM e compreender sua utilização;
- Apurar as diferenças entre as etapas de projeto com utilização dos métodos CAD e BIM;

- Quantificar e comparar o rendimento horário durante utilização das metodologias empregadas;
- Relacionar o rendimento horário ao custo na elaboração do projeto;
- Identificar obstáculos para utilização do BIM no setor da construção civil brasileira.

1.3 PROBLEMÁTICA

A modelagem de projetos na plataforma BIM (Building Information Modeling) é considerada como um dos adventos mais importantes da construção civil. Embora esse novo sistema já seja realidade em países europeus e nos Estados Unidos, aqui no Brasil ainda é deficiente. Isso ocorre por falta de desenvolvimento de novas tecnologias, acarretando em várias falhas e retrabalhos que oneram severamente o custo das edificações (RIBEIRO, 2010). É visível que apesar da constante evolução e desenvolvimento de softwares e sistemas BIM, o conceito do mesmo como processo ainda não foi assimilado integralmente pelos empresários do meio da construção civil.

Essa limitação é resultante dos tradicionalismos e vícios construtivos, abdicando de tecnologias que permitam reduzir custos e gerar mais qualidade. Tais limitações contribuem para deficiência na padronização de dados construtivos, falta de capacitação de profissionais aptos a utilizarem a plataforma e baixa disponibilização de softwares BIM no Brasil.

Tanto no Brasil quanto na maior parte do mundo o modelo processual tradicional da Construção ainda é predominante, com a utilização do CAD 2D (Computer Aided Design em duas dimensões), segunda geração na representação técnica de um projeto. O aperfeiçoamento em relação à primeira geração, neste caso, é apenas gráfico, onde o computador auxilia o usuário na confecção do desenho. O resultado final, no entanto, é o mesmo: apenas um traçado geométrico sem informações complementares, no plano representando objetos, sujeitos a interpretação (MASOTTI, 2014).

O BIM pode integrar toda vida útil de um edifício, desde o planejamento até sua operação. Então, porque apesar de todo avanço demonstrado com a otimização de todo o processo construtivo, o setor da construção civil brasileira ainda resiste à implantação desta Tecnologia?

1.4 HIPÓTESE

A uso do BIM proporciona um notável progresso no âmbito da construção civil, visto que este sistema oportuniza o melhor planejamento e delineamento dos processos construtivos, diminuindo tempos e cooperando para economia de recursos. Baseado em modelos tridimensionais inteligentes que tornam possíveis a elaboração e o gerenciamento de projetos de edificações e infraestrutura de maneira mais rápida, mais econômica e com menor impacto ambiental.

Com o BIM, o edifício é projetado desde a fase arquitetônica até a quantidade exata de materiais necessários para construção. Por intermédio de softwares a quais assegurem o uso do conceito BIM, executam-se modelos virtuais de uma construção com todas as suas peculiaridades que, unidas, favorecem a gestão de um projeto em todas as suas etapas, inclusive na manutenção.

Deve ser notado que o Sistema BIM, além de aprimorar o setor da construção civil, descomplica a vida dos profissionais da área, atualmente, com esta ferramenta, os empreendimentos que modelados em três dimensões se aproximam cada vez mais da realidade, isto simplifica a otimização no desempenho da obra e até mesmo traz mais segurança aos trabalhadores dentro do canteiro.

1.5 JUSTIFICATIVA

Na necessidade de organizar, otimizar e aproximar os diferentes serviços de um mesmo empreendimento, devido a presença de erros na execução dele, resultado da ineficaz comunicação entre especialistas e a partilha de informações, surgiu como tentativa de resposta a este problema o BIM.

Este, pode ser descrito como o processo de modelagem da informação, que possibilita a criação de plantas e projetos inteligentes. Ou seja, permite não só a representação gráfica, mas também a inserção de informações úteis como insumos e metragens. Tal sistema permite ainda o compartilhamento de um único modelo digital integrado, consistente, capaz de suportar todos os elementos no ciclo de vida do empreendimento.

Apresentando conceitos, definições e ferramentas necessárias ao entendimento de que o BIM abre o caminho para uma comunicação descomplicada, precisa e completa entre os setores diversos envolvidos em um projeto, este projeto de pesquisa se justifica da necessidade de estudar e mostrar a importância de pontos

e os benefícios que os mesmos podem trazer no desenvolvimento integrado de projetos, em contribuição para seu público alvo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE O SISTEMA BIM

Neste atual momento, buscam-se nas empresas dos variados campos industriais, por maneiras capazes de conduzir à simplificação dos processos produtivos, além de ferramentas e metodologias que reduzam despesas tornando as empresas mais sustentáveis, produtivas e competitivas. O meio da construção possui um problema elementar de atraso em acompanhar os progressos tecnológicos e de produtividade já presentes em outras indústrias (SOARES, 2013).

Ainda hoje o processo construtivo de uma edificação é fragmentado e depende de informações ainda no papel. Erros e omissões neste meio frequentemente resultam em resultados inesperados, atrasos e eventuais litígios judiciais entre os vários participantes de um empreendimento. Esforços recentes para tratar esses problemas incluíram estruturas organizacionais alternativas, como o contrato para projeto & construção (design-build); o uso de tecnologias de “tempo real”, como sites de empreendimentos para compartilhar plantas e documentos; e a implementação de ferramentas de CAD 3D. Embora esses métodos tenham aumentado o intercâmbio oportuno de informações, eles fizeram pouco para reduzir a gravidade e a frequência dos conflitos causados pelos documentos em papel. (Eastman et al, 2014)

Melhado (2005) ressalta os numerosos erros e retrabalhos estimulados pela deficiência e/ou retardação de decisões nas fases preliminares de projeto, confirmados pela ocorrência de inúmeras patologias dos edifícios atribuídos às falhas de projeto.

Segundo Souza et al. (1995), há necessidade no meio da construção civil de aprimorar e desenvolver a elaboração dos projetos objetivando permitir a interação com a execução e resultando na incorporação de valor ao produto final. Em função disso o projeto deve ser visto como componente primordial na concepção de um empreendimento (apud COSTA, 2013, p. 18).

Eastman et al. (2014) afirma que, no meio da construção civil, o desenvolvimento de uma mentalidade industrial e funcional tornou-se necessária como consequência da elevação da complexidade dos processos deste setor, resultando na elaboração de soluções que quando empregadas a esta manufatura a traziam eficiência. Deste modo, a adoção da ideia de modelagem de produto por outros setores industriais deu origem ao conceito BIM: Building Information Modeling.

O BIM pode ser visto uma nova geração de Tecnologia da Informação fundamentada na modelagem da informação e apontada como uma tendência de integração entre execução e projeto, dado que esta tecnologia possibilita arranjar em um mesmo banco de informações, todos os dados do projeto, disponíveis para todas as equipes envolvidas no mesmo (SILVA JÚNIOR, 2016).

2.2 BIM: SURGIMENTO

No ano de 1975, o norte-americano Charles M. “Chunk” Eastman publicou, no extinto *AIA Journal*, o conceito do “Building Description System”, de acordo com Jerry Laiserin (EASTMAN et al, 2014), este sendo o mais longínquo conceito do que hoje é conhecido como BIM. Menezes (2011) comenta que, Eastman incorporava a seus trabalhos noções simples de BIM e, atualmente, utilizadas de forma costumeira, como a prévia modelagem de elementos como referência para criação de planos, perspectivas ou isométricos; a atualização automática dos esboços resultantes dos modelos, abstendo-se do redesenho; compatibilização do balanço quantitativo e detalhamento de materiais no decorrer do processo de modelagem; o uso de um sistema de banco integrado de informações.

Menezes (2011) indica que na Europa, no Reino Unido especialmente, desenvolviam-se pesquisas semelhantes às de Eastman realizadas no fim dos anos setenta (1970) e início dos oitenta (1980), titulavam-na de modelos de informação de produto. Em paralelo, se dava início à comercialização da tecnologia. Ao passo que nos Estados Unidos já eram descritos como modelos de produto da construção. A utilização da palavra “produto” comum nos dois casos, deve ser distinguida daquela que tratava dos modelos de “processo”, a mescla destas nomenclaturas deu origem ao termo, modelagem da informação da construção (BIM - building information modeling).

Menezes (2011) discorre sobre um artigo, que incluía em seu título a expressão: building modeling escrito por Robert Aish, publicado em 1986, relacionava premissas conhecidas na atualidade como BIM, além dos meios necessários para sua viabilização, a inserção da modelagem 3D (tridimensional), os componentes paramétricos, a geração automática de desenhos, bancos de informações relacionais e o detalhamento das etapas do processo construtivo. Esta menção é considerada como a primeira utilização documentada do termo building modeling relacionado a building information modeling, como utilizado nos dias de hoje.

De acordo com TOLMAN (1992), a primeira documentação do termo como usado hoje, ocorreu pela primeira vez em 1992, em um artigo intitulado “Automation in Construction” escrito por G. A. Van Nederveen e F. Tolman (apud MENEZES, 2011).

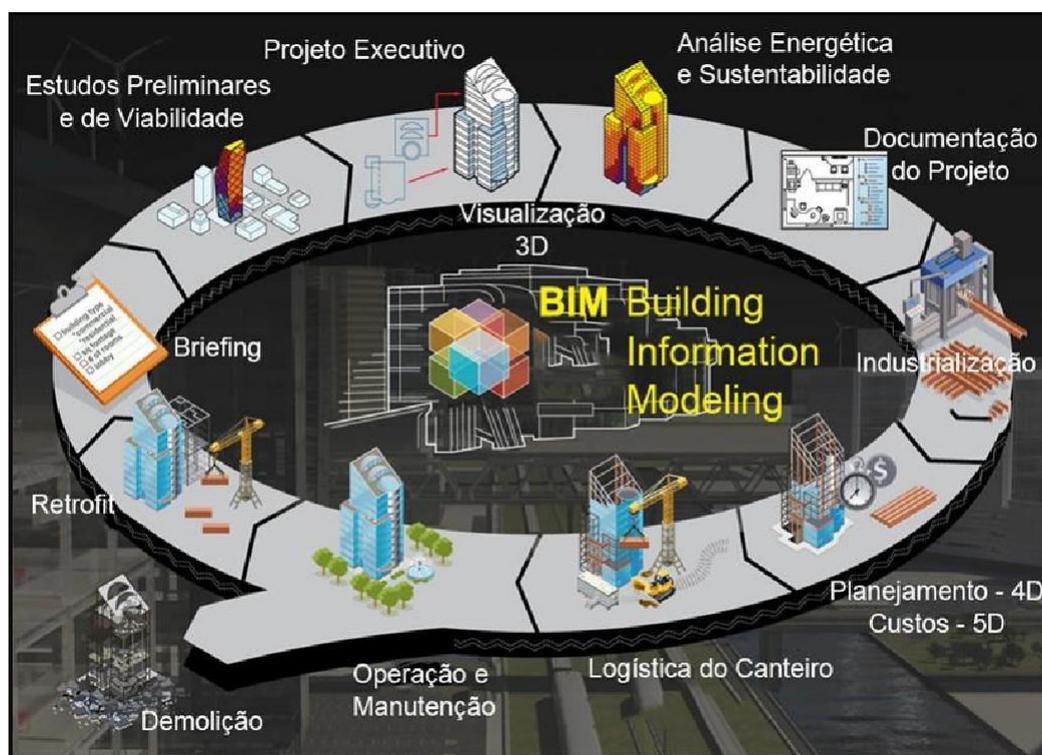
A origem da modelagem do produto como conceito ocorreu em meio transições econômicas, com a mundialização dos mercados e empresas sendo mais pressionadas. Este conceito visava satisfazer um mercado que tinha mais exigência na qualidade dos produtos, prazos e custos, e buscava o aperfeiçoamento dos processos, tornando a realização de uma abordagem mais integrada dos diversos aspectos relacionados ao produto algo essencial. Este conceito mostra-se como relevante ferramenta auxiliar na concepção, construção e validação do produto, assegurando o aumento da eficiência. Para tal, é baseado na integração entre os processos de construção do produto e na utilização da tecnologia da informação como suporte para tais (AYRES, 2009).

As definições de Building Information Modeling e Building Information Model que os textos descrevem referindo-se, ambas corretamente, ao BIM, possuem diferenças nos conceitos que devem ser notadas. De acordo com Manzione (2013), o termo Building Information Modeling (plataforma BIM) define o processo de gestão da informação, à medida que o termo Building Information Model (s) (modelo BIM) se refere a mescla de modelos digitais, integrador, interoperáveis e compartilhados que formam a “espinha dorsal” do Building Information Modeling.

2.3 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E CONCEITOS DO BIM

Campestrini et al. (2015) comenta que o conceito do BIM é baseado no modelo paramétrico, objetivando a interoperabilidade entre as informações e a integração dos envolvidos. Ele o descreve como um modelo para desenvolvimento de empreendimentos da construção civil, que estar desde a concepção do projeto até sua demolição, conforme exemplificado na figura 1, que demonstra o uso do BIM no ciclo de vida da edificação.

Figura 1 - O Bim e o ciclo de vida do empreendimento.



Fonte: Caderno de Apresentações de Projetos em BIM

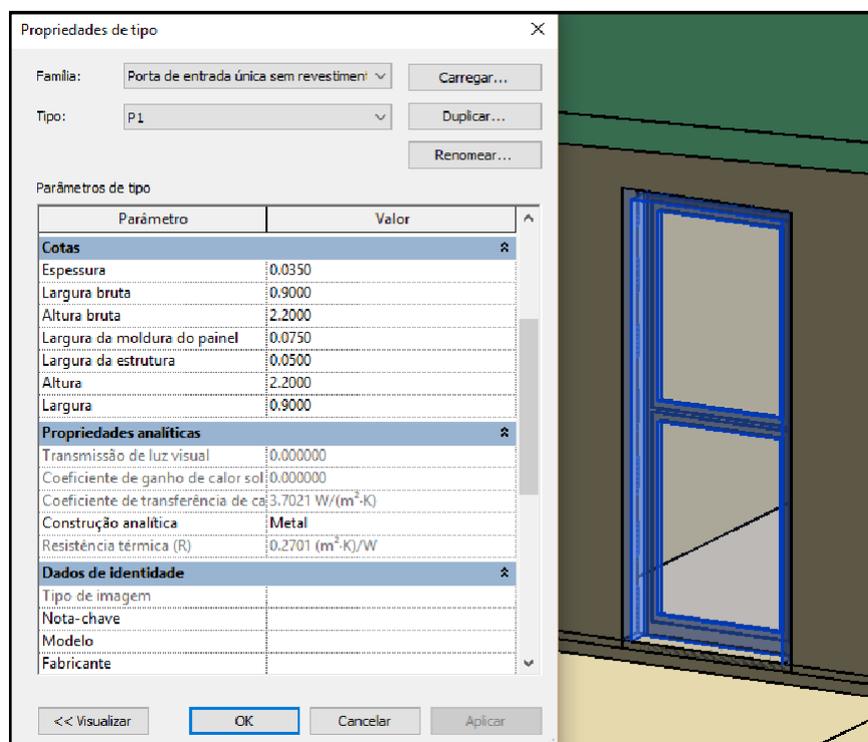
As características dos Building Information Models: riqueza de informações e detalhes dos modelos que preservam as características funcionais e físicas dos elementos, modelos orientados à objetos, apresentação tridimensional da geometria da edificação, as inter-relações espaciais entre os componentes do empreendimento e representações capazes de suportar e produzir automaticamente vistas conforme a necessidade do usuário (ISIKDAG, 2010).

2.3.1 Modelagem Paramétrica

A modelagem paramétrica, pode ser vista como o principal ponto que diferencia os modelos desenvolvidos em BIM dos sistemas CAD tradicionais. Os objetos paramétricos não possuem propriedades fixas sendo representados por parâmetros e regras que determinam a geometria assim como propriedades não geométricas e as demais características. Tais parâmetros concedem ainda a automática atualização dos objetos conforme o controle do usuário (EASTMAN et. al., 2014). Os parâmetros podem ser compreendidos como características empregadas na determinação do comportamento de um objeto e delimitação das relações entre os elementos do modelo (MANZIONE, 2013).

A figura 2 mostra um exemplo de um objeto do projeto com a especificação de alguns parâmetros e propriedades que ele possui.

Figura 2 - Exemplo de um objeto paramétrico com suas propriedades



Fonte: Autodesk Revit (2017)

Conforme destacado por Ruschel (2013), a parametrização dos objetos de um projeto, na qual baseiam-se os modelos BIM, torna possível a extração de relatórios, incorporação de informações de projetos, e a análise de interfaces entre objetos.

Eastman et al. (2014) aponta que um progresso da modelagem paramétrica em relação ao CAD, foi que diversas formas e objetos poderiam compartilhar parâmetros. Por exemplo, limites de uma parede são definidos pelas superfícies planas do chão, das paredes adjacentes e do teto que a ela se ligam. Uma vez ligados os elementos têm seu formato definido em qualquer layout. Se uma única parede é movimentada, todos aqueles objetos conectados a ela serão atualizados.

Compreende-se como “famílias” cada composto de objetos paramétricos, vinculados entre si, que formam o modelo paramétrico. Alguns aplicativos BIM viabilizam o desenvolvimento de novas famílias, também permitem a utilização destas em outros projetos, assim desenvolvendo um acervo parametrizado para os profissionais e empresas de projeto (SOARES, 2013).

Segundo Eastman et al. (2014) são características dos objetos paramétricos: consistir em definições geométricas associadas à dados e regras; geometria integrada, que se modifica automaticamente de acordo com as regras paramétricas para o objeto em razão de sua inclusão no modelo; objetos definidos por diferentes níveis de conjunto com habilidade de lidar com ampla variedade de propriedades e atributos; os objetos podem ser desenvolvidos pelos usuários através da criação de bibliotecas de classes de objetos.

2.3.2 Interoperabilidade

Definida por Eastman et al. (2014) como a capacidade de trocar informações entre aplicações, que atenua os fluxos de trabalho e em alguns momentos viabiliza sua automação, tradicionalmente a interoperabilidade conta com formatos de troca fundamentados em arquivos limitados a geometria, como DXF (*Drawing Exchange Format*). Entre sistemas BIM, os autores supracitados afirmam sobre a existência de quatro formas distintas para a transferência de dados entre softwares: trocas de dados de domínio público, formato de arquivo de troca proprietário, ligação direta e formatos de troca de dados baseados em Extensible Markup Language (XML).

Para que o BIM seja aproveitado em todos seus âmbitos, é necessária uma troca plena de informações entre os diferentes agentes envolvidos (MANZIONE, 2013). Como descrito por Manzione (2013), datam de 1994 os primeiros esforços neste sentido, com a fundação da Industry Alliance for Interoperability, criada por um consórcio entre 12 companhias norte-americanas. Chefiada pela Autodesk, este consórcio tinha como finalidade, auxiliar no desenvolvimento de um grupo de classes na linguagem de programação C++ que apoiariam o desenvolvimento de aplicações integradas.

A Industry Alliance for Interoperability foi renomeada como International Alliance for Interoperability (IAI) em 1997, com a entrada de outros membros. Passou a se chamar buildingSMART no ano de 2005, se dedicando ao uso do BIM e do IFC (Industry Foundation Class) e os promovendo como meios mais eficientes e eficazes de trabalho (MANZIONE, 2013).

O BIM é visto por muitos especialistas, como um ambiente onde as informações de um projeto são disponibilizadas em um acervo digital armazenado em local com acesso permitido a qualquer agente envolvido, de maneira acessível e funcional a todo tempo (SOARES, 2013). Por outro lado, do ponto de vista de Tardif

et al. (2009), mesmo se mostrando um conceito sedutor, este modelo ainda não soluciona os problemas da construção, visto que existe a necessidade de trocas de dados específicos entre determinados agentes em tempos determinados.

2.3.2.1 IDM (Information Delivery Manuals)

Mcpartland (2017) afirma que, ao garantir que os participantes do projeto estejam cientes dos requisitos de informações, deve haver uma troca de informações mais confiável. Por sua vez, isso deve resultar no fornecimento de informações de melhor qualidade, em tempo hábil, auxiliando na tomada de decisões e no sucesso geral do projeto.

É o Information Delivery Manual (IDM) que identifica a série de processos executados durante o ciclo de vida de um ativo construído, juntamente com as informações necessárias para que esses processos sejam executados. (MCPARTLAND, 2017). De acordo com o mesmo autor os padrões para IDMs podem ser encontrados em: ISO 29481-1: 2016 Modelos de informações de construção - Manual para entrega de informações - Parte 1: Metodologia e formato e Modelos de informações de construção ISO 29481-2: 2012 - Manual de entrega de informações - Parte 2: Estrutura de interação.

A ISO 29481-1: 2016 visa facilitar a interoperabilidade entre aplicativos de software usados durante todas as etapas do ciclo de vida das obras, incluindo instruções, projeto, documentação, construção, operação e manutenção e demolição. Promove a colaboração digital entre os participantes no processo de construção e fornece uma base para a troca de informações precisa, confiável, repetível e de alta qualidade (MCPARTLAND, 2017).

A ISO 29481-2: 2012 fornece uma metodologia e um formato para descrever 'atos de coordenação' entre os participantes de um projeto de construção civil ao longo do ciclo de vida do projeto. Para esse fim, especifica uma metodologia que descreve uma estrutura de interação, uma maneira de mapear responsabilidades e interações que fornecem um contexto de processo para o fluxo de informações e um formato para a estrutura de interação (MCPARTLAND, 2017).

2.3.2.2 IFC (Industry Foundation Class)

Manzione (2013) disserta que, todos os programas para BIM, como: AECOsim da Bentley, ArchiCAD da Graphisoft e Revit da Autodesk, dispõem suas estruturas

internas de informações no “formato proprietário”, ou seja, não podem partilhar informações entre si diretamente.

Para troca e compartilhamento de dados BIM entre aplicações elaboradas por diversos fornecedores de software, criou-se o IFC (Industry Foundation Classes): padrão de dados que caracteriza como deve ser feita a troca ou partilhamento de informações de um empreendimento. Formulado como um protocolo aberto para o câmbio de informações entre aplicativos BIM pela buildingSMART.

O IFC, de acordo com Eastman et al. (2014), foi criado como um grupo de informações para retratar um modelo de dados de um empreendimento, viabilizando a troca de informações entre variados fabricantes de softwares. Se trata do formato “não proprietário” acessível livremente para a caracterização de objetos na indústria da construção civil.

Sua primeira versão IFC 1.0, foi lançada no ano de 1997 e hoje está na versão IFC4, após atualizações regulares. As versões vêm sendo aprimoradas afim de ganhar cada vez mais detalhes na representação dos projetos (MANZIONE, 2013).

Como descrito por Manzione (2013), o IFC compreende todos os elementos envolvidos no processo de construção de uma edificação e em todo seu ciclo de vida, sendo registrado pela ISO como ISO-PAS-16739 (2005). Pode ser considerado a forma mais apropriada para visualizar e examinar dados sem a necessidade de uso das aplicações nativas de cada parceiro do projeto. O IFC é neutro e independente, não pertencente a um único fornecedor de software,

Manzione (2013) demonstra uma visão geral da arquitetura do IFC, em uma descrição simplificada dessa estrutura, a partir da revisão e resumo dos conceitos de Eastman et al. (2014), Khemlani (2004) e do endereço eletrônico da buildingSMART (2012). Na estrutura são descritas quatro camadas, conforme escrito:

- **Camada de Recursos:** esta é a premissa, formada por entidades costumeiramente utilizadas nos objetos da AEC (arquitetura, engenharia e construção civil), como representação, topologia, geometria, materiais, custos, medidas, agentes responsáveis, etc.

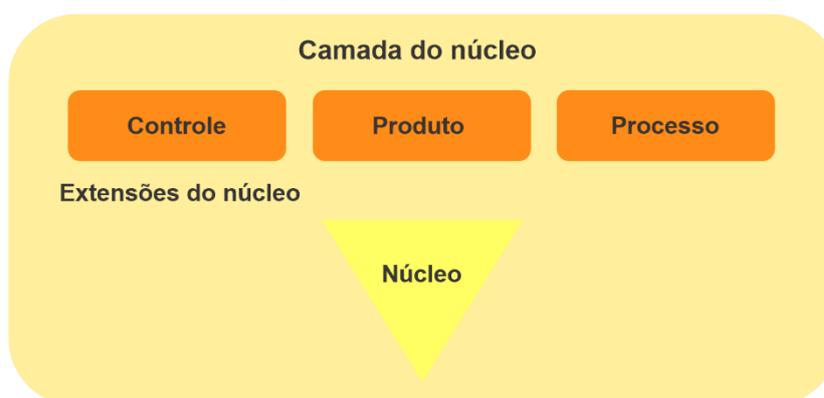
Figura 3: Camada dos Recursos



Fonte: Manzione (2013) adaptado pelo Autor (2019).

- **Camada do Núcleo:** todos os elementos desta camada se originam da raiz do IFC e incluem entidades abstratas referenciadas pelas camadas mais altas da hierarquia. Esta camada é subdividida em quatro subcamadas de extensão: Núcleo, Processo, Produto e Controle.

Figura 4: Camada do núcleo

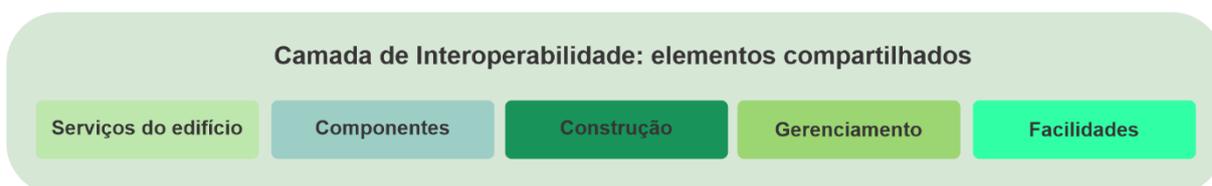


Fonte: Manzione (2013) adaptado pelo Autor (2019).

- **Camada de Elementos Compartilhados ou de Interoperabilidade:** essa camada abrange as categorias de representação dos elementos físicos de um edifício. É empregada no compartilhamento de especialidades e de aplicações de manutenção. Possui caracterizações, como de colunas, vigas, portas, paredes, e outros elementos físicos, assim como também

atributos para administração de fluxos, propriedades acústicas, fluídos, entre outras.

Figura 5: Camada de Interoperabilidade



Fonte: Manzione (2013) adaptado pelo Autor (2019).

- **Camada de Domínios:** esta é a camada mais superior hierarquicamente e contém elementos de disciplinas específicas, como Instalações, Estrutura, Arquitetura, entre outros.

Figura 6: Camada de Domínios



Fonte: Manzione (2013) adaptado pelo Autor (2019).

Manzione (2013) elucida que se encontra disponível para os desenvolvedores de aplicações gerarem exportações de dados no formato, o IFC, visto sua postura aberta e neutra. Para isto, as aplicações devem ser compatíveis com o formato IFC, o que é feito pela buildingSMART, através de um processo de certificação. Hoje, existem aproximadamente 204 programas autenticados como compatíveis com IFC e podemos citar como exemplos de aplicativos BIM os seguintes programas de modelagem e análise de dados: VectorWorks Architect, MicroStation (Bentley), ArchiCAD (Graphisoft); Revit (Autodesk), entre outros (OLIVEIRA, 2011).

2.4 VANTAGENS DO USO DO BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Eastman et al. (2014) relaciona diferentes prerrogativas com relação ao uso do BIM, desde a concepção do projeto à utilização da edificação, como:

- Vantagens no projeto, concepção e viabilidade: para o dono o principal benefício é conhecer as necessidades que precisam ser atendidas na concepção do projeto atendem ao fator financeiro;
- Melhor qualidade e funcionalidade da construção: o BIM permite elaborar uma simulação da construção antes da execução, que admite verificar se as soluções propostas cumprem as condições necessárias assegurando o desenvolvimento de outras alternativas que melhorem a qualidade;
- Visualização antecipada do projeto: como o modelo 3D não se origina de múltiplas vistas 2D, é possível visualizar o projeto a qualquer momento;
- Cooperação entre os distintos setores do projeto: permite o trabalho simultâneo que reduz os custos, pois, não é preciso esperar até que uma etapa esteja pronta para começar a próxima. Isso aumenta a possibilidade de interferência, já que, quanto mais tarde, maior a probabilidade de as decisões de projeto já terem sido tomadas.

A simplificação do processo de compatibilização com a melhora da visualização do projeto, o levantamento preciso na extração de quantitativos gerando um orçamento de qualidade de forma rápida e a qualidade dos desenhos gerados que são enviados para a obra que facilitam o entendimento e reduzem o retrabalho quando algum detalhe é modificado (CAMPESTRINI et al., 2015).

2.5 MODELAGEM DE PROJETOS

O desenvolvimento de projetos para edificações determina a representação prévia do objeto (urbanização, edificação, elemento da edificação, instalação predial, componente construtivo, material para construção) mediante o concurso dos princípios e das técnicas próprias da arquitetura (NBR 13531:1995).

2.5.1 Projeto Arquitetônico

De acordo com a ABNT NBR 13532, as etapas de execução da atividade técnica do projeto de arquitetura são as seguintes:

- Levantamento de dados para arquitetura;

- Programa de necessidades de arquitetura;
- Estudo de viabilidade de arquitetura;
- Estudo preliminar de arquitetura;
- Anteprojeto de arquitetura ou de pré-execução;
- Projeto preliminar de arquitetura;
- Projeto básico de arquitetura;
- Projeto para execução de arquitetura

2.5.2 Projeto Estrutural

Conforme ABNT NBR 6118/2003 os requisitos de qualidade pro projeto abordado no item documentação da solução adotada, são os seguintes:

- Produto final do projeto estrutural é constituído por desenhos, especificações e critérios de projeto. As especificações e os critérios de projeto podem constar nos próprios desenhos ou constituir documento separado.
- Os documentos relacionados devem conter informações claras, corretas, consistentes entre si e com as exigências estabelecidas nesta norma.
- Projeto estrutural proporciona informações necessárias para a execução da estrutura.
- Com o objetivo de garantir a qualidade da execução de uma obra, com base em um determinado projeto, medidas preventivas devem ser tomadas desde o início dos trabalhos. Essas medidas devem englobar a discussão e aprovação das decisões tomadas, a distribuição desses e outras informações pelos elementos pertinentes da equipe multidisciplinar e a programação coerente das atividades, respeitando as regras lógicas de precedência.

2.5.3 Projeto de Instalações Prediais (Elétrica e Hidrossanitária)

De acordo com a ABNT NBR 5626/1998, as exigências a observar no projeto de instalações de água fria durante a vida útil do edifício que as contem, são:

- Preservar a potabilidade da água;
- Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito

funcionamento dos aparelhos sanitários, peças e utilização e demais componentes;

- Promover economia de água e de energia;
- Possibilitar manutenção fácil e econômica;
- Evitar níveis de ruído inadequado a ocupação do ambiente;
- Proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.

Os sistemas prediais de esgoto sanitário são regidos pela ABNT NBR 8160/1999 levando em consideração a interferência das instalações prediais de água fria da ABNT NBR 5626/1998.

Segundo a ABNT NBR 5410:2004, tem por objetivo estabelecer as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

2.6 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Rodriguez (2005) afirma que, a compatibilização de projetos consiste na análise, verificação e correção das interferências físicas entre as diferentes soluções de projeto para uma obra.

Os custos de compatibilização de projetos representam de 1% a 1,5% da obra. Porém, a economia em despesas é de 5% a 10% deste mesmo custo. Esta economia é gerada devido à economia de tempo, redução de desperdício e eliminação de retrabalho (SANTOS, 2013).

Alguns exemplos de previsão de incompatibilidades são: caso haja um tirante fixado numa viga para sustentação de uma cobertura de terraço, prever esta carga na viga; prever furos na estrutura em concreto armado, pois com frequência a tubulação de esgoto necessita furar estas vigas; escolher o piso cerâmico em áreas molhadas, para que a paginação fique correta e o ralo encontre-se na quina das peças cerâmicas (SANTOS, 2013).

O profissional no qual realiza a compatibilização de projetos necessita possuir sólidos conhecimentos em projetos e a organização necessária para gerenciar o trabalho de diferentes projetistas ou equipes. Este profissional é responsável por coordenar os projetistas e as alterações que podem ser necessárias para que a

sobreposição dos projetos não resulte em interferências indesejáveis (SANTOS, 2013).

São recorrentes conflitos entre os profissionais de engenharia e os arquitetos, principalmente na área de instalações prediais, tais como elétrica, hidráulica, ar-condicionado e automação (NAKAMURA, 2011).

Com a compatibilização e ajustes entre os diversos desenhos, chega-se ao projeto executivo final. Com ele, a construtora elabora o orçamento da obra com uma ordem de grandeza mais próxima do real e pode iniciar o processo construtivo (REDAÇÃO AECWEB / E-CONSTRUMARKET, 2016).

Uma segunda metodologia, que tem se mostrado mais eficiente na resolução de problemas com incompatibilidades tem sido estudada nas últimas três décadas, porém com pouco desenvolvimento no Brasil. Trata-se da metodologia/conceito BIM (*Building Information Modeling*), ou como é conhecida nacionalmente, Modelagem de Informação da Construção. Trata-se de um conceito inicialmente estudado por Charles Eastman que trabalha com a parametrização dos elementos da edificação, partindo de um modelo tridimensional, ao contrário de como são realizados atualmente os projetos, bidimensionalmente. A tridimensionalidade já é muito utilizada em projetos, porém somente como ferramenta para demonstração volumétrica da edificação acabada, destinada a fins puramente estéticos (COSTA, 2013).

2.7 SUSTENTABILIDADE NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

O Conselho Brasileiro de Construção sustentável (CBCS) juntamente com a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), expõem algumas práticas para sustentabilidade na construção, sendo essas as principais (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – FIEMG, 2008):

- utilização de condições naturais locais;
- integrar-se ao ambiente natural;
- implantação e análise do entorno;
- não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e
- concentração de calor, sensação de bem-estar;
- qualidade ambiental interna e externa;
- gestão sustentável da implantação da obra;
- adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;

- uso de matérias-primas que contribuam com a ecoeficiência do processo;
- redução do consumo energético;
- redução do consumo de água;
- reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

MOTTA e AGUILAR (2008) fizeram um resumo dos principais conceitos relacionados à sustentabilidade. Para os autores, a sustentabilidade deve estar presente em todas as fases do ambiente construído, desde a idealização e concepção ao final da vida útil. De acordo com os mesmos, as principais práticas a serem adotadas são:

- planejamento correto, considerando desde a implantação do edifício no local, com as dimensões sociais, culturais e de impacto ambiental, até a técnica e métodos construtivos que permitam uma melhor qualidade e maior eficiência construtiva;
- conforto ambiental e eficiência energética, promovendo uso do edifício com conforto térmico, visual, acústico e salubridade, com baixo consumo de energia, usando preferencialmente as possibilidades de condicionamento passivo nos ambientes;
- eficiência no consumo de água, considerando baixo consumo, aproveitamento de águas de chuvas, reutilização, recuperação e minimização da geração de resíduos;
- eficiência construtiva, com materiais, técnicas e gestão que permitam um desempenho ótimo da edificação com durabilidade, e que possuam, quando analisados em toda cadeia produtiva, práticas sustentáveis de extração, produção e reciclagem;
- eficiência em final da vida útil da construção, adotando atitudes de reciclagem, aproveitamento dos resíduos da demolição e de desconstrução, de modo a preservar seus componentes para reuso e reciclagem.

2.7 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

De acordo com a ONU (2015), os ODS são uma agenda mundial adotada durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015. Na imagem 7 são demonstrados os mesmos.

Figura 7: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: Itamaraty (2015)

Os objetivos são integrados e indivisíveis, de natureza global e universalmente aplicáveis, tendo em conta as diferentes realidades, capacidades e níveis de desenvolvimento nacionais e respeitando as políticas e prioridades nacionais. As metas são definidas como aspiracionais e globais, com cada governo definindo suas próprias metas nacionais, guiados pelo nível global de ambição, mas levando em conta as circunstâncias nacionais. Cada governo também vai decidir como essas metas devem ser incorporadas nos processos, políticas e estratégias nacionais de planejamento. (ONU, 2015).

A seguir são listados os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:

1. Erradicação da pobreza: Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares;
2. Fome zero e agricultura sustentável: Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável;

3. Saúde e bem-estar: Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;
4. Educação de qualidade: Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
5. Igualdade de gênero: Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas;
6. Água potável e saneamento: Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos;
7. Energia acessível e limpa: Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos;
8. Trabalho decente e crescimento econômico: Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos;
9. Indústria, inovação e infraestrutura: Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
10. Redução das desigualdades: Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles;
11. Cidades e comunidades sustentáveis: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;
12. Consumo e produção responsáveis: Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;
13. Ação contra a mudança global do clima: Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos;
14. Vida na água: Conservar e promover o uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável;
15. Vida terrestre: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade;
16. Paz, justiça e instituições eficazes: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis;

17. Parcerias e meios de implementação: Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

2.7.1 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados a Construção Civil

Entre os ODS que têm relação direta com a construção civil sustentável, pode-se citar: ODS 6 - Água e saneamento para todos; ODS 7 - Energia acessível e limpa; ODS 9 - Indústria, inovação e infraestrutura; ODS 11 - Cidades e comunidades sustentáveis; e ODS 12 - Consumo e produção responsáveis (VIBCOM, 2019).

Para Engenium (2019) a importância do profissional nesses ODS é aplicar seu conhecimento e experiência juntamente com o que é solicitado por cada objetivo, procurando sempre o Desenvolvimento Sustentável.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em um estudo de caso com objetivo de comparar as tecnologias CAD e BIM e explicitar as características de cada sistema. Para a execução deste trabalho de conclusão de curso, primeiramente, foi fundamental a obtenção de projetos para o estudo, sucessivamente, levantou-se o referencial teórico para o embasamento do tema proposto. Visto que o autor deste trabalho não detinha de experiência na utilização das ferramentas necessárias, foi indispensável a preparação e treinamento para a utilização de suas principais funcionalidades.

A modelagem foi executada em paralelo com a aprendizagem das ferramentas. O primeiro modelo executado foi o arquitetônico, em seguida o estrutural e posteriormente o hidrossanitário. Após a execução e conclusão dos modelos de todas as disciplinas estudadas pelas metodologias propostas, foi viável compará-las e discutir sobre as principais diferenças e vantagens.

A figura 8 representa a metodologia de trabalho utilizada e os itens a seguir detalham cada etapa.

Figura 8: Fluxograma – Metodologia Empregada.

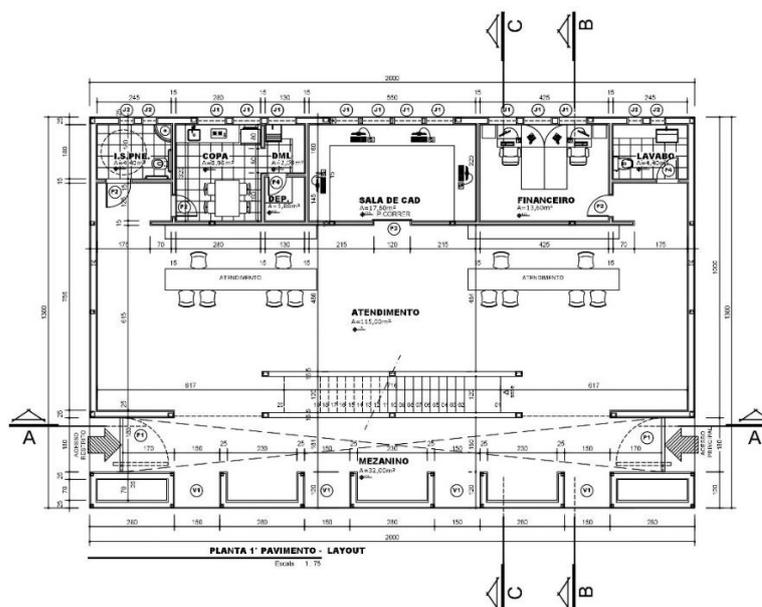


Fonte: Autor (2019).

3.1 OBTENÇÃO DOS PROJETOS

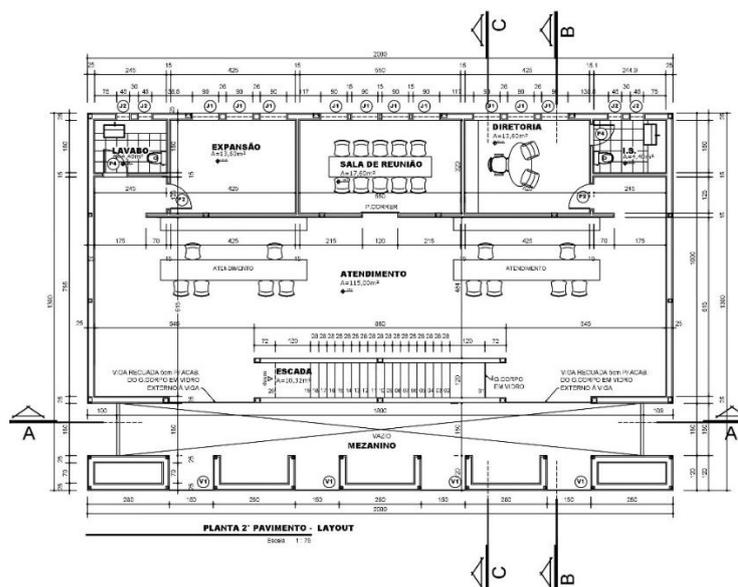
O projeto-base consiste em um projeto de um edifício comercial, desenvolvido pela Arquiteta Moema Sousa Gomes Siqueira e Arquiteto Andherson Prado Campos. O empreendimento possui uma área total construída de 456,40 m², localizado na Quadra 202 Sul, CJ-02, Av. LO-03, Lote 18, Plano Diretor Sul, Palmas - TO. Seguem Figuras 9 e 10 elucidando o projeto-base.

Figura 9: Planta de Layout – 1º Pavimento



Fonte: Autor (2019).

Figura 10: Planta de Layout – 2º Pavimento.



Fonte: Autor (2019).

3.2 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DAS FERRAMENTAS

Para realização deste trabalho foram usados os seguintes softwares:

- AutoCAD (Autodesk): Projeto Arquitetônico;
- Hydros (AltoQI): Hidrossanitário;
- Revit (Autodesk): Projeto Arquitetônico, Estrutural e Hidrossanitário;

Autodesk, desenvolvedora de algumas das ferramentas utilizadas neste trabalho, possui grande influência no mercado atual de plataformas CAD e BIM. Ainda, concede uma assinatura gratuita para estudantes onde é possível explorar as funcionalidades do programa sem nenhum tipo de restrição.

Em relação as ferramentas BIM, além dos fatores já comentados e, devido à falta de domínio do autor deste trabalho sobre a ferramenta escolhida, foi decidido pelos softwares de interfaces mais conhecidas e utilizadas, que possuíam mais fontes de consulta para sanar dúvidas associadas à utilização dos mesmos.

3.3 ANÁLISE DOS PROJETOS

Primeiramente uma verificação visual de cada projeto foi realizada, para conhecimento da arquitetura e concepção estrutural do empreendimento escolhido. A partir desta análise se extraiu os dados essenciais para desenvolvimento dos projetos.

Os modelos digitais foram formatados em acordo com as necessidades de cada aplicação utilizada. Após as devidas conversões e formatações, iniciou-se as modelagens

3.3.1 Projeto Arquitetônico

Iniciou-se com o desenvolvimento da metodologia CAD utilizando o software AutoCAD, fazendo-se os traçados das paredes, detalhes das esquadrias, elaboração dos cortes, elevações e coberturas, entre outros elementos presentes no projeto-base.

Já para metodologia BIM, foi utilizado o Autodesk Revit 2020 para modelagem arquitetônica. Iniciou-se o procedimento com a introdução dos dados das alvenarias, especificando a família que foi empregada. Cada família de paredes possui informações preestabelecidas, com especificação de materiais, uma espessura correspondente, e fabricantes.

Após a definição das paredes se iniciou o lançamento de todas as esquadrias respeitando o projeto inicial. Estas, assim como as paredes, possuem famílias que podem ser editadas conforme seja necessário. Então, foram modeladas todas as lajes

e forros não estruturais contidos na edificação, por exemplo, forros de gesso, calçadas, pisos não estruturais, solo natural entre outros. Por último, foi modelada a cobertura.

Elementos lançados no Autodesk Revit 2020 são parametrizados, ou seja, todos tem descrição de materiais e fabricantes, especificados pelos usuários ou pelo próprio software.

3.3.4 Projeto Estrutural

A modelagem estrutural foi executada a partir do programa Autodesk Revit 2020, foi necessário a utilização de um template pré-configurado com as normas brasileiras. A partir do template aberto vinculou-se o mesmo ao projeto arquitetônico, após isso iniciou-se o lançamento e locação dos pilares, bem como a especificação de suas seções. Posteriormente, se lançou as vigas de fundação, também chamadas de vigas baldrame, e logo em seguida as vigas de respaldo e cobertura. O próximo passo realizado, foi o lançamento das lajes estruturais.

3.3.5 Projetos de Instalações Hidrossanitárias

O desenvolvimento do projeto com a Tecnologia CAD, foi feita primariamente no AutoCAD, onde o traçado foi feito, após isto o projeto foi exportado para o Hydros, onde o traçado foi reajustado e as tubulações foram dimensionadas, novamente o projeto foi exportado para o AutoCAD onde lá foi detalhado.

No sistema BIM, também com utilização de um template pré-configurado e vinculado ao projeto arquitetônico foram locados os equipamentos hidráulicos e sanitários, como, pias, chuveiros, reservatórios de abastecimento, e outros que fossem fundamentais.

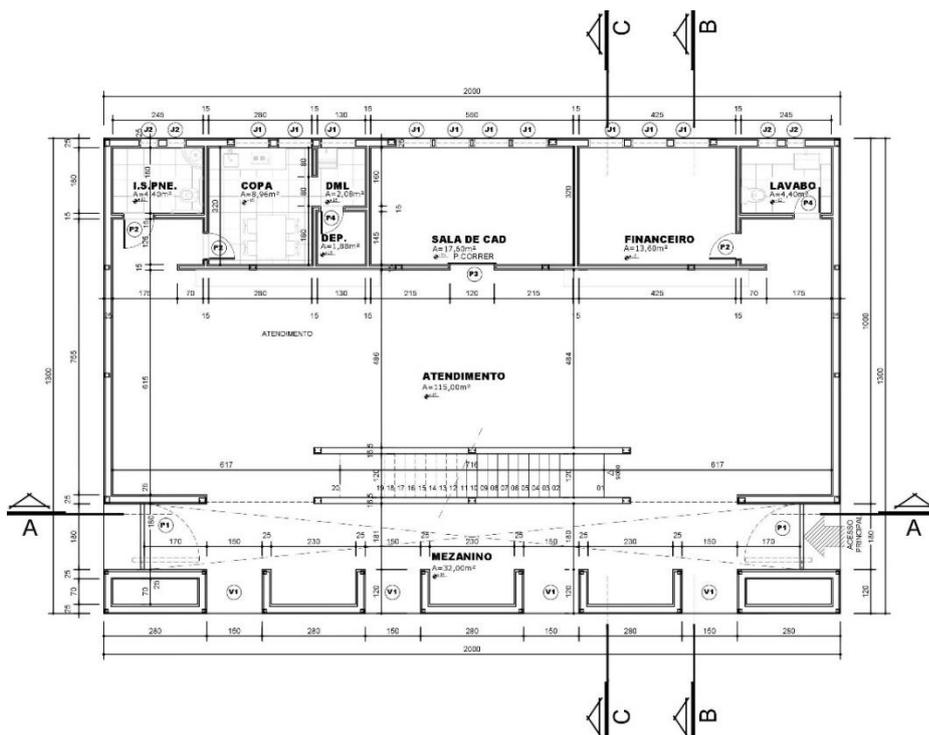
Posterior ao lançamento de todas tubulações, faz-se a análise de interferências e propõe-se correções no caso de surgimento das mesmas. Após estes lançamentos e prévias verificações o modelo está apto para a compatibilização completa do sistema. Ao final da compatibilização, um relatório será gerado com informações sobre as interferências encontradas entre os projetos, este relatório pode ser formatado para examinar, caso necessário, sistemas separadamente, como, uma averiguação somente do arquitetônico e estruturas.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MODELAGEM DO PROJETO ARQUITETÔNICO

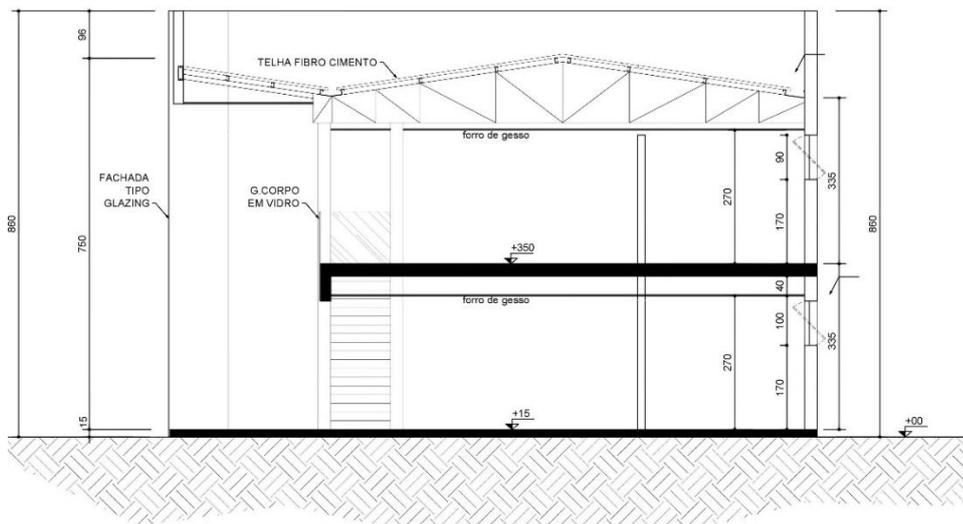
Partindo da tecnologia CAD, o desenvolvimento do projeto utilizando o modo 2D foi feito através do Autodesk AutoCAD. Conforme o projeto-base, foram feitos os seguintes desenhos: planta baixa dos pavimentos 1 (figura 11) e 2, cortes AA, BB (figura 12) e CC, duas elevações (figura 13), e cobertura.

Figura 11: Planta Baixa – 1º Pavimento (AutoCAD).

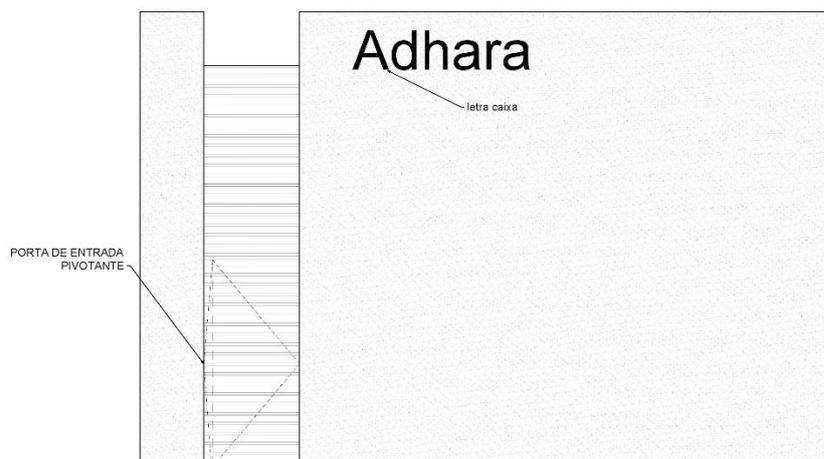


Fonte: Autor (2019)

Figura 12: Corte BB (AutoCAD).



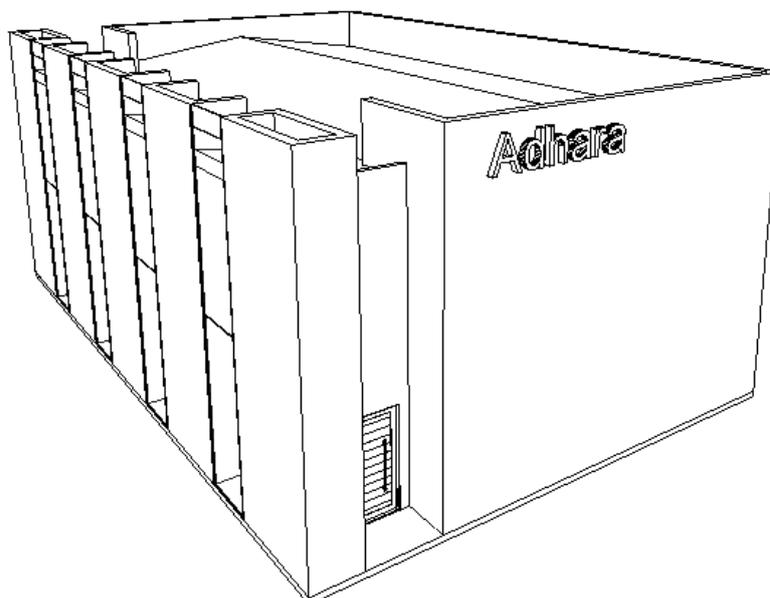
Fonte: Autor (2019)

Figura 13: Fachada Norte (AutoCAD).

Fonte: Autor (2019)

Referente à tecnologia BIM, o Autodesk Revit foi empregado de forma semelhante ao detalhado no parágrafo anterior. Entretanto, constituindo-se em um desenvolvimento dos processos de forma automatizada e integrada.

Começou-se a projetar desenvolvendo as plantas baixas, em seguida foram lançadas as paredes, inseridas as esquadrias, pisos e escada, e posteriormente a cobertura. Ao fim foram feitos os detalhamentos, inserção das cotas, identificação dos ambientes e áreas, para que ficassem de acordo com o projeto-base. Nas figuras 14 e 15 podem ser observados uma perspectiva e renderização geradas no Autodesk Revit.

Figura 14: Perspectiva 3D (Revit).

Fonte: Autor (2019)

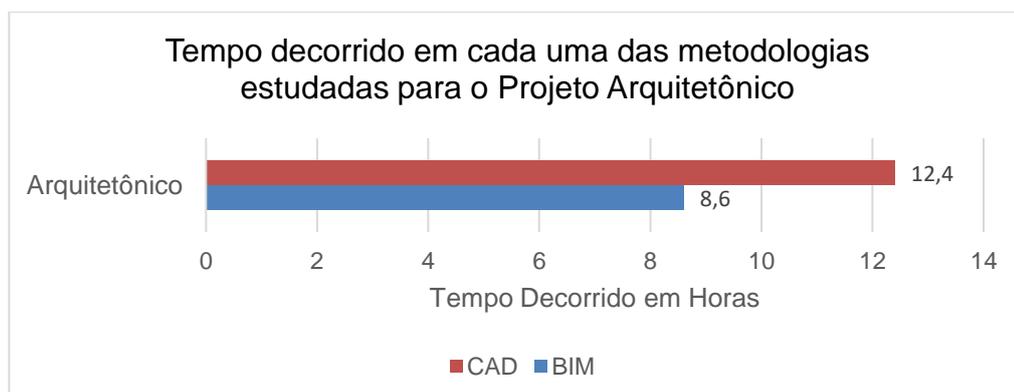
Figura 15: Render (Revit).

Fonte: Autor (2019)

As especificações das esquadrias, cores de revestimentos e estilos dos pisos, foram escolhidas de forma a tentar ao máximo se aproximar da realidade do edifício já construído.

A análise desta etapa foi gerada com base no comparativo horário de desenvolvimento de tarefas e processos que envolvessem a representação do projeto arquitetônico, como: planta baixa, planta de cobertura, dois cortes e duas elevações e inserção das informações dos materiais.

A seguir na figura 16 é apresentado o comparativo horário desta disciplina:

Figura 16: Gráfico - Comparativo horário de desenvolvimento do Projeto Arquitetônico.

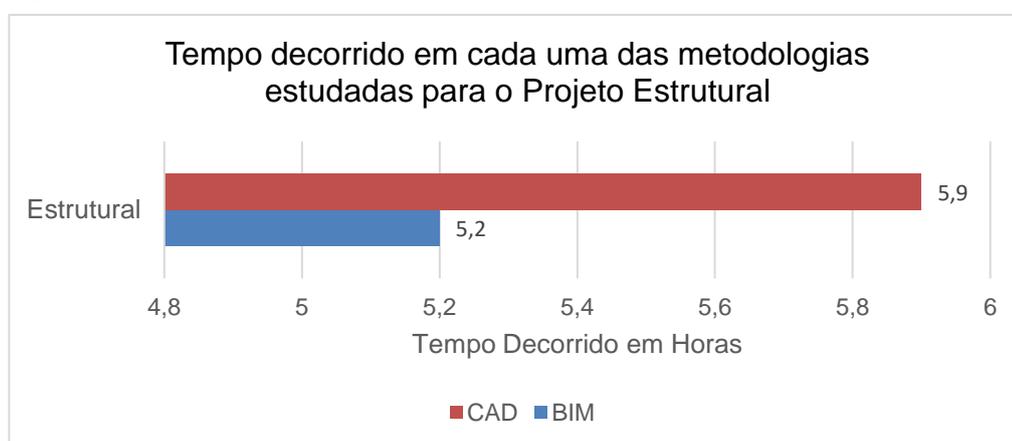
Fonte: Autor (2019)

4.2 MODELAGEM DO PROJETO ESTRUTURAL

Para o projeto estrutural, visto que o autor deste trabalho não possuía a expertise necessária para o dimensionamento de estruturas de aço, a qual é o tipo de estruturas deste empreendimento. O mesmo apenas remodelou e quantificou o rendimento horário do projeto estrutural com o uso do AutoCAD e posteriormente com a utilização do Revit. Para modelagem na plataforma BIM, foi necessária a utilização de um template com as famílias pré-configuradas.

O gráfico abaixo demonstra o comparativo do rendimento horário na utilização das duas metodologias estudadas neste trabalho.

Figura 17: Gráfico - Comparativo horário de desenvolvimento do Projeto Estrutural.



Fonte: Autor (2019).

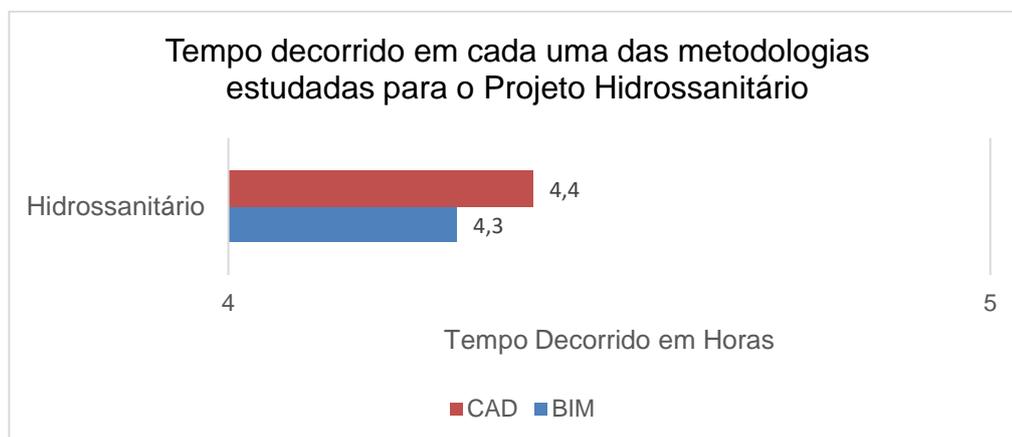
4.3 MODELAGEM DO PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

Inicialmente por meio da metodologia tradicional CAD, o desenvolvimento desta disciplina ocorreu de forma primária através do traçado da tubulação no AutoCAD, no próprio projeto arquitetônico – retirando os detalhes como elevações e cortes, deixando apenas a planta baixa, o mais limpa e clara possível. Sucessivamente, com o software Hydros da AltoQI, a disposição foi importada, reajustada e analisada, depois do dimensionamento das tubulações, realizou-se o detalhamento e elaboração do desenho executivo novamente no AutoCAD.

Observando o conceito BIM no software Revit, por sua vez, a reprodução do projeto foi feita por completo de maneira integrada em um único arquivo e programa computacional. Para este estudo, foi necessária a utilização de um template com as famílias pré-configuradas e já adaptadas ao padrão brasileiro.

No gráfico abaixo é demonstrado o comparativo do rendimento horário na utilização das duas metodologias estudadas neste trabalho para a modelagem dos projetos hidrossanitários.

Figura 18: Gráfico - Comparativo horário de desenvolvimento do Projeto Hidrossanitário.



Fonte: Autor (2019).

4.4 RESULTADOS

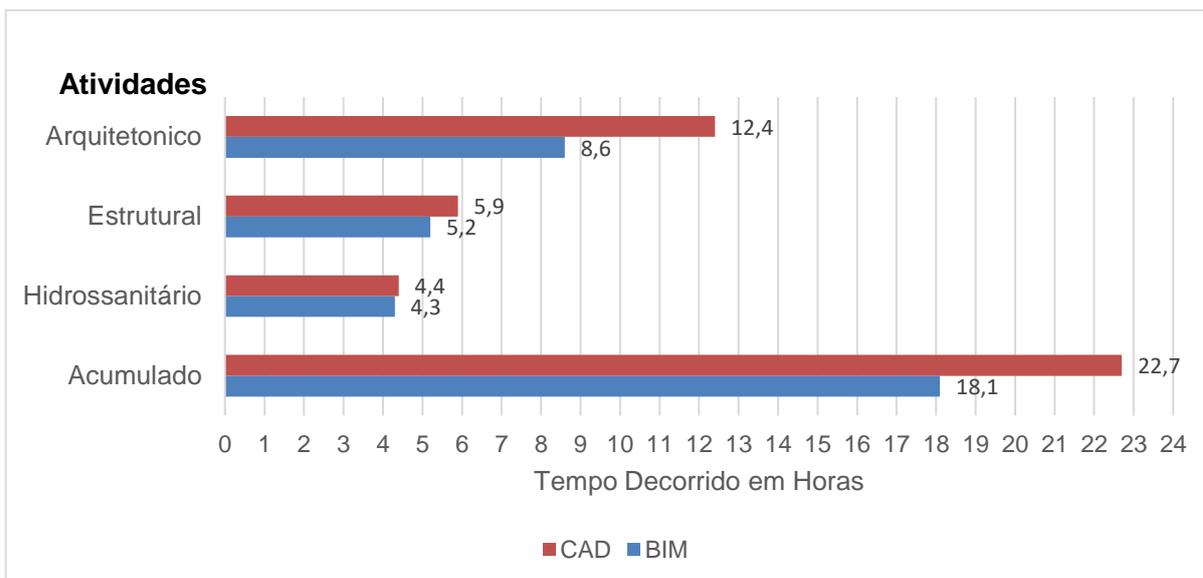
A avaliação comparativa foi embasada na quantidade de horas gastas na elaboração e desenvolvimento dos projetos e processos entre as duas metodologias estudadas, CAD E BIM. Características como qualidade de detalhamento, inserção de dados dos materiais, praticidade das plataformas e visualização instantânea dos modelos, foram alguns dos pontos principais considerados nesse estudo de comparação.

O rendimento horário do desenvolvimento das tarefas foi registrado em horas, tal documentação foi feita manualmente em planilhas eletrônicas. A partir desses registros foram desenvolvidos gráficos com o comparativo das informações.

O valor da hora técnica de projeto do engenheiro civil foi baseado nos valores estabelecidos pela ABENC – Associação Brasileira de Engenheiros Civis, R\$ 45,35/h. Este valor é referente ao custo da hora técnica para um Engenheiro Civil Junior, em natureza de Contrato de Prestação de Serviços de Responsabilidade Técnica. Foi relacionado este ao rendimento horário no desenvolvimento das tarefas deste projeto, o que resultou em gráficos análogos a avaliação comparativa entre as duas metodologias de projetos para construção civil.

No gráfico a seguir são apresentados o rendimento horário de todas as disciplinas:

Figura 19: Gráfico - Comparativo horário de desenvolvimento de Processos e Projetos.

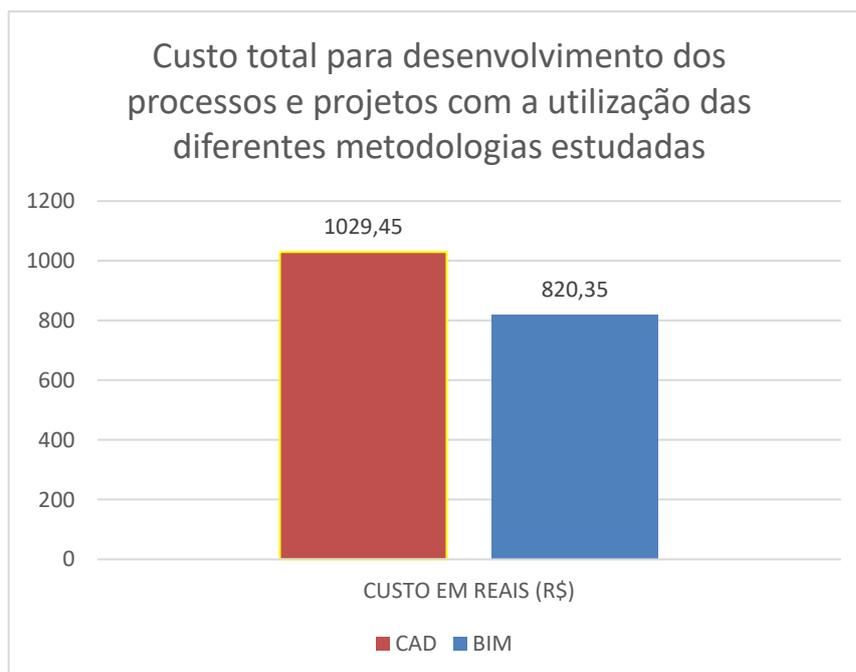


Fonte: Autor (2019).

Em suma, pode-se afirmar que com a utilização da metodologia BIM foi possível obter o mesmo projeto com tempo 25,41% inferior que quando desenvolvido somente com ferramentas CAD.

Ainda correlacionando o custo da hora técnica do Engenheiro Civil com o tempo gasto total em cada metodologia de projeto, temos:

Figura 20: Gráfico - Comparativo de custo para desenvolvimento de Processos e Projetos.



Fonte: Autor (2019).

O custo total do rendimento horário do Engenheiro Civil com a utilização de plataformas que suportem o conceito BIM foi 25,45% inferior ao do desenvolvimento com a utilização da metodologia CAD, resultando assim em uma economia no custo final da obra.

4.4.1 Inclusão do BIM ao ambiente sustentável construído

Além da diminuição do tempo gasto durante concepção projetual com a utilização do BIM, o sistema ainda contribui diretamente para o desenvolvimento de forma sustentável do ambiente construído.

O processo de projeto em relação à concepção de uma arquitetura mais próxima dos sistemas computacionais e experimentações do mundo natural, demandam do uso do ambiente virtual e de software paramétrico que contribuam para a criação de espaços e formas que reflitam o funcionamento da natureza e uma obra adaptativa e sustentável. Partindo disso, o BIM e a sustentabilidade se relacionam diretamente para que seja possível realizar um projeto que interaja com o ambiente, se adapte a ele, e promova a diminuição do impacto ambiental.

Pode-se ainda exemplificar quatro principais pontos, onde a utilização de um Sistema BIM pode contribuir para uma construção mais sustentável e ainda colaborar para com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): Materiais, Água, Energia e Carbono.

O BIM propicia a redução de resíduos de construção, dado que com o sistema é possível fazer a aferição de quantidades com maior precisão. O mesmo conceito também pode diminuir a quantidade de água gasta em uma determinada construção, assim tornando possível determinar o potencial de águas que possam ser reutilizadas.

Utilizar este conceito em todas as etapas de projeto, principalmente as iniciais, provoca uma avaliação sobre a eficiência energética muito mais transparente. Isso acontece porque quando é possível a análise detalhada de diferentes alternativas em um projeto, pode-se melhorar o desempenho energético de um edifício. Assim como a questão da energia, é possível testar diversas soluções que tragam a menor emissão de Carbono nas construções. Ou seja, têm-se mais possibilidade de identificar opções de baixo consumo de carbono e qual opção possui o potencial para reduzir mais emissões durante as fases de concepção e construção. É também possível escolher caminhos que levam a economia durante a operação de um edifício,

mantendo este modelo para testes posteriores durante todo o ciclo de vida da edificação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A deficiência nas normas Brasileiras que regulem o BIM é uma grande barreira para a melhor adoção dessa tecnologia no setor da Construção Civil. A carência de conteúdos necessários para a Modelagem da Informação da Construção, por muitas vezes, fazendo com que o usuário crie ou compre seus próprios materiais ou templates, gera certa resistência ao uso da Tecnologia.

Apesar do operador deste trabalho não possuir larga experiência na modelagem BIM, o desenvolvimento acumulado de todas disciplinas do projeto demandou de um tempo relativamente menor. As tarefas integradas colaboram para eficiência e eficácia da mesma, 25,41% menor tempo em relação a metodologia CAD. Na figura 21 é exemplificado a comparação em rendimento horário entre as duas metodologias de projeto estudadas.

Figura 21: Comparativo entre as duas metodologias de projeto estudadas.



Fonte: Autor (2019).

O BIM nos traz diversas vantagens, mas também demanda uma visão global da obra, o projetista deve projetar como se realmente estivesse construindo a edificação. Assim, podendo identificar erros que só seriam notados durante execução, o que evita em gastos com retrabalhos. Essa característica também faz com que o cálculo dos quantitativos da obra sejam feitos de forma automática, poupando tempo. Além disso, o

uso do modelo tridimensional viabiliza a análise do projeto de diferentes ângulos facilitando a identificação de falhas e/ou interferências no projeto.

Apesar do deficiente uso do BIM no Brasil, com o passar dos dias cada vez mais profissionais aderem a essa tecnologia, aumentando sua procura. O mercado do BIM também pode ser visto como uma oportunidade, onde empresas se especializam em oferecer softwares e produtos para alimentá-los, como é o caso das famílias. Nessa perspectiva, o ensino do BIM nas universidades poderá ser um catalisador da sua disseminação entre os novos profissionais. Dessa forma, pouco a pouco o BIM vai ganhando espaço no mercado, visto que esse conceito pode contribuir para a diminuição do custo, aumento da produtividade e melhora da qualidade do setor da construção civil.

Destaca-se que as considerações finais aqui expostas são resultadas especificamente deste estudo de caso, de acordo com as condições disponíveis de ferramentas e habilidade em manusear as ferramentas do autor do trabalho. De modo geral, o presente estudo demonstrou a prevalência do método BIM sob o método CAD tradicional no desenvolvimento de projetos. Quando estiverem solucionados os problemas de incompatibilidade e interoperabilidade com normas brasileiras, o BIM atingirá valores de eficiência e produtividade maiores aos determinados por essa pesquisa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Engenheiros Civis. **Tabela de Honorários Profissionais Básicos**, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13532: Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução**. Rio de Janeiro, 1999.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Construção Civil - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

CAMPESTRINI, T. F.; et al. **Entendendo BIM: Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação**. 1a edição, Curitiba, 2015

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

Engenium - Empresa Júnior de Engenharia Civil. **17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na Engenharia Civil**. 2019. Disponível em: <<https://www.engeniumej.com/single-post/2019/06/06/17-Objetivos-de-Desenvolvimento-Sustent%C3%A1vel-na-Engenharia-Civil>>. Acesso em: 29 out. 2019.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60p.

HOWEL, Norb. **Você consegue sobreviver sem o BIM. Permanecendo Competitivo**. Resumo de Negócios BIM. Autodesk. 2015. Disponível em: <<http://www.autodesk.com/temp/amer/edms/fy16q1/february-15/5508/19242/test-drive-bim-construction-br-bim-ebook.pdf>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2019.

ISIKDAG, Umit; UNDERWOOD, Jason. **Two design patterns for facilitating Building Information Model-based synchronous collaboration**. *Automation in Construction*, v. 19, n. 5, 2010.

KHEMLANI, L. The IFC Building Model: A Look Under the Hood. AECbytes, [S.l.], 30 Mar. 2004. Disponível em: . Acesso em: 14 de agosto de 2019.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual para a gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MASOTTI, Luís Felipe Cardoso. **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil**. 2014. 72p. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MCPARTLAND, Richard. **O Que É Um Manual de Entrega de Informações? - IDM.** 2017. Disponível em: <<https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-an-information-delivery-manual-idm>>. Acesso em: 29 out. 2019.

MELHADO, Silvio Burrattino et al. **Coordenação de projetos de edificações.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MENEZES, Gilda L.B.B.; **Breve histórico de implantação da plataforma BIM.** Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v. 18, n. 22, 2011.

MOTTA, Silvio FR; AGUILAR, Maria Teresa P. **Sustentabilidade e processos de projetos de edificações.** Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 4, n. 1, p. 88-123, 2009

NAKAMURA, Juliana. **Como compatibilizar bem projetos de diferentes especialidades.** 2011. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquiteturaurbanismo/211/tudo-coordenado-238914-1.aspx>>. Acesso em: 07 abril. 2019.

OLIVEIRA, Ludmila Cabizuca C. F.; PEREIRA, Alice T. Cybis. Mudanças metodológicas decorrentes da implantação recente de BIM em escritórios de arquitetura. **Xv Congresso de La Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital: SIGRADI 2011,** Santa Fé, v. 11, n. 5, abr. 2011.

Organização das Nações Unidas. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** 2015. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>>. Acesso em: 29 out. 2019.

Redação Aecweb / E-Construmarket. **Compatibilização de projetos economiza tempo e dinheiro: Solução de conflitos ainda na fase de elaboração do projeto evita problemas no canteiro de obras e reduz de 5% a 8% os custos da construção.** 2016. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/m/cm/compatibilizacao-de-projetoseconomiza-tempo-e-dinheiro_6907>. Acesso em: 07 abril. 2019.

RIBEIRO, Tollendal G. R. **Modelagem de informações de edificações aplicadas no processo de projetos de aeroportos**. 2010. 132f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília: 2010. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/7727/1/2009_JulioTollendalGomesRibeiro.pdf>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2019.

RODRIGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. 2005. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RUSCHEL, Regina Coeli; DE ANDRADE, Max Lira Veras Xavier; DE MORAIS, Marcelo. **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?** CEP, v. 13083, 2013.

SANTOS, Altair. **Compatibilizar projetos reduz custo da obra em até 10%**. 2013. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/compatibilizar-projetos-reduzcusto-da-obra-em-ate-10/>>. Acesso em: 07 abril. 2019.

SILVA JÚNIOR, Mauro Augusto. **Parâmetros de desempenho incorporados em projetos de arquitetura com o uso de aplicativo de modelagem BIM**. 2016. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2016.

SMITH, Dana K.; TARDIF, Michael. **Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers**. John Wiley & Sons, 2009.

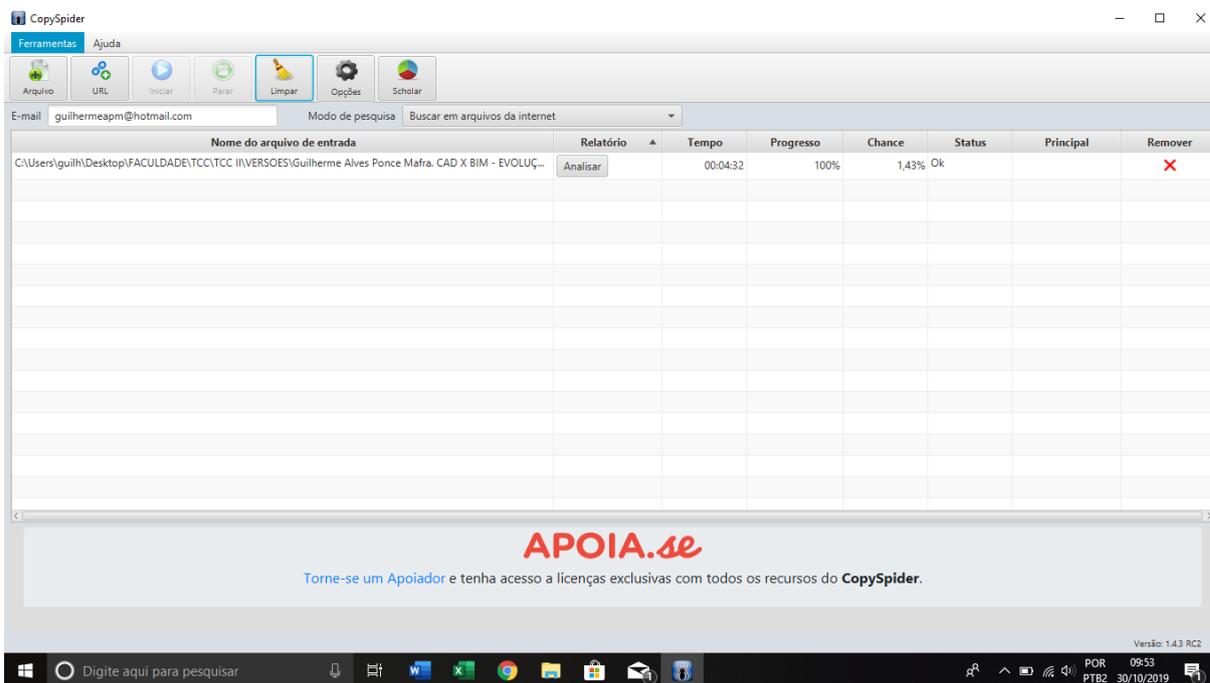
SOARES, Laís G. **Plataforma BIM: contribuições para a gestão e coordenação de projetos em uma organização militar**. 94 [13] f. Monografia (Pós-graduação em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

SOUZA, A. L. R.; BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B. **Qualidade, projeto e inovação na construção civil.** In: ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Rio de Janeiro, 1995.

Van Nederveen, GA e Tolman, FP (1992) **Modelando Vistas Múltiplas em Edifícios.** Automation in Construction, 1, 215-224.

VIBCOM. **VOCÊ SABE O QUE SÃO ODS? E QUAL É A RELAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL?** Setor da construção civil tem as suas responsabilidades no cumprimento das metas dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU. Disponível em: <<http://www.universidadetrisul.com.br/sustentabilidade/voce-sabe-o-que-sao-ods>>. Acesso em: 29 out. 2019.

ANEXO I



CAPTURA DE TELA 1 – RESULTADO DA ANÁLISE DE PLÁGIO PELO COPYSPIDER.

Arquivo de entrada: [Guilherme Alves Ponce Mafra. CAD X BIM - EVOLUÇÃO OU REVOLUÇÃO EM METODOLOGIAS DE PROJETO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL.pdf](#) (9145 termos)

Arquivo encontrado		Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
teses.usp.br/teses/d...	Visualizar	52202	868	1,43	
passeidireto.com/arq...	Visualizar	1099	37	0,36	
loc.gov/preservation...	Visualizar	4045	21	0,15	
anpad.org.br/diverso...	Visualizar	750	12	0,12	
thenbs.com/knowledge...	Visualizar	858	11	0,11	
pt.wikipedia.org/wik...	Visualizar	793	11	0,11	
technical.buildingsm...	Visualizar	561	5	0,05	
buildingsmart.org/st...	Visualizar	406	5	0,05	
thebimhub.com/inform...	Visualizar	386	5	0,05	
mystudybay.com.br/es...	-	-	-	-	Parece que o documento não existe ou não pode ser acessado. HTTP response code: 403

CAPTURA DE TELA 2 – RESULTADO DETALHADO DA ANÁLISE DE PLÁGIO PELO COPYSPIDER.