



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Escola de Engenharia**

**Curso de Especialização em Construção Civil**

**João Pedro de Paula Cardoso**

**VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE MODELAGEM  
BIM EM ESCRITÓRIOS DE PEQUENO PORTE**

**Belo Horizonte,  
2021.**

**JOÃO PEDRO DE PAULA CARDOSO**

**VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE MODELAGEM  
BIM EM ESCRITÓRIOS DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Especialização em Gestão e Avaliação nas Construções do departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientador:** Dra. Sidnea Eliane Campos Ribeiro

**Belo Horizonte,  
2021.**

C258v	<p>Cardoso, João Pedro de Paula.  Viabilidade da implantação de modelagem BIM em escritórios de pequeno porte [recurso eletrônico] / João Pedro de Paula Cardoso. – 2021.  1 recurso online (45 f. : il., color.) : pdf.</p> <p>Orientadora: Sidnea Eliane Campos Ribeiro.</p> <p>Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG.</p> <p>Bibliografia: f. 43-45.  Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.</p> <p>1. Construção civil. 2. Planejamento. 3. Projetos. 3. Modelagem de informação da construção. 4. Produtividade. 5. Viabilidade econômica.  I. Ribeiro, Sidnea Eliane Campos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 69</p>
-------	---



## ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: JOÃO PEDRO DE PAULA CARDOSO

MATRÍCULA: 2019719023

### RESULTADO

Aos 25 dias do mês de novembro de 2021 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

“VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE MODELAGEM BIM EM ESCRITÓRIOS DE PEQUENO PORTE”

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 82

CONCEITO: B

### BANCA EXAMINADORA:

Nome

Assinatura

Profª. Drª. Sidnea Eliane Campos Ribeiro

Nome

Assinatura

Profª. Drª. Danielle Meireles de Oliveira

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E AVALIAÇÕES NAS CONSTRUÇÕES"

Belo Horizonte, 25 de novembro de 2021

Antonio Neves de  
Carvalho

Junior:78724104604

Assinado de forma digital por  
Antonio Neves de Carvalho  
Junior:78724104604  
Dados: 2021.11.25 22:04:45  
-03'00'

Coordenador do Curso

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta monografia em especial aos meus tios que partiram este ano Alício Bernardo dos Reis e Francisco Pereira de Almeida, que foram de extrema importância para minha formação e que nunca pouparam esforços para que fosse possível chegar até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Esta dissertação de especialização foi finalizada com o apoio de diversas pessoas, através do suporte emocional e material oferecido por elas. De tal forma, o meu sincero agradecimento a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para que eu conseguisse conciliar trabalho, estudos e vida pessoal.

Agradeço à minha orientadora, Doutora Sidnea Eliane Campos Ribeiro, pelo profissionalismo, disposição e dedicação de seu escasso tempo, para contribuir com este estudo. Muito obrigado por fazer parte deste desafio e por ser tão competente como profissional.

Aos colegas deste curso que fizeram parte de toda esta trajetória e contribuíram não só com os auxílios nos trabalhos, como elevamos nossos conhecimentos e amizade para o nosso dia a dia.

À minha família, deixo um agradecimento especial aos meus pais, por tudo que me foi proporcionado, em contratempos que foram além deste estudo. Os exemplos de determinação, superação e caráter, foram essenciais na minha formação como profissional e como indivíduo e tudo só foi possível graças a eles.

Por fim agradeço a Deus, por me guiar e permitir que toda essa trajetória fosse traçada, amparando e guiando frente aos meus objetivos. Obrigado por ter ao meu lado pessoas tão competentes e generosas.

## RESUMO

O processo de elaboração de projetos, faz parte de um conjunto de ferramentas, métodos e políticas interligadas a gestão dos mesmos. No Brasil, o setor da construção civil se mantém vinculado ao método tradicional *Computer Aided Design* (CAD) para as etapas de planejamento, orçamento e cronograma, tendo apenas recentemente iniciado investimentos em novos processos gerenciais visando melhorias nos prazos e custos envolvidos. O objetivo deste trabalho consiste em analisar a viabilidade da implantação da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) em escritórios de projetos de pequeno porte, com base em um sistema de treinamento que vêm sendo utilizado por algumas empresas. A fim de identificar os ganhos obtidos de produtividade e financeiro, foi efetuado um estudo de caso com duas empresas de pequeno porte, localizadas na cidade de Aracaju, capital de Sergipe, as quais trabalham de forma majoritária com projetos do programa casa verde amarela. Dentre as empresas estudadas uma possui tecnologias e processos BIM implantados e a outra utiliza métodos tradicionais. Os dados foram obtidos através do estudo de campo, onde informações que envolviam custos de treinamento, melhora de rendimento, redução de profissionais, índice de satisfação dos clientes e dentre outros, foram coletadas e analisadas a fim de se obter um comparativo entre ambas. Os resultados obtidos permitiram analisar a viabilidade de modo mais fidedigno com a realidade dos escritórios de arquitetura e engenharia, os quais passaram a produzir de forma mais eficiente apesar do aumento de custos provenientes das novas ferramentas.

**Palavras-chave:** Planejamento, projetos, BIM, produtividade, viabilidade.

## **ABSTRACT**

The project preparation process is part of a set of tools, methods and policies linked to their management. In Brazil, the civil construction sector remains linked to traditional Computer Aided Design (CAD) methods for the planning, budget and schedule stages, having only recently started investments in new management processes aimed at improving the terms and costs involved. The objective of this work is to analyze the feasibility of implementing BIM methodologies in small project offices, based on a training system that has been used by some companies. In order to identify the productivity and financial gains obtained, a case study was carried out with two small companies, located in the city of Aracaju, capital of Sergipe, which mostly work with projects of the casa verde amarela program. Among the companies studied, one has Building Information Modeling (BIM) technologies and processes implemented and the other uses traditional methods. Data were obtained through a field study, where information involving training costs, improvement in performance, reduction of professionals, customer satisfaction index and others, were collected and analyzed in order to obtain a comparison between them. The results obtained allowed us to analyze the feasibility in a more reliable way with the reality of architecture and engineering offices, which started to produce more efficiently despite the increase in costs arising from the new tools.

**Keywords:** Planning, projects, BIM, productivity, viability.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema ilustrativo dos processos BIM.....	17
Figura 2 - Interoperabilidade entre as informações do projeto.....	19
Figura 3 - Layout padrão do <i>Revit</i> .....	21
Figura 4 - <i>Tekla Structure</i> , layout de estruturas metálicas.....	21
Figura 5 - <i>QiBuilder</i> , layout de instalações elétricas.....	22
Figura 6 - Interface do <i>Edificius</i> .....	23
Figura 7 - Interface do <i>ArchiCad</i> .....	24
Figura 8 - Interface do cronograma <i>Navisworks</i> .....	25
Figura 9 - Comparativo horário de desenvolvimento de projetos com alteração.....	26
Figura 10 - Variação paramétrica no período renascentista.....	27
Figura 11 - Organograma da estrutura organizacional da Empresa A.....	33
Figura 12 - Organograma da estrutura organizacional da Empresa B.....	33
Figura 13 - Fluxograma da estrutura de processos da Empresa A.....	35
Figura 14 - Interface do <i>ORSE</i> .....	36
Figura 15 - Fluxograma da sequência do modo de implantação BIM.....	38
Figura 16 - Fluxograma de processo colaborativo mesclado.....	41
Figura 17 - Fluxograma da segunda etapa do processo colaborativo.....	41
Figura 18 - Gráfico Demonstrativo do tempo médio de compatibilização de projetos nas empresas estudadas.....	44
Figura 19 - Gráfico do tempo gasto pelos profissionais para readequações.....	46
Figura 20 - Demonstrativo dos custos de treinamento por disciplina.....	48
Figura 21 - Custo mensal dos programas.....	49
Figura 22 - Gráfico do comparativo de custos de <i>softwares</i> entre as empresas estudadas.....	49
Figura 23 - Gráfico do índice de satisfação dos clientes.....	50
Figura 24 - Capacidade de entrega de projetos entre as duas empresas.....	51
Figura 25 - Gráfico do período de <i>payback</i> da Empresa A em 2020.....	52

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Características e vantagens da Engenharia Simultânea.....	29
--	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BIM – *Building Information Modeling*

CAD - *Computer Aided Design*

IFC – *Industry Foundation Classes*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO SÓCIOECONÔMICA E MODERNIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	15
2.1.1 Modelagem BIM .....	16
2.1.2 História do BIM.....	18
2.1.3 Avanço Tecnológico no Brasil e no Mundo.....	18
2.2 TECNOLOGIAS E PROCESSOS BIM PARA ENGENHARIA E ARQUITETURA .....	18
2.2.1 Processos e Ferramentas BIM em Escritórios de Projeto.....	19
2.3 OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS NAS FASES DE PROJETO.....	25
2.3.1 Tempo de Elaboração dos Projetos .....	26
2.3.2 Parametrização dos Objetos.....	27
2.3.3 Compatibilização de Projetos .....	28
2.3.4 Engenharia Simultânea .....	29
<b>3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA.....</b>	<b>31</b>
<b>4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>32</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS DOS PEQUENOS ESCRITÓRIOS DE PROJETO.....	32
4.1.1 Estrutura Organizacional .....	32
4.1.2 Serviços Desenvolvidos.....	34
4.1.3 Processos de Projeto .....	34
4.1.5 Ferramentas Utilizadas .....	35
4.1.6 Planejamento e Gestão.....	37
4.1.7 Produto Final .....	37
4.2 REQUISITOS BÁSICOS PARA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM .....	38
4.2.1 Implantação da Sequência dos Processos.....	38
4.2.2 Método de Treinamento dos Profissionais .....	40

<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>43</b>
5.1 TEMPO DE TREINAMENTO .....	43
5.2 QUALIDADE DO PLANEJAMENTO E GESTÃO .....	43
5.2.1 Compatibilização dos Projetos .....	44
5.2.2 Gestão de Recursos.....	45
5.2.3 Gestão de Pessoas.....	45
5.3 CUSTOS FIXOS E DE IMPLANTAÇÃO .....	47
5.3.1 Custos de Treinamento .....	47
5.3.2 Custos de Aquisição dos <i>Softwares</i> .....	48
5.4 GRAU DE SATISFAÇÃO DOS CLIENTES COM OS PROCESSOS BIM.....	50
5.5 CAPACIDADE DE ENTREGA DOS PROJETOS .....	51
5.6 TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO.....	52
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A dificuldade de se destacar no mercado de trabalho é um empecilho no qual muitos engenheiros e arquitetos possuem ao longo de suas carreiras. A ausência de recursos e um mercado cada dia mais competitivo, fazem com que muitos tenham que reduzir os valores dos serviços prestados, gerando baixos valores das horas trabalhadas e uma piora do cenário.

Alinhar preço, qualidade e tempo é um desafio que todos independente da profissão, possuem, pois em muitos casos diminuição do tempo de execução de determinado serviço, vêm atrelado com a baixa qualidade e o baixo custo. Ao longo da história da humanidade o que possibilitou alcançar tal alinhamento foi o uso de tecnologia, processos auxiliados por máquinas e computadores, possibilitaram que processos que antes demandavam dias ou meses, passassem a serem concluídos em minutos (PAIVA, 2016).

O BIM, definido como um modo de modelagem permitindo que muitos dos processos da construção civil, possam ser alinhados, simulados e adiantados na fase de projeto em um modelo BIM, todas as informações alimentadas no modelo ficam armazenadas tanto no 3D, como também ficam representadas no 2D. Problemas como compatibilização, levantamento de quantitativos e trabalho simultâneo, são alguns dos pontos que *softwares* que fazem uso desse tipo de tecnologia, consigam torna-los automatizados (ALMEIDA, 2016).

Diante deste panorama, este estudo busca analisar o BIM, na cidade de Aracaju, capital de Sergipe, através de um estudo de caso com um escritório de pequeno porte, que utiliza BIM a cerca de 2 anos, cujas atividades são voltadas para reformas e habitações populares, com outro de mesma categoria, o qual não se utiliza BIM e está no mercado a 3 anos.

Especificamente o objetivo deste estudo consiste em analisar os custos de treinamento dos profissionais para processos BIM e dos *softwares* para tais finalidades, analisar o perfil dos escritórios de acordo com a área de atuação, seja ela arquitetura ou engenharia, levantar dados dos profissionais da área da construção civil, para identificar o que acarreta na não adesão aos *softwares* BIM, comparar os pontos de qualidade e agilidade do processo tradicional com o processo BIM, levando em conta critérios técnicos e comparar financeiramente, o ganho de

produtividade entre escritórios de mesma categoria que não utiliza processos BIM, visando equiparar o nível de competitividade de ambos.

Este estudo justifica-se como uma pesquisa que auxilia o processo de industrialização na construção civil, visando melhorias nas técnicas de planejamento, impactando não só nas atividades programadas na parte de projetos como também no aumento da produtividade em todas as áreas de planejamento e execução de obras.

Para embasar tais análises, a metodologia deste estudo consiste em estudar conceitos BIM, através de artigos, teses e dissertações, coleta de dados técnicos com os escritórios de projetos alvos de estudo como tempo de execução dos projetos, levantamento dos custos com o uso das ferramentas e entrevistas para medir o grau de satisfação dos clientes.

O capítulo 2 contará com uma revisão bibliográfica pois por focar no mercado nacional e possuir elementos específicos ao Brasil, será realizado também uma caracterização socioeconômica do mercado da construção civil como um todo, além de justificar a necessidade de mudança, e as dificuldades encontradas para que ocorra tal modernização.

No capítulo 3 será apresentado o estudo de caso, onde será efetuada uma caracterização dos escritórios e analisados os requisitos básicos para a implantação dos processos BIM, a fim de observar o cenário atual que cada escritório se encontra.

O capítulo 4 será a parte dos resultados e discussões, onde ocorrerá a apresentação dos dados de tempo, custos de implantação e avaliação do grau de satisfação dos clientes com o produto final.

O capítulo 5 será a finalização do presente estudo com a conclusão, visando analisar se houve ou não um ganho de competitividade e conseqüentemente produtividade por conta da adesão ao BIM, além de observar se é ou não viável aos escritórios de pequeno porte.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sabendo-se da necessidade de mudanças no modo operacional brasileiro frente a uma das maiores indústrias da economia que é a construção civil, é válido ressaltar e fundamentar os conceitos que fazem com que seja um dos setores de maior debate na história do Brasil. Esta seção irá abordar os princípios da construção civil, em relação aos pontos de avanço tecnológico, incentivos fiscais, processos de planejamento, compatibilização e dificuldades que o segmento encontra para possíveis modernizações, através de fundamentos teóricos.

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO SÓCIOECONÔMICA E MODERNIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil tem como principais características a produção não homogênea e não seriada, sendo influenciada por fatores climáticos no processo construtivo e possuir uma complexa rede de participantes que podem alterar o processo, intervindo se necessário (usuários, clientes, projetistas, financiadores, construtores). Toda essa não padronização de elementos e pessoas envolvidas, fazem com que os profissionais constantemente tenham que rever seus planejamentos e se enquadrar no novo cenário (NEVES, 2014).

A movimentação financeira do setor ocorre de forma híbrida, uma vez que contém elementos de consumo para os que buscam uma habitação e outros com finalidades especulativas, visando a valorização dos imóveis ou mesmo a apreciação dos títulos de dívida imobiliária, classificados como CRI. A junção desses perfis é o que movimentam o mercado e permitem o desenvolvimento, tendo em vista a representação do setor na economia de 6,2% do PIB do Brasil e 34% do total da indústria brasileira (GHINIS; FOCHEZATTO, 2011).

Segundo Almeida (2016), a geração de emprego é outro elemento que vale a ser pontuado, o mercado da construção civil é um dos setores da indústria da brasileira que absorve um dos maiores números de trabalhadores, gerando empregos diretos e indiretos. Ressalta-se que a ICC – Indústria da Construção Civil brasileira divide-se em três grandes setores (subsetores), a saber: a montagem industrial, as edificações e a construção pesada. Dentre estes o (subsetor) de edificações é considerado o mais competitivo por possuir o maior número de empresas e uma menor barreira de entrada.



Em meio a esse universo produtivo, sabe-se que o setor da construção civil vem crescendo e se fortalecendo economicamente de modo considerável e equilibrado, sobretudo nas duas últimas décadas com a diminuição das taxas de juros e estímulos fiscais. O programa minha casa minha vida por exemplo de 2009 a 2015 foi responsável pela liberação de cerca de R\$ 139,6 bilhões em financiamento, cerca de 3,857 milhões de habitações.

Segundo Secci (2016), do ponto de vista econômico o crescimento foi considerável, permitindo que muitas famílias de baixa renda possuíssem imóveis próprios, todavia vale ressaltar que todos os processos empregados em habitações no Brasil, são baseados nos processos tradicionais, envolvendo desde as fases de projetos até as fases de execução, não havendo nenhum grande avanço tecnológico no setor nos últimos anos.

### 2.1.1 Modelagem BIM

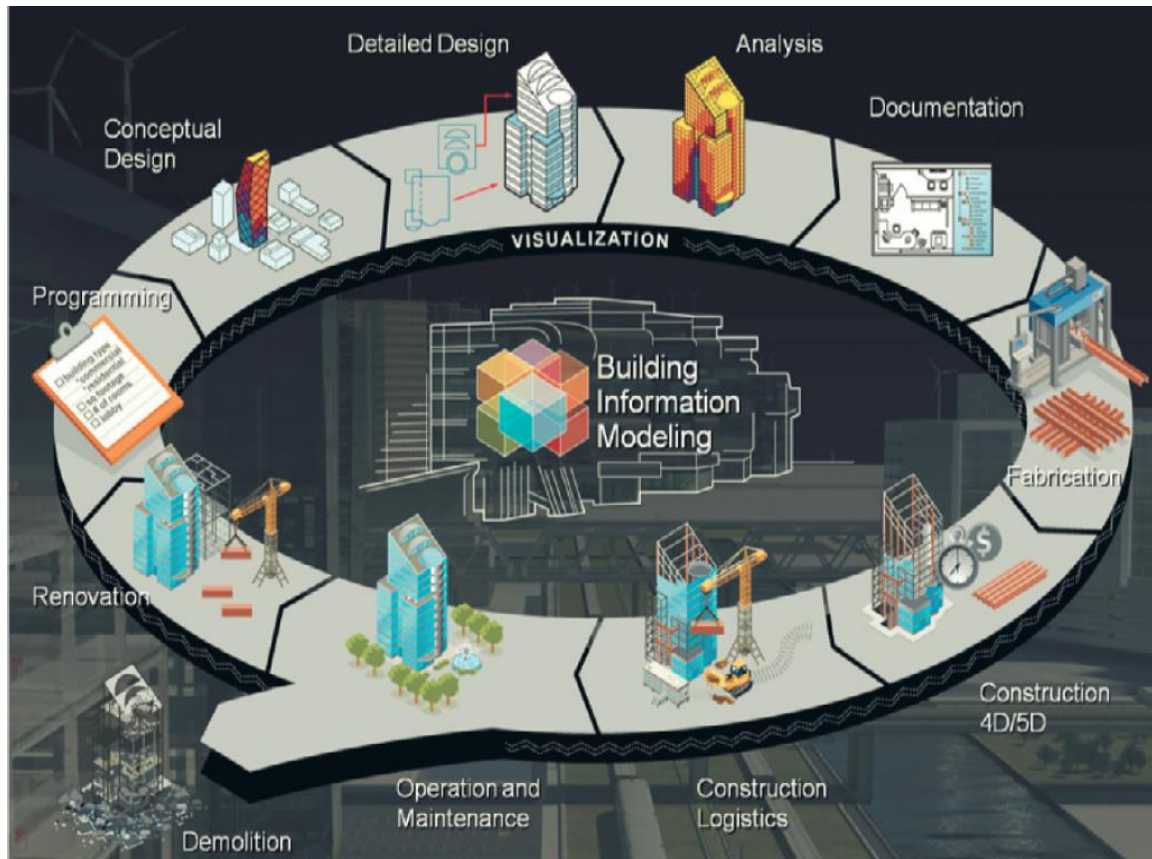
Para melhor compreensão do que é modelagem BIM, alguns conceitos precisam ser trabalhados. Segundo Coelho e Novaes (2008) os sistemas baseados na tecnologia BIM, podem ser considerados uma evolução dos sistemas CAD, pois é através de um banco de dados que gerencia as informações pertinentes ao ciclo de vida de uma edificação, integrada a uma modelagem em três dimensões. De tal modo que as informações fiquem concentradas em um único modelo, e qualquer alteração realizada no mesmo, reflete em todos os outros documentos produzidos dentro da mesma modelagem.

Muitos especialistas relatam a necessidade de minimizar os conflitos entre as informações sobre a construção, e tendo o BIM como uma solução, uma ferramenta capaz de ir além da representação para a simulação do processo construtivo. Para esclarecer como a adoção desta tecnologia ocorre, tem-se três gerações de implantação do BIM, chamando-as de BIM 1.0, 2.0 e 3.0. Se tratando do BIM 1.0 os *softwares* parametrizados substituem os modelos CAD 2D, apresentando benefícios como a melhor coordenação e mais rápida produção da informação. Todavia sua utilização está restrita aos projetistas, que decidem o quanto irão implantar das novas tecnologias (TOBIN, 2008).

Na Figura 1 mostra-se o esquema da utilização da plataforma BIM na cadeia produtiva da construção civil, indo desde a etapa da programação, cronogramas de obras, orçamentos,

aprovações nos órgãos competentes chegando a até a parte de demolição, ou então renovação variando de acordo com o estado da edificação e finalidade da mesma.

Figura 1 - Esquema ilustrativo dos processos BIM



Fonte: Paiva (2016, p. 27).

BIM 2.0 ocorre quando o modelo passa a incorporar informações como tempo (4D), orçamento (5D), engenharia energética, análise ambiental, e entre outros. Nesta etapa torna-se necessária a minimização de problemas relativos à interoperabilidade visto a necessidade de trocas frequentes de informações entre os participantes (PAIVA, 2016).

BIM 3.0 caracterizado pela integração total entre os profissionais e as disciplinas envolvidas no processo sem obstáculos referentes à interoperabilidade e troca de informações. Tendo completa interoperabilidade, onde o mais importante é quão bem a construção virtual representa no processo de construção. O BIM 3.0, é considerado o último estágio da adoção do BIM, do qual é apenas considerado uma tendência na qual, ainda não é aplicada em sua totalidade nos tempos atuais (PAIVA, 2016).

### 2.1.2 História do BIM

O BIM iniciou seu desenvolvimento no fim da década de 80, quando especialistas da área de Tecnologia da Informação e interoperabilidade, iniciaram suas pesquisas a fim de aprimorar o modo como eram realizados os projetos. Em 1987 vem ao mercado o primeiro *software* com ferramentas BIM, a partir disso foram realizadas diversas iniciativas por parte de engenheiros e arquitetos, americanos, europeus e asiáticos. Passado isso, na década de 90, empresas como Gehry Technologies e ONUMA, passaram a desenvolver projetos utilizando ferramentas BIM. A Finlândia e Noruega também passaram a investir na área, e hoje se encontram nos estágios mais avançados de implantação BIM (ADDOR *et. al*, 2010).

### 2.1.3 Avanço Tecnológico no Brasil e no Mundo

Buscando acompanhar o movimento internacional, e tendo em vista os benefícios do modo de modelar, algumas poucas empresas brasileiras iniciaram o processo de implantação da tecnologia no início dos anos 2000. Apesar do uso das ferramentas e dos processos BIM passarem a ser um objetivo para muitos escritórios nos últimos anos, poucos são os que efetivamente utilizam o para o desenvolvimento dos projetos (SOUZA, AMORIM e LYRIO, 2009).

Segundo Almeida (2016), o setor da construção civil comparado aos demais setores industriais, possui um movimento de modernização bastante incipiente, desde os processos de execução até os processos de planejamento. Traçando um comparativo com países industrializados como os Estados Unidos, métodos como BIM e pré-moldados, iniciaram sua ampla difusão em 2003 e em 2006 já eram de uso obrigatórios em edificações públicas.

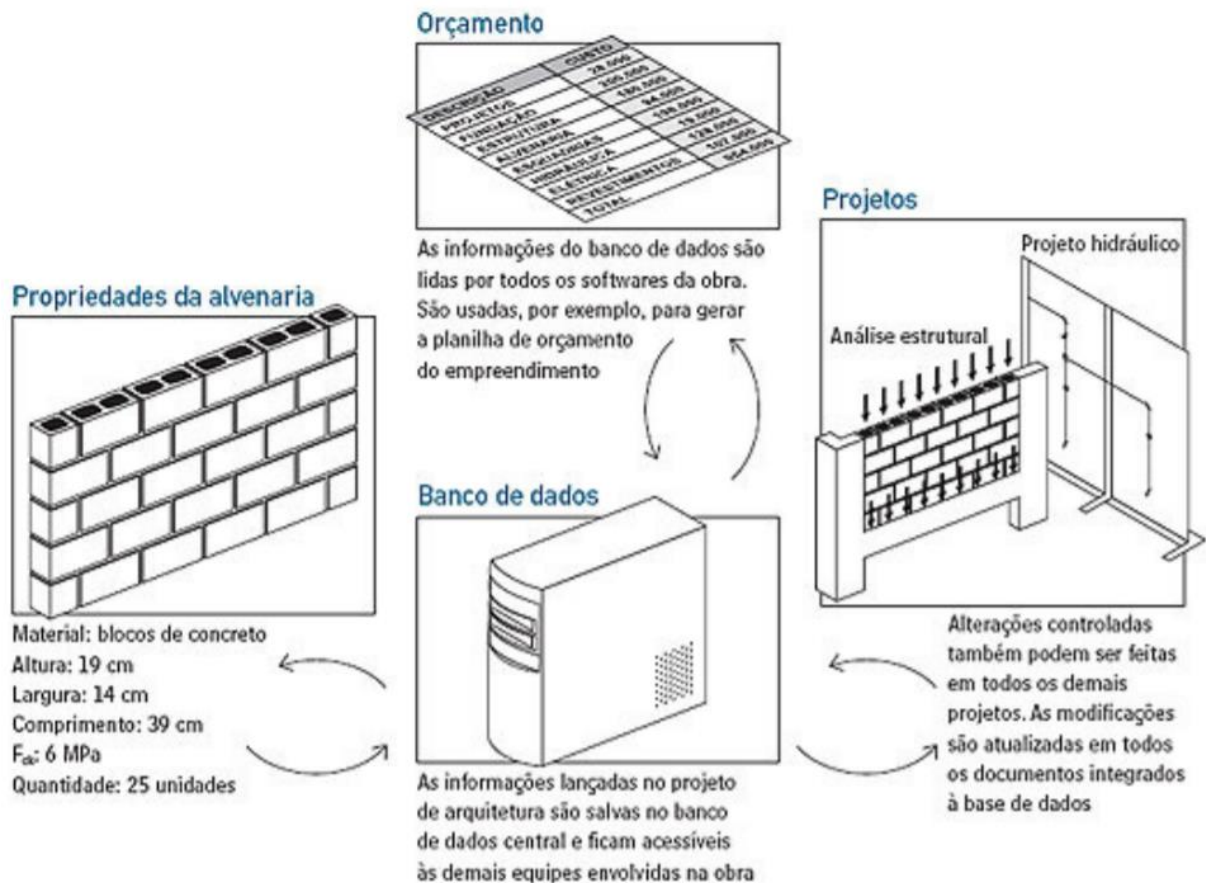
## 2.2 TECNOLOGIAS E PROCESSOS BIM PARA ENGENHARIA E ARQUITETURA

Este tópico irá apresentar algumas das ferramentas utilizadas para que possa ser efetuado modelagens BIM, e outros conceitos que envolvem a parte dos processos BIM dentro de um escritório de projetos, tanto na parte de engenharia como na parte de arquitetura.

### 2.2.1 Processos e Ferramentas BIM em Escritórios de Projeto

O BIM entra desde as fases de programação da obra e se estendendo a todas a outras fases de planejamento. O profissional assim que recebe o projeto arquitetônico, inicia os projetos complementares que irão conter em cada um dos elementos modelados, as informações das características do mesmo. Como medidas, funções, fabricante, preço e entre outros, conforme apresentado na Figura 2. Quanto maior a quantidade de informações armazenadas em cada componente, mais fácil será o desenvolvimento das outras etapas e mais completo será o arquivo em questão (SILVEIRA, 2013).

Figura 2 - Interoperabilidade entre as informações do projeto



Fonte: Faria (2007, p. 16).

Efetuada todos os projetos, e alimentada as informações nos componentes modelados, as etapas de orçamento e planejamento se tornam mais ágeis que as tradicionais, devido ao fato de que levantamento de quantitativos poderem ser realizados de forma automática, o preço e as

cotações quando pré-configuradas também já vêm alimentadas e toda a planilha orçamentária é gerada automaticamente (SILVEIRA, 2013).

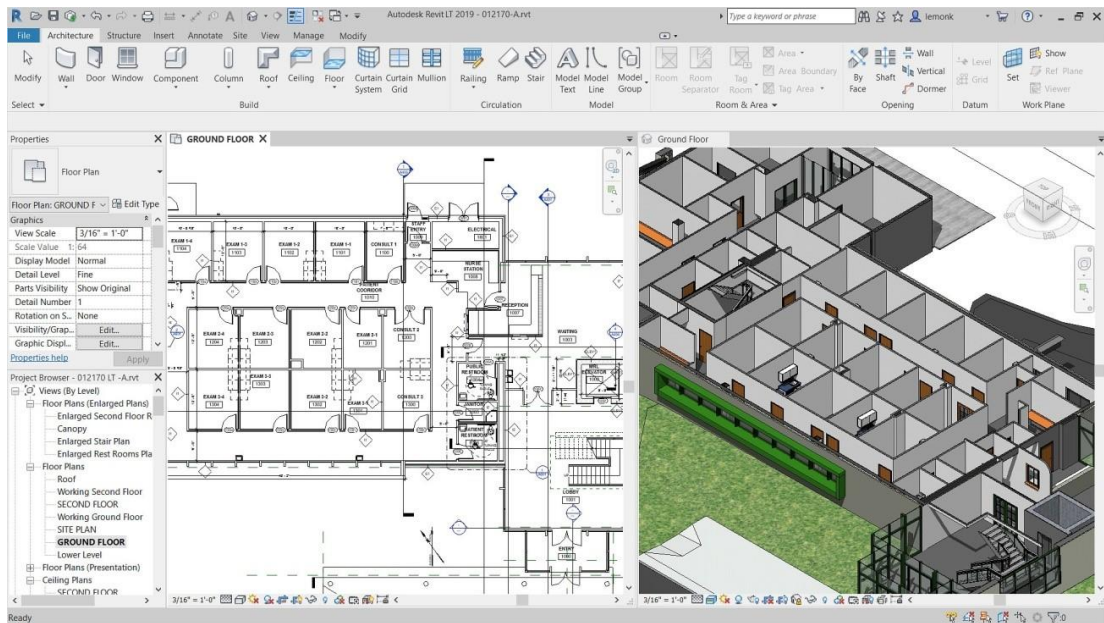
Segundo Delatorre (2011) há necessidade de adequar a implantação da tecnologia ao perfil da empresa, visando alcançar os resultados desejados. De acordo com a autora esta decisão requer tempo e dedicação para a elaboração do planejamento e execução, pois o uso da ferramenta não necessariamente irá tornar todos os processos mais ágeis, sendo importante que cada empresa determine e desenvolva uma metodologia de trabalho, única e adequada a sua finalidade. Este tipo de modelagem deverá estar intimamente a capacitação dos profissionais, revisão dos processos de trabalho e investimento nas ferramentas necessárias. Também é importante que especialistas acompanhem e validem os novos processos. Como são complexas as informações e processos envolvidos, é preciso investir na integração entre *softwares* para assim atender as diferentes necessidades das empresas (DELATORRE, 2011).

Possui-se diversos *softwares* que vão desde o auxílio aos profissionais nas áreas de orçamento, gestão, cálculo estrutural, dimensionamento de fiação e das tubulações, até as partes finais como a de demolição.

*Revit* é um dos programas, utilizado tanto por engenheiros como por arquitetos, apesar de ser mais voltado para modelagem do que propriamente para cálculos e dimensionamentos, possui uma vasta quantidade de APIS que suprem alguns dos recursos não existentes na versão padrão. O programa permite alimentar os elementos modelados com as informações de peso, preço, dimensões, tipo de material e tantos outros recursos, automatizando também a geração de planilhas das quantidades dos materiais e as modificações que ocorrem em uma das vistas, automaticamente é alterado nas demais (ALMEIDA, 2016).

Na Figura 3, apresenta-se os *layouts* do programa, a forma como há interação entre as vistas, e os recursos apresentados. A direita tem-se a aba de propriedades, onde cada elemento selecionado irá apresentar um modelo de características que pode ser alterada com base nas necessidades do usuário, acima cada categoria de trabalho, como arquitetura, estrutura, elétrica e hidráulica, todo o *layout* pode ser customizado com base no modo de trabalho de cada profissional.

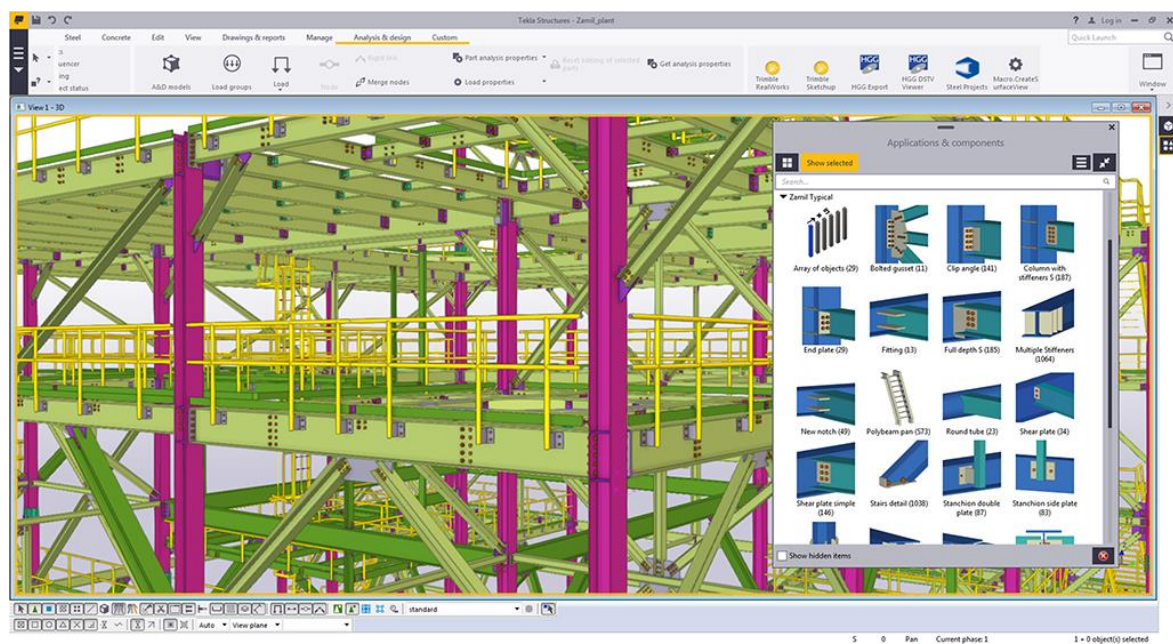
Figura 3 - Layout padrão do Revit



Fonte: (AUTODESK, 2021).

Um dos programas largamente utilizado por engenheiros é o *Tekla Structures*, apresentado na Figura 4, é um *software* voltado para modelagem de informações capaz de modelar estruturas que incorporam diferentes tipos de materiais de construção, incluindo aço, concreto, madeira e vidro. Mais comumente utilizado para a modelagem e dimensionamento de estruturas metálicas (MULLER, 2015).

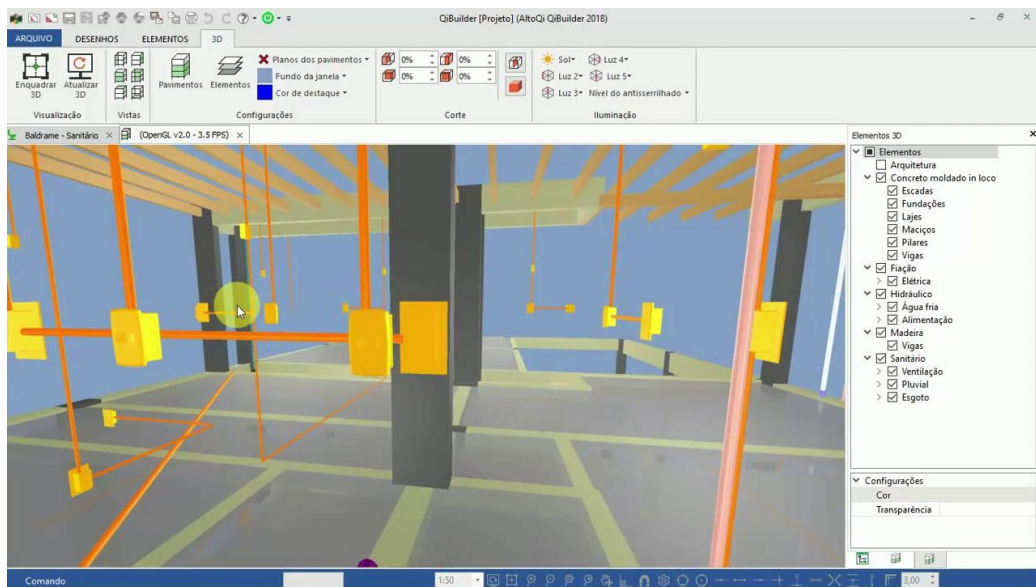
Figura 4 - Tekla Structure, layout de estruturas metálicas



Fonte: Muller (2015, p. 31).

Para instalações elétricas, hidráulica, SPDA, incêndio, o *QiBuilder* apresentado na Figura 5, é um *software* direcionado para cálculo, levantamento de quantitativos e lançamentos dos elementos no projeto, o qual possui todos os recursos de dimensionamentos segundo as normas brasileiras. Ao contrário do *Revit*, o *QiBuilder* é voltado para o dimensionamento e lançamento, contendo poucos recursos de modelagem (ALMEIDA, 2016).

Figura 5 - *QiBuilder*, layout de instalações elétricas



Fonte: Almeida (2016, p. 28).

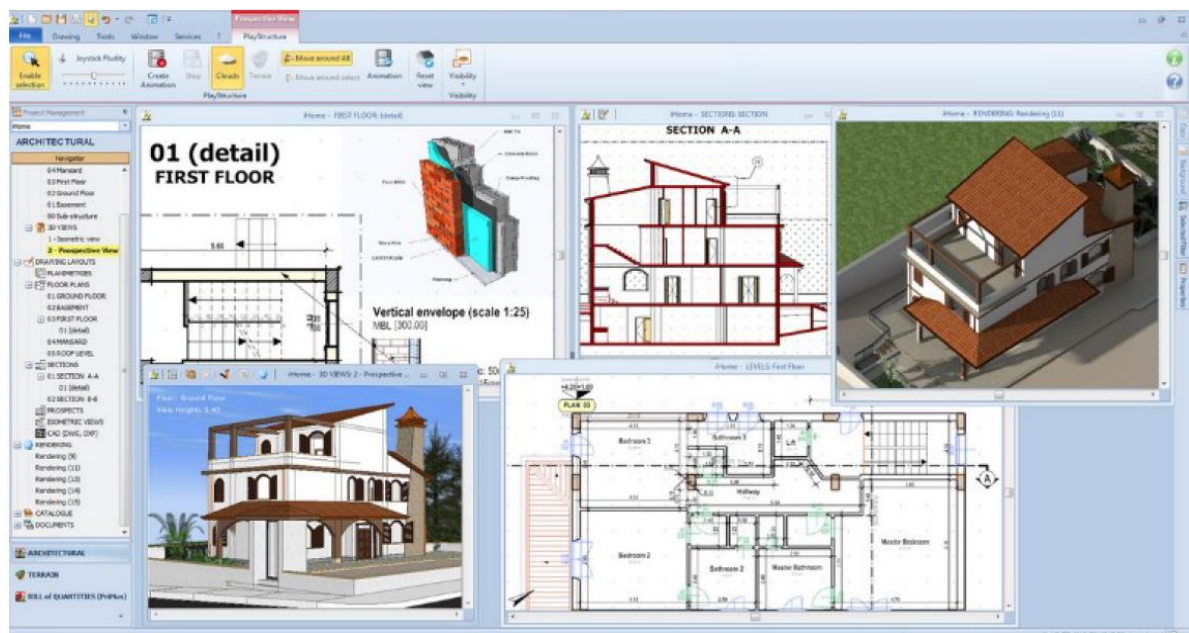
Os escritórios de arquitetura, são a base de todos os processos BIM, pois é a partir do modelo arquitetônico, que todos os outros projetos são trabalhados, logo a importância de se ter a primeira modelagem, presente logo na primeira fase de projeto, é essencial. Os modelos arquitetônicos contêm os tipos de materiais utilizados, fabricantes, dimensões e a depender do caso o código do produto, caso seja advindo de uma família criada pelo próprio fabricante. Vale ressaltar que o maior ganho de produtividade no processo para os arquitetos, são a geração automática de cortes e vistas nas plantas baixas (SILVEIRA, 2013).

Cabe ao arquiteto desenvolver o projeto arquitetônico e se manter informado de todos os outros projetos complementares. O *BIM manager* é o profissional que auxilia em tal desafio pois efetua o *link* entre todos os profissionais envolvidos em todas as fases de projetos.

Escritórios de arquitetura que utilizam ferramentas BIM para executar seus projetos acabam “forçando” outros escritórios a também trabalharem com tais ferramentas, pois a necessidade de se trabalhar alinhado gera a demanda por outros profissionais que façam o uso dos mesmos processos, caso contrário o efeito da utilização do BIM poderá até ser negativo, já que todos os projetos acabam sendo convertidos constantemente para extensões *dwg* e *industry foundation classes* (IFC), para que assim possam utilizar ferramentas convencionais (SILVEIRA, 2013).

O *Edificius* (Figura 6), programa para projetos de arquitetura e design oferece todos os recursos do projeto arquitetônico e visualização arquitetônica em uma única solução. A tecnologia BIM criada para acompanhar os projetistas em todas as fases do projeto arquitetônico, da concepção ao projeto executivo. Produzido pela *Acca Software* e comparável às ferramentas mais tradicionais do mercado, com um menor custo de operação, dado que possui um modo diferente de cobrança, onde a instalação e modelagem, permite que o usuário efetue de forma gratuita e a cobrança ocorre na hora da impressão, por cada folha impressa e também na exportação, caso seja exportada para algum outro tipo de *software* como *CAD* ou *Excel* (MULLER, 2015).

Figura 6 - Interface do *Edificius*



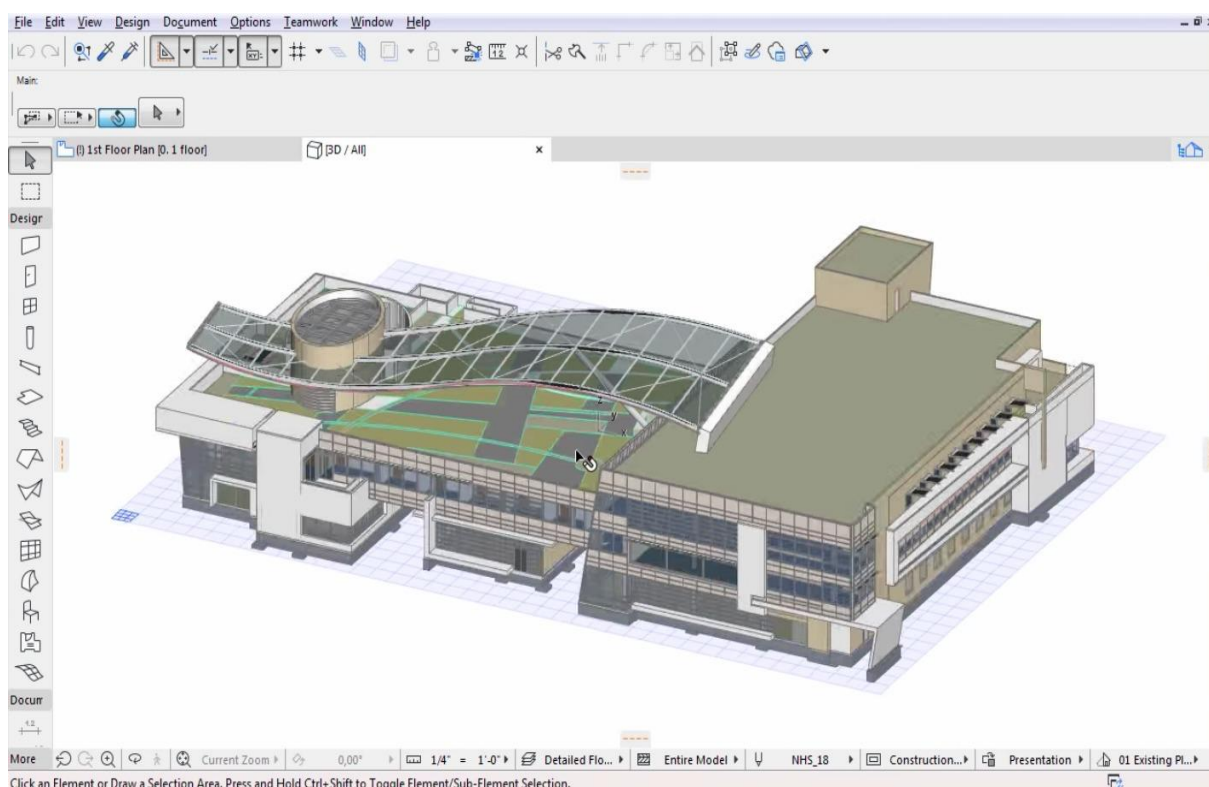
Fonte: Muller (2015, p. 32).

O *ArchiCad* é um *software* BIM desenvolvido pela *Graphisoft*, uma empresa húngara. Ele possui características semelhantes ao *Revit*, é um programa voltado para modelagem de elementos virtuais e também conta com ferramentas que possibilitam a modelagem de



elementos de forma avançada, pode ser usado para todos os tipos de projetos de arquitetura, como edificação, urbanismo, iluminação, paisagismo, interiores e outros, seja em grandes ou pequenos projetos. Comumente utilizado por arquitetos e também por outros profissionais da área, como engenheiros e designers. A sua interface acaba sendo mais intuitiva quando comparado aos demais, conforme apresentado na Figura 7 (SILVEIRA, 2013).

Figura 7 - Interface do *ArchiCad*



Fonte: Silveira (2013, p. 12).

Outro programa que é válido ressaltar é o *Navisworks* (Figura 8), um *software* de revisão, gerenciamento e coordenação de projetos 3D desenvolvido pela *Autodesk*. O programa permite que profissionais das diferentes áreas desenvolvam o projeto separadamente e através dele torna possível juntá-los para realizar a verificação de divergências e/ou erros, caso existam. Algumas das ferramentas que o programa possui são navegação 3D, importação de nuvens de pontos geradas por laser *scanning*, geração de animações e fotos realistas, medição de distâncias, áreas e ângulos, anotações de revisões às vistas, verificação de interferências, integração de cronogramas de trabalhos provenientes de aplicações de gestão de projeto e entre outros (REIS JÚNIOR, 2020).

Figura 8 - Interface do cronograma *Navisworks*

Fonte: (AUTODESK, 2021).

### 2.3 OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS NAS FASES DE PROJETO

Dentre os benefícios que pode-se citar do BIM são a consistência e visualização do modelo, estimativas de custos precisas, detecção de conflitos e uma implementação com melhor colaboração das partes interessadas. Por outro lado, os desafios dependem da mudança do método de trabalho, resistência aos sistemas dos novos *softwares*, e o tempo necessário para adaptação ao novo processo (Volk *et al.*, 2013).

Este item irá abordar todas as vantagens que os programas BIM trazem ao usuário, tanto na parte dos processos, como dos recursos disponibilizados pelos mesmos. Além de demonstrar algumas vantagens competitivas que as empresas adeptas acabam possuindo, como diminuição no tempo de elaboração dos projetos, parametrização dos componentes, capacidade de compatibilização dos projetos e de trabalho simultâneo com equipes localizadas em diferentes locais.

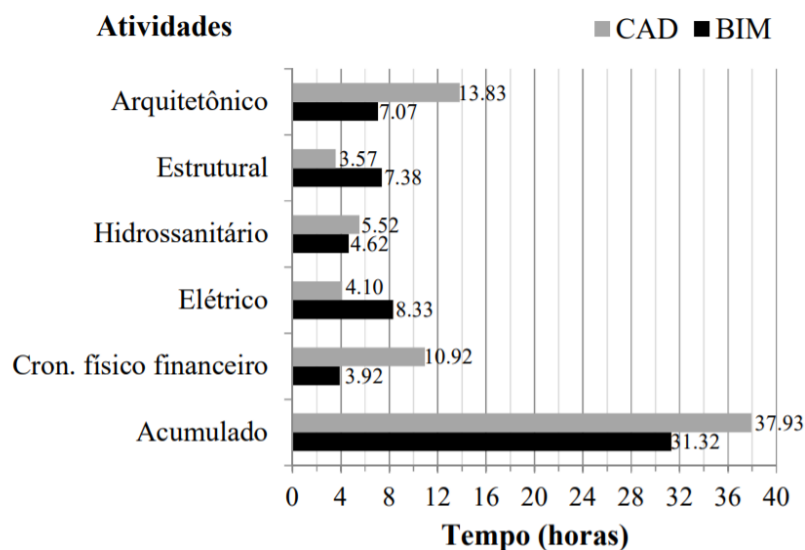
### 2.3.1 Tempo de Elaboração dos Projetos

O tempo de elaboração está intimamente ligado aos custos de produção de determinado projeto, pois o projetista orça com base no tempo gasto para desenvolver determinado tipo de projeto, de forma tal que se adeque ao prazo estabelecido previamente, o qual irá demandar ou mais horas de um profissional ou outros profissionais envolvidos, em ambos os casos os custos de elaboração sofrem aumento e o mesmo acaba sendo repassado ao cliente.

Os estudos realizados por Campos Neto *et al.* (2012) concluíram que o BIM pode reduzir em duas vezes o tempo de realização de projetos de engenharia em infraestrutura. Menciona ainda que apenas uma única pessoa, possuindo conhecimento prévio do sistema, é capaz de obter um rol de informações maior do que um conjunto de três pessoas que elaboram um mesmo projeto através do método tradicional.

Na Figura 9 mostra-se um comparativo das horas gastas com a utilização de ferramentas CAD comparado com as horas gastas com a utilização de ferramentas BIM. Pode-se observar através do estudo de Nunes e Leão (2018) que em alguns tipos de projetos as ferramentas CAD possuem uma maior agilidade, todavia o grau de precisão mesmo não demonstrado na figura acima e o ganho de produtividade principalmente no cronograma físico financeiro, são fatos que devem ser levados em consideração, tendo em vista a qualidade do produto final e o total de horas acumuladas para o desenvolvimento de todos os projetos.

Figura 9 - Comparativo horário de desenvolvimento de projetos com alteração

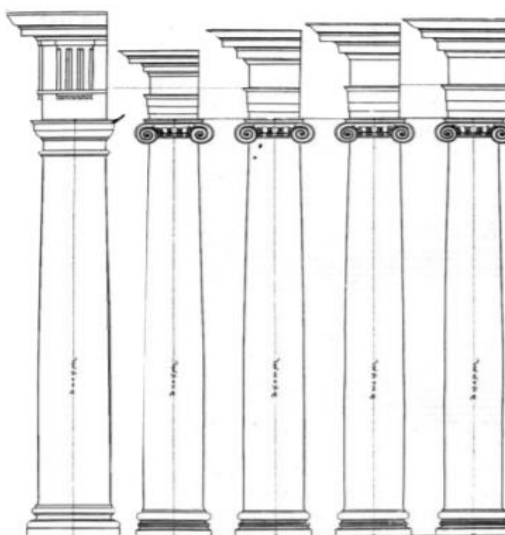


Fonte: Nunes e Leão (2018, p. 5).

### 2.3.2 Parametrização dos Objetos

A ideia da variação paramétrica já existe desde do período renascentista, conforme ilustrado na Figura 10. A investigação da grande arquitetura renascentista, frequentemente mostra diagramas de elementos clássicos da arquitetura, em que as dimensões não são classificadas com valores fixos, mas com expressões que definem estes valores como funções de alguma variável importante tais como diâmetro, comprimento, largura e entre outros. Assim, atribuindo valores às variáveis independentes, e avaliando as expressões, um projetista poderia construir objetos (MOREIRA, 2008).

Figura 10 - Variação paramétrica no período renascentista



Fonte: Moreira (2008, p. 12).

O conceito de objetos paramétricos é central à compreensão de BIM e é importante salientar suas diferenças em relação aos objetos 2D tradicionais. Os objetos paramétricos BIM são definidos da seguinte forma (EASTMAN *et al.*, 2008, p.14):

- a) são definições geométricas dados e regras associados;
- b) a geometria dos modelos BIM é integrada sem redundância, e não permite inconsistências;
- c) as regras paramétricas presentes nos objetos modificam automaticamente as geometrias quando inseridos em um modelo do edifício ou quando alterações são feitas para associar objetos;

- d) os objetos podem ser organizados em diferentes níveis de hierarquias, assim pode-se definir uma parede por meio de seus componentes relacionados.
- e) as regras dos objetos identificam quando uma mudança particular não obedece às características do objeto a respeito do tamanho, fabricação, etc.
- f) Os objetos presentes no modelo BIM são capazes de “linkar”, receber, transmitir ou exportar um conjunto dos atributos, materiais estruturais, dados orçamentários, de energia, acústico e entre outros, para outras aplicações e modelos.

Toda tecnologia que permite ao usuário a produção dos modelos do edifício, baseados em objetos paramétricos, são definidas como ferramentas BIM (EASTMAN *et al.*, 2008).

### 2.3.3 Compatibilização de Projetos

A compatibilização de projetos é uma alternativa para se resolver parte dos erros originados na etapa de projeto das edificações, evitando que tais ajustes sejam realizados no canteiro de obras, visando gerenciar e integrar os vários projetos de determinada obra, buscando o ajuste entre os mesmos, com o objetivo de minimizar os conflitos existentes, simplificando a execução, otimizando e racionalizando os materiais, o tempo e mão de obra (CALLEGARI, 2007).

O processo tradicional utilizado para tal tarefa é o de sobreposição das diferentes plantas e verificar se existe alguma interferência. Porém, além de desgastante, esse processo pode ignorar alguns erros que só aparecem em vistas tridimensionais. Logo ferramentas BIM que permitam automatizar tal processo, como a opção de verificação de interferências, permite maior precisão e agilidade.

Segundo os estudos realizados por Sousa (2010) a compatibilização de projetos, tem sido considerada como a melhor abordagem para resolver com sucesso os problemas de fragmentação do subsetor de edificações, reduzindo assim um dos seus principais problemas: as interferências físicas, perdas de funcionalidade e recursos decorrentes de incompatibilidades de projetos. Tal abordagem atenta para o uso de ferramentas para gerenciar e manipular dados, tanto geométricos quanto não geométricos, permitindo que o processo de construção seja realizado de forma integrada.

### 2.3.4 Engenharia Simultânea

Engenharia Simultânea é definida como sendo uma aplicação sistemática de integração do desenvolvimento do produto, incluindo tanto manufatura como manutenção. Tem como objetivo integrar o desenvolvimento, desde o princípio, de todos os elementos do ciclo de vida de um produto (FABRICIO, 2002).

Segundo estudos de Melhado (2001), esse sistema trabalha com a multidisciplinaridade e melhora a comunicação entre os colaboradores envolvidos no processo, indo desde as etapas iniciais do processo de projeto até a produção, uso e manutenção do produto. Logo, esse conceito alinha o projetista com o executor, permitindo o entendimento do processo como um todo. A Engenharia Simultânea possibilita também o cruzamento de informações, fazendo com que os engenheiros e arquitetos aprendam e contribuam simultaneamente com a produção, tornando uma metodologia recíproca, através dessa interação, sendo assim, esse mecanismo potencializa a cooperação e a comunicação entre quem idealiza com quem produz. No Quadro 1 demonstra-se algumas das vantagens e definições do que é a engenharia simultânea.

Quadro 1 - Características e vantagens da Engenharia Simultânea

As principais características da Engenharia Simultânea	Os principais objetivos e benefícios da Engenharia Simultânea
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ênfase no momento da concepção do produto e valorização do projeto;</li> <li>• Realização em paralelo de várias atividades de desenvolvimento de produto (desenvolvimento conjunto de projetos e da produção);</li> <li>• Formação de equipes de projeto multidisciplinares e coordenadas;</li> <li>• Utilização da informática e das novas tecnologias de telecomunicação no desenvolvimento do projeto;</li> <li>• Orientação para a satisfação dos clientes e usuários para o ciclo de vida de produtos e serviços.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do tempo de projeto;</li> <li>• Introdução de inovações;</li> <li>• Ampliação da qualidade ao longo da vida útil de produtos e serviços;</li> <li>• Ampliação da manufaturabilidade dos projetos e aumento de eficiência dos processos produtivos de bens e serviços.</li> </ul>

Fonte: Fabricio (2002, p. 34).

Estudos de Melhado (1994), apontam que é uma “nova” organização de trabalho, onde existe a necessidade de haver um responsável pelas equipes, o coordenador, esse profissional tende a apresentar uma visão holística e transitar entre todos os participantes a fim de melhorar a comunicação e auxiliar as tomadas de decisões em áreas todas as pertinentes ao projeto e durante todo o seu desenvolvimento. Este modelo organizacional permite a democratização do processo decisório e fomenta o caráter multidisciplinar nas soluções do projeto que acontecem em paralelo e não de forma sequencial.

Assim, Liu et. al. (2011) salienta algumas das características que devem ser fundamentais ao coordenador de projetos, para que a administração seja bem-sucedida, mediante ao planejamento, execução e controle das etapas que envolvem o projeto, a construção e manutenção. Tendo como principal característica o arranjo multidisciplinar, Liu et. al. (2011) acrescenta que o coordenador deve possuir conhecimentos técnicos e habilidades de gestão e liderança entre as diferentes especialidades das equipes, tendo em vista que no processo encontram-se diversos agentes como, empreendedores, arquitetos e projetistas, construtores, usuários, administradores prediais, órgãos governamentais e outros.

### 3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Inicialmente foi realizada a pesquisa de campo em Aracaju capital de Sergipe, visando identificar os escritórios que possuíam características e corpo organizacional semelhantes, bem como porte e atividades desenvolvidas. O único ponto visado divergente foi o uso ou não uso de tecnologias BIM, ponto alvo do estudo comparativo.

A pesquisa foi realizada entre os meses de setembro e outubro de 2021. Os valores encontrados na data da pesquisa foram referentes aos meses retroativos (janeiro a julho de 2021), período em que a empresa selecionada por utilizar processos e tecnologias BIM, possuía todas as etapas de elaboração de projetos em BIM bem consolidados. Foi adotada como premissa básica para o estudo de viabilidade dos escritórios de pequeno porte a busca por elementos que possuam características as mais semelhantes possíveis, a fim de identificar e correlacionar os dados de produtividade provenientes do uso de cada tipo de tecnologia e processo. Evitando-se dados errôneos aos quais o ganho de produtividade estava relacionado a outros fatores.

A partir da seleção das empresas foram realizadas entrevistas com os profissionais envolvidos em cada uma das disciplinas bem como os gestores responsáveis por cada um dos respectivos escritórios. Os dados visados foram, tempo de elaboração, compatibilização, adequação dos projetos, custos dos *softwares* e funcionamento do fluxo de processos. Todos os dados coletados foram analisados de forma técnica a fim de identificar de modo objetivo cada uma das informações e quais os fatores que ocasionaram os respectivos resultados.

Na sequência foi realizada uma pesquisa de campo visando identificar o grau de satisfação dos clientes que fizeram uso dos serviços prestados empresa, que passou pela transição dos métodos tradicionais para os processos e tecnologias BIM. Tal coleta de dados deu continuidade a uma pesquisa realizada pela própria empresa, durante o período de consolidação dos novos fluxos de trabalho.

Com base nos resultados obtidos foram gerados gráficos e tabelas, visando comparar os ganhos de produtividade em cada um dos processos efetuados com o uso de tecnologias BIM e com o uso de *softwares* CAD. E assim determinar os pontos em que cada tipo dos métodos de trabalho, acarretou em uma maior efetividade.



## 4 ESTUDO DE CASO

Este tópico visa abordar os pontos principais do presente estudo de caso, apresentando as características básicas das empresas fontes deste estudo, bem como todo o modo operacional de ambas antes e depois da implantação BIM, tendo como objetivo esclarecer os pontos relevantes ao entendimento do porquê da escolha das mesmas. Enfocando na empresa que trabalha com tecnologia BIM, os processos utilizados para se conseguir utilizar como um todo este tipo de tecnologia, o modo de treinamento de seus profissionais, tanto com os programas, como em sua metodologia de trabalho.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DOS PEQUENOS ESCRITÓRIOS DE PROJETO

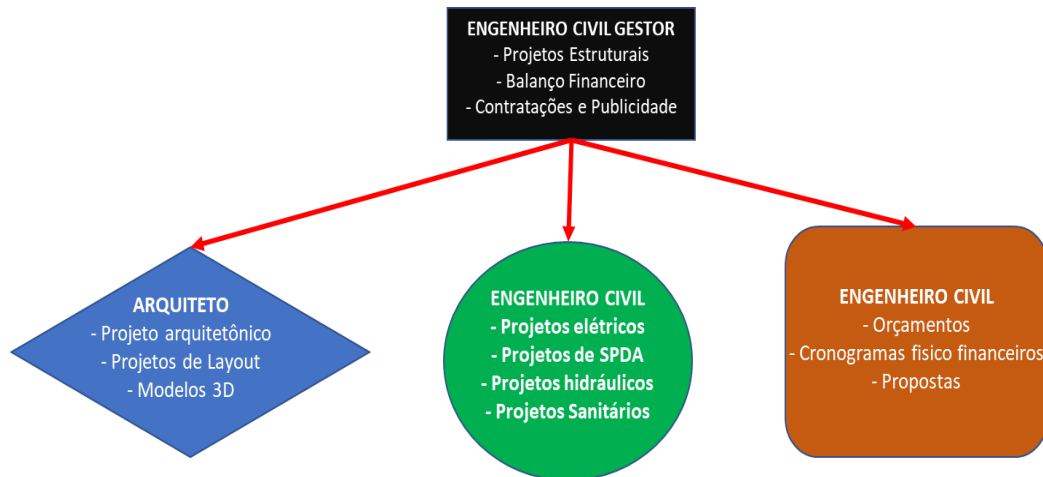
Ambos escritórios são de pequeno porte, visando estabelecer um padrão ambos têm em sua maioria projetos de baixo padrão do programa minha casa verde amarela, e um fluxo de captação de projetos semelhantes. Os dois escritórios possuem como gestão principal de grande parte dos processos o próprio dono, que fica responsável desde a captação dos projetos até o gerenciamento (balanço financeiro, gerenciamento dos profissionais e demais serviços administrativos).

O escritório que utiliza tecnologias BIM será denominado como empresa A e o que não utiliza como B. Esta seção irá abordar os elementos mais relevantes que determinam o modo operacional e a composição dos pequenos escritórios de projetos utilizados no presente estudo, apresentando os integrantes, modo de funcionamento, público alvo e serviços realizados.

#### 4.1.1 Estrutura Organizacional

Os escritórios onde foram realizados os estudos, são escritórios que possuem em seu quadro técnico no máximo 5 profissionais, tendo o primeiro escritório que utiliza tecnologias BIM um quadro de 4 profissionais, 3 engenheiros e 1 arquiteto, o segundo escritório que utiliza métodos tradicionais com 5 profissionais, 4 engenheiros e 1 arquiteto. Na Figura 11 apresenta-se o organograma da estrutura organizacional da Empresa A com os cargos de cada profissional e suas responsabilidades.

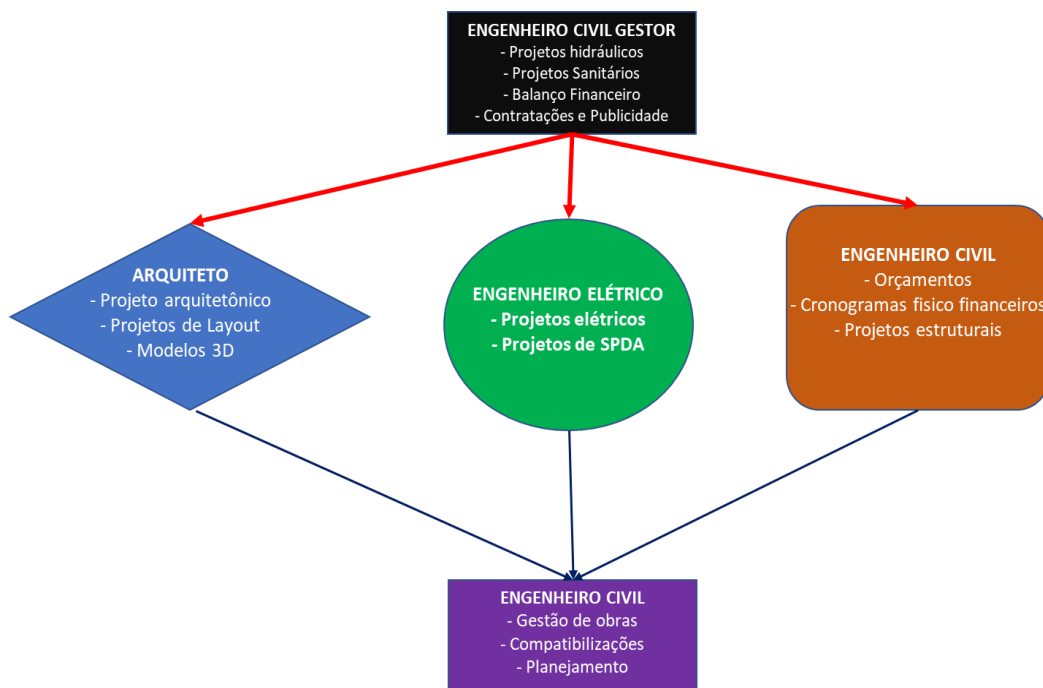
Figura 11 - Organograma da estrutura organizacional da Empresa A



Fonte: Arquivo Pessoal.

A Empresa B possui um quadro técnico semelhante, porém com a necessidade de mais um profissional que desempenha os serviços de compatibilizações, gestão de obras e planejamento tanto para projetos da própria empresa como para outros escritórios de projetos. Além de contar com um engenheiro elétrico para projetos de baixa e alta tensão. Na Figura 12 apresenta-se o organograma da estrutura organizacional da Empresa B com os cargos de cada profissional e suas responsabilidades.

Figura 12 - Organograma da estrutura organizacional da Empresa B



Fonte: Arquivo Pessoal.

#### 4.1.2 Serviços Desenvolvidos

Os serviços desenvolvidos por ambos os escritórios são projetos em sua grande maioria básicos, como projetos estruturais, elétricos, SPDA, hidráulicos, sanitários, arquitetônicos e layout, além dos cronogramas físico financeiro e orçamentos.

A Empresa A não utiliza um profissional único para compatibilização de projetos, por efetuarem os projetos de forma simultânea os próprios profissionais durante a elaboração, debatem entre si e fazem as devidas adequações, além de efetuarem apenas projetos elétricos de baixa tensão, com um engenheiro civil.

A Empresa B possui um profissional a mais em seu quadro de funcionários, um engenheiro civil responsável pela gestão de obras, compatibilizações e planejamento, além de contar com um engenheiro elétrico para projetos de baixa e alta tensão. O engenheiro responsável pela compatibilização realiza trabalhos tanto para empresa como para empresas terceirizadas.

#### 4.1.3 Processos de Projeto

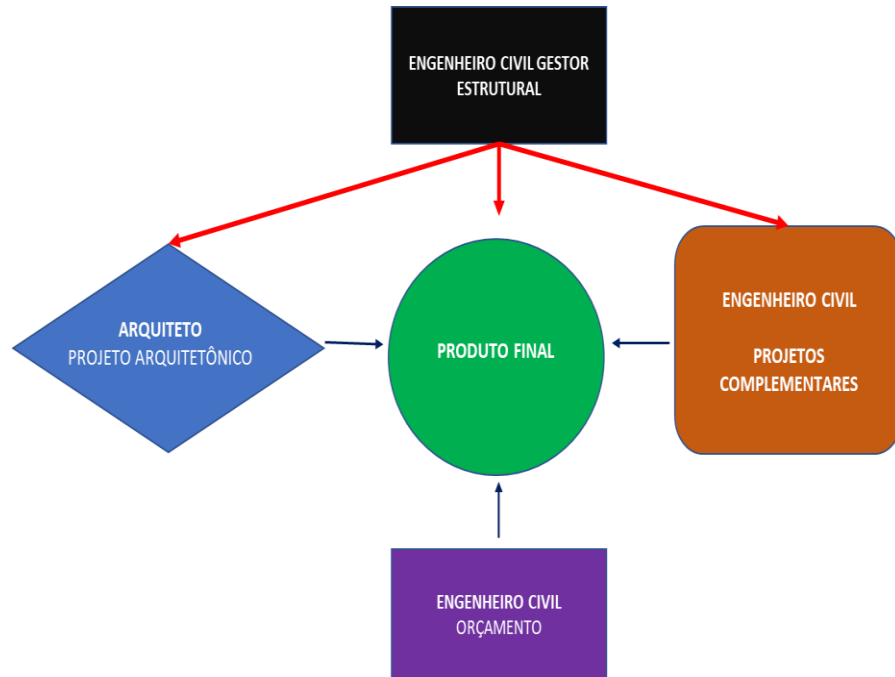
Na Empresa A os projetos são captados pelo engenheiro gestor (dono da empresa), logo após fechado um novo projeto, os projetos chegam as mãos do arquiteto e durante sua elaboração os responsáveis pelo projeto estrutural, complementares e orçamentista acompanham a elaboração de forma simultânea através de um arquivo disponibilizado no servidor local.

Após o projeto arquitetônico entra o projeto estrutural e por último os complementares (hidráulico, sanitário, elétrico, SPDA, incêndio). Em caso de necessidade de revisão ou adequação de um dos projetos, os profissionais envolvidos retomam o arquivo compartilhado para solução das não conformidades. Encontra-se ilustrada na Figura 13 a estrutura organizacional de processos de Empresa A.

Na Empresa B o processo é diferente, após a captação o arquiteto trabalha de maneira individual em um primeiro momento, tendo contato exclusivo com o cliente visando adequar o projeto às necessidades do mesmo, concluído o arquitetônico o projeto passa para o engenheiro que irá elaborar o projeto de estrutural e em sequência para os projetos complementares, elaborado

todos os projetos, entra o profissional que efetua as compatibilizações, vale ressaltar que durante esse processo, os projetos podem retornar aos projetistas para adequações tanto na fase de compatibilização como na fase de orçamento, pois muitas das vezes as especificações ultrapassam o orçamento que o cliente possui.

Figura 13 - Fluxograma da estrutura de processos da Empresa A



Fonte: Arquivo Pessoal.

#### 4.1.5 Ferramentas Utilizadas

Os *softwares* BIM utilizados pela Empresa A são o *Revit* para parte de arquitetura e compatibilização, além de todos os trabalhos simultâneos também serem desenvolvidos em um arquivo local na extensão rvt do programa, *Qibuilder* utilizado para todos os projetos complementares, SPDA, incêndio, elétrico, hidráulico e sanitário, os elementos são modelados e calculados pelo programa e exportados posteriormente em ifc para o *Revit* onde são feitos os devidos ajustes, em algumas exceções para projetos hidráulicos e sanitários, onde as dimensões não fogem muito o padrão, acabam sendo desenvolvidos no próprio *Revit*, e para estruturas o *Eberick*.

*Revit* permite a modelagem dos elementos além de também gerar o levantamento de quantitativos. No início da implantação do *software* na Empresa A, apenas era usado para

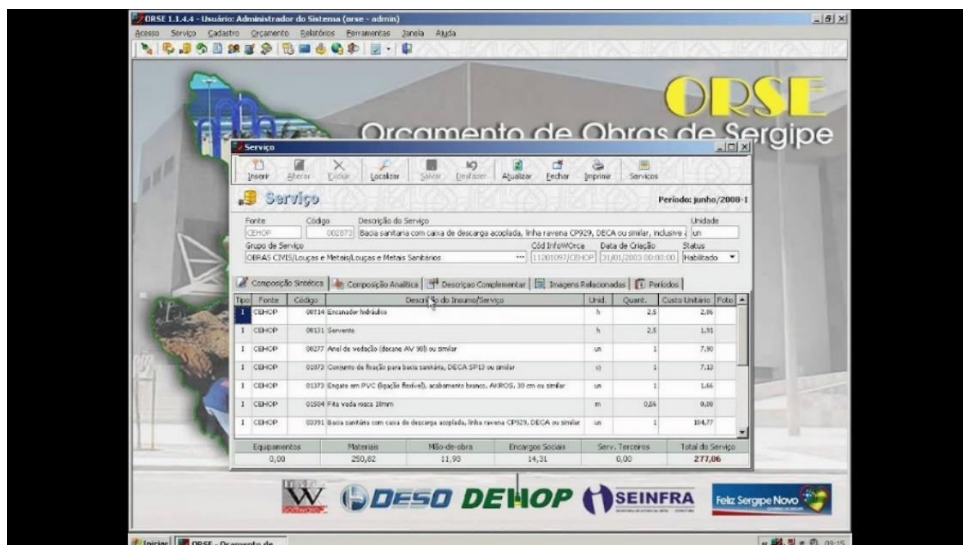
compatibilização e modelagem, após um período de adaptação os profissionais passaram a utilizá-lo também para o levantamento de quantitativos, exportando a planilha que é gerada de forma automática pelo programa para o Excel.

*QiBuilder* efetua o dimensionamento, gera os quantitativos e permite também a modelagem, desde o início da implantação foi utilizado de forma integral, definido como sendo mais intuitivo. Para o auxílio e checagem dos dimensionamentos é feito uma análise com uma planilha auxiliar de cálculo no Excel.

*Eberick* é onde são feitos os dimensionamentos, levantamento de quantitativos e a modelagem da parte estrutural. As checagens dos cálculos são feitas pelo profissional no próprio programa, adequando os coeficientes conforme a necessidade. Todos os quantitativos gerados nas 3 ferramentas utilizadas são reunidos no *Excel*, pois a empresa ainda não utiliza um programa BIM para tal finalidade. E para a geração do cronograma físico financeiro o *MS Project*.

A Empresa B utiliza *AutoCAD* para todos os tipos de projeto com exceção da modelagem 3D que é feita no *SketchUp*. Os projetos são todos elaborados de maneira individual, após todos serem concluídos é feita a impressão e a sobreposição de plantas para a identificação dos conflitos. Para a elaboração de orçamentos e o cronograma físico financeiro é utilizado um programa local chamado *ORSE*, programa de uso obrigatório para a participação de licitações no Estado de Sergipe, na Figura 14 demonstra-se a interface do mesmo.

Figura 14 - Interface do *ORSE*



Fonte: (CEHOP, 2021).

#### 4.1.6 Planejamento e Gestão

O planejamento e gestão de ambas as empresas no quesito administrativo, é realizado pelos próprios donos, os quais são responsáveis por traçar o perfil dos clientes e o modo de contratação dos projetos, atrelados as suas respectivas captações.

Quanto aos projetos, a Empresa A, define como sendo primordial um ambiente colaborativo onde cada profissional atua de forma simultânea aos outros, permitindo que essa troca de informações seja realizada de forma instantânea. Tendo como obrigação para os profissionais envolvidos, quando determinado um prazo de entrega de determinado projeto, serem responsáveis por acompanhar diariamente o andamento dos projetos, visando efetuar possíveis adequações durante sua elaboração. O dono não utiliza de um *BIM manager* para gerir os projetos e unir as diferentes disciplinas.

Todavia a Empresa B faz uso de um profissional que efetua essa gestão de projetos, durante sua elaboração, já que dentro do seu quadro técnico possui um responsável pela compatibilização, esse profissional se torna indispensável mesmo se tratando de projetos de pequeno porte, já que cada um dos projetos é trabalhado em um primeiro momento de forma independente, passando a serem adequados e compatibilizados após a conclusão.

#### 4.1.7 Produto Final

Após efetuados todos os processos, cada uma das empresas entrega como produto final aos clientes os projetos na forma física e digital (pdf, dwg, rvt), vale destacar que na Empresa A, são entregues os projetos em *Revit* de forma integralizada, um arquivo com todas as disciplinas, e arquivos separados, nos formatos de cada programa que foi utilizado para o devido dimensionamento, a Empresa B apenas os arquivos em pdf e dwg.

Ambas as empresas efetuam um questionário de maneira informal com os clientes, visando entender como foi a experiência dos mesmos e pontos que podem ser melhorados no processo. Analisando tempo, grau de satisfação, custos e dentre outros aspectos relevantes ao processo, tendo como desafio adequar possíveis modificações por partes dos clientes ao longo dos processos de elaboração dos projetos com o tempo dos projetistas.

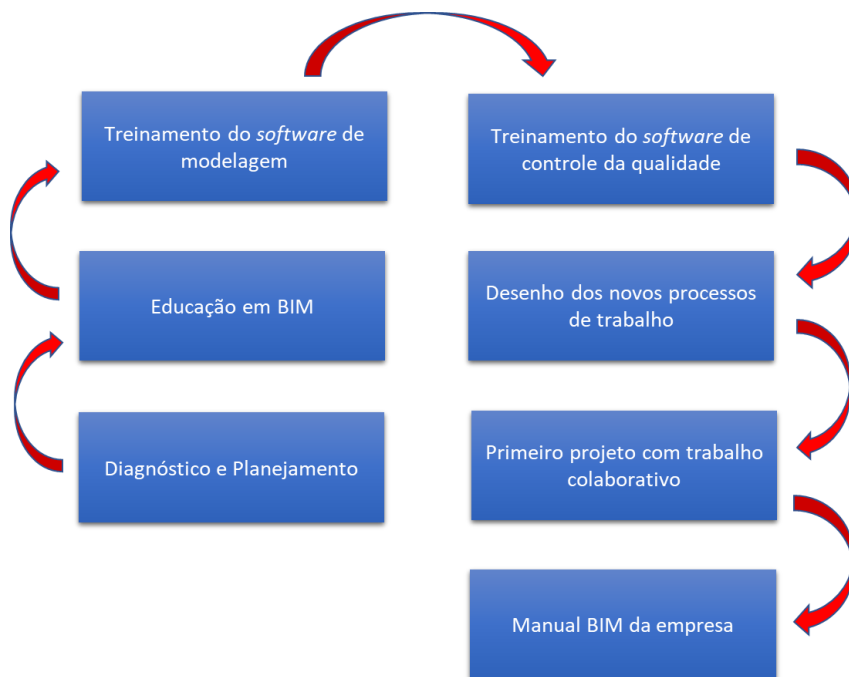
## 4.2 REQUISITOS BÁSICOS PARA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM

Este tópico irá abordar os quesitos necessários para a implantação da metodologia BIM, visando ressaltar até o modo como deve ser feito o processo para que se obtenha o sucesso na implantação. A sequência de processos, desde a mudança na mentalidade dos profissionais referentes aos processos tradicionais que tendem a serem desconectados, com um processo que passa a ser simultâneo e conectado em todas as etapas, o modo de treinamento dos profissionais, como adequar o treinamento com o horário disponível para tais finalidades, sem comprometer o rendimento dos projetos que estão em andamento e outros pontos que serão tratados visando esclarecer o modo de modelar como um todo.

### 4.2.1 Implantação da Sequência dos Processos

A implantação da sequência dos processos BIM deve ser feita de maneira gradativa sem que comprometa as atividades atuais da empresa. A Empresa A, em um primeiro momento passou a apenas utilizar o *Revit* para os projetos arquitetônicos, tendo seus arquivos posteriormente convertidos em *dwg* e as demais disciplinas trabalhadas de maneira tradicional. Na Figura 15 ilustra-se a sequência utilizada como meta, até se alcançar tal objetivo.

Figura 15 - Fluxograma da sequência do modo de implantação BIM



Fonte: Arquivo Pessoal.

Com o passar do tempo, conforme os profissionais de cada disciplina foram se habituando a utilizar tais plataformas, o uso passou a ser efetuado como um todo. A primeira disciplina após a arquitetura, foi a hidro sanitária executada também no *Revit*, por se tratar de projetos de pequeno porte, onde as dimensões das tubulações não oscilavam tanto quando comparado com o projeto elétrico e o projeto estrutural que a depender do gosto do cliente, podem sofrer alterações de maior escala, quando analisada a parte de dimensionamento.

Em seguida passou a ser o projeto elétrico no *Revit*, todavia a necessidade de possuir um *software* que efetuasse tanto a modelagem como o dimensionamento, fizeram com que ambos os projetistas dos projetos complementares, migrassem para o *QiBuilder*. Pois em um primeiro momento, analisados os tempos de elaboração dos projetos complementares no *Revit*, tendo em vista que nenhum dos projetistas possuía algum API que efetuasse o dimensionamento, apenas era feito a modelagem, fizeram com que não fosse vantajoso economicamente, apenas utilizar o programa para modelagem dessas disciplinas.

Por último o projeto estrutural, através do *Eberick*, segundo o projetista, ele já fazia uso do *Eberick* antes mesmo do programa permitir tais finalidades BIM, logo o treinamento e a adaptação não foram considerados um desafio. Vale ressaltar que todas essas adaptações só foram possíveis, pois os profissionais passaram por um processo de educação BIM, onde foram apresentados estudos e explicado o que era tal tecnologia e os benefícios.

O treinamento dos programas em si, apesar de parecerem o ponto primordial do processo, não foi o maior desafio, o processo de trabalho colaborativo, onde todos os profissionais passaram a acompanhar passo a passo, do que seus colegas estavam executando, enfrentou diversas dificuldades, pois os profissionais passaram a serem “obrigados” constantemente a entrar em consenso e a efetuar diversas adaptações, tirando um pouco da liberdade que se tinha em um processo que era realizado de modo independente.

Primeiro projeto com trabalho colaborativo, foi realizado após cerca de 6 meses de treinamento, os projetistas afirmam ter sido algo fluído, pois a migração para tais programas foi realizada de forma gradativa, de tal modo que tornou quase imperceptível que a elaboração do projeto estava sendo feita de forma integral em BIM.



A empresa apesar de já trabalhar com BIM a cerca de 1 ano e meio, ainda não possui um manual BIM, apenas um fluxo de trabalho onde são apontadas as etapas de projeto, indo desde a contratação do projeto até a apresentação final do mesmo. Tal fluxograma permite guiar quais serão os responsáveis por desenvolver suas respectivas disciplinas e quais os pontos que devem ser analisados ao longo do processo, visando evitar incompatibilidades e garantir que a ideia inicial do projeto arquitetônico seja mantida.

#### 4.2.2 Método de Treinamento dos Profissionais

O primeiro passo do treinamento foi diagnosticar e planejar o modo como seria realizado. Tal programa de treinamento não poderia ir de encontro as necessidades da empresa e deveria ser realizado sem comprometer as atividades atuais, logo foi definido dois encontros semanais de 2 horas após o horário do expediente e um profissional ia até a empresa para apresentar os processos. Após 4 semanas de educação BIM, as 8 semanas seguintes foram destinadas ao treinamento dos profissionais com os *softwares*, os quais não foram realizados como na etapa anterior na própria empresa, era feito de forma EAD e presencial, em uma empresa de cursos da cidade.

O controle de qualidade não foi feito por um programa, foi traçado um *check-list* determinando os requisitos básicos que os projetos deveriam atender, até ser considerado como produto final e entregue ao cliente. Fazendo com que fosse redesenhado os processos de trabalho e passaram a seguir a lógica de um trabalho interconectado.

Mesmo após as etapas de treinamento, tanto na parte de processos como na parte dos programas, ainda havia uma insegurança para se realizar com exatidão os projetos que estavam em curso dentro da empresa e os que haviam chegado recentemente, pois haveria prejuízos para efetuar essa conversão dos que já haviam sido iniciados nos moldes tradicionais, logo as captações ficaram paralisadas por um período até que todos os projetos que estavam em andamento fossem entregues e assim iniciados os novos projetos com a metodologia BIM.

Este processo fazia com que o projeto mesmo sendo desenvolvido no *AutoCAD*, ficasse sempre atualizado no arquivo rvt em nuvem, logo todos os profissionais mesmo trabalhando com um *software* tradicional, possuíssem o arquivo atualizado. Todavia este processo inicial visava

apenas treinar os profissionais quanto a necessidade de trabalhar com um arquivo centralizado, de tal modo que todos os envolvidos estivessem acompanhando o andamento do projeto como um todo. O primeiro trabalho colaborativo foi realizado mesclando os processos tradicionais com a metodologia BIM, seguindo a Figura 16.

Figura 16 - Fluxograma de processo colaborativo mesclado



Fonte: Arquivo Pessoal.

Este processo passava a ser incrementado, através das modificações, as quais passaram a serem realizadas no próprio arquivo central, através do *Revit*. Logo por mais que a falta de prática na nova ferramenta gerasse insegurança, a maior parte do projeto continuava sendo realizada no programa que tinham maior experiência enquanto o “treinamento” prático com a nova ferramenta era feito apenas nas modificações conforme demonstra-se na Figura 17, evitando com que a falta de prática levasse a atrasos nas entregas.

Figura 17 - Fluxograma da segunda etapa do processo colaborativo



Fonte: Arquivo Pessoal.

Visando acelerar os processos, conforme a prática nas novas ferramentas foi sendo aperfeiçoada, o projeto arquitetônico passou a ser desenvolvido de forma integral no *Revit* e os projetistas dos projetos complementares optaram por utilizar o *QiBuilder*. O projetista estrutural foi o único que não passou por essa mudança, pois já efetuava seus projetos em BIM com o *Eberick*, apenas aprendeu a adaptar seu fluxo de trabalho com o arquivo central.

O método de treinamento utilizado pela empresa foi fluído, não houve uma mudança repentina no modo de projetar, pois havia uma preocupação constante com a continuidade dos serviços para que não fosse afetada a qualidade dos projetos entregues. Apesar de necessitar nas primeiras etapas uma constante conversão de arquivos, o tempo para a mudança total foi de 3 meses, após o período de cursos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Esta seção aborda os resultados obtidos ao longo do presente estudo de caso, tempo, custo, número de profissionais envolvidos, grau de satisfação dos clientes e entre outros, apresentando de forma objetiva os itens coletados. Os dados de tempo de produção dos projetos são apresentados através de gráficos e tabelas visando o melhor entendimento. Os dados são baseados em projetos do programa casa verde amarela, visando padronizar as metragens das edificações e padrão de acabamento. Todos os resultados apresentados são acompanhados das respectivas discussões.

### **5.1 TEMPO DE TREINAMENTO**

Com base nos dados coletados, a Empresa A destinou 12 semanas para cursos e treinamentos dentro da empresa com 2 encontros semanais, sem contabilizar o treinamento prático que se seguiu após o período dos cursos. As fases foram divididas em 3 períodos, entendimento teórico, entendimento prático e exercício prático.

Após o período de treinamento, os profissionais passaram a se adaptar até alcançar dentro do ambiente corporativo o domínio das etapas traçadas como meta para o uso das ferramentas, tendo mais 12 semanas de adaptação dentro da empresa. É válido ressaltar que durante esse período de 12 semanas cerca de 15 dias houve a paralisação da captação de novos projetos para conclusão dos que estavam em andamento através dos métodos tradicionais.

### **5.2 QUALIDADE DO PLANEJAMENTO E GESTÃO**

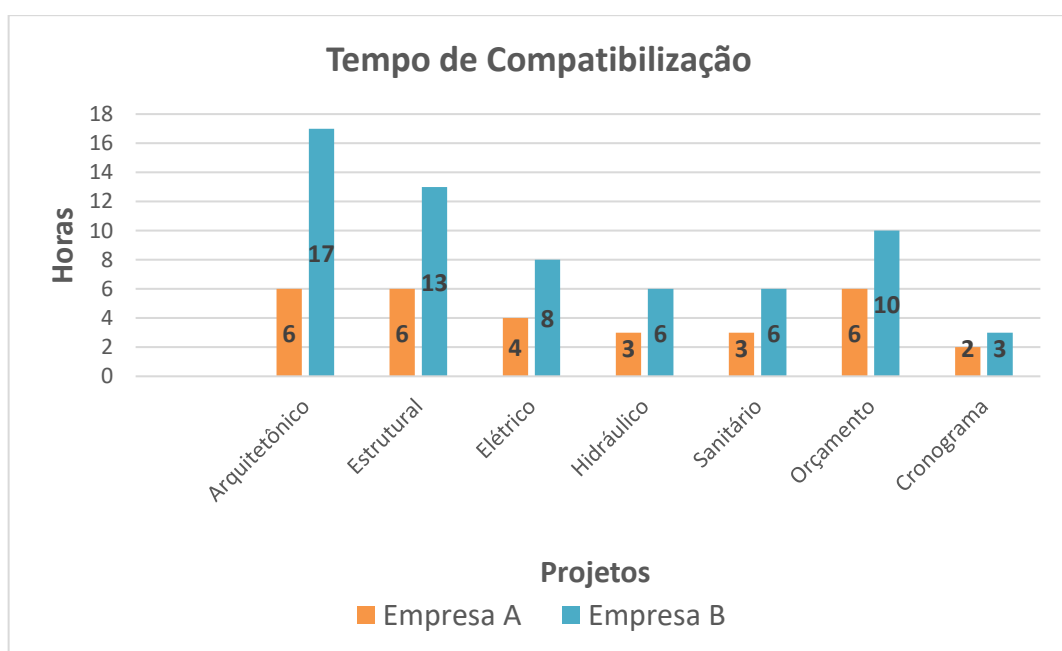
Esta seção aborda a qualidade do planejamento e gestão, um dos pontos dos quais as empresas tem como meta, visando a busca na melhora do controle dos projetos e dos profissionais. Através dos processos BIM aos quais permitem arquivos em nuvem ou disponibilizados através do servidor local, tal planejamento, gestão de recursos e pessoas se tornam mais adaptáveis e otimizadas.

### 5.2.1 Compatibilização dos Projetos

A Empresa B possui no seu quadro de funcionários, um profissional responsável pela compatibilização, o mesmo destina um tempo médio de 27 horas para a identificação de não conformidades. Em sequência os projetos são encaminhados para os respectivos projetistas, que destinam 36 horas para retificações. O tempo médio para compatibilização de um projeto de pequeno porte do programa casa verde amarela é de 63 horas.

A Empresa A utiliza de um arquivo central quando todos os projetos são desenvolvidos no próprio escritório e outras ocasiões arquivos em nuvem quando envolvem profissionais de outras empresas. Por se tratar de projetos simples e de pequeno porte, não utilizam de um BIM *manager* e as adaptações são realizadas durante o processo de elaboração. O projetista responsável por determinada etapa, reserva de uma a duas horas finais do expediente para possíveis adaptações. Todos os profissionais envolvidos participam de todas as etapas do projeto e efetuam mini reuniões diárias para resolução de não conformidades e consensos. O tempo médio para compatibilização fica em torno de 10 horas semanais durante 3 semanas, um total de 30 horas por projeto. Na Figura 18 apresenta-se o gráfico do tempo de compatibilização das empresas, de acordo com cada categoria.

Figura 18 - Gráfico Demonstrativo do tempo médio de compatibilização de projetos nas empresas estudadas



Fonte: Arquivo Pessoal.

O tempo necessário para compatibilizações de projetos na Empresa A foi de 52,58% menor que o tempo necessário para a Empresa B, a qual não utiliza ferramentas BIM para tal finalidade. Demonstrando que o uso dessas ferramentas permite não só uma melhora na qualidade do processo de contabilização como um todo, como também uma redução significativa de tempo.

### 5.2.2 Gestão de Recursos

A gestão dos recursos por parte da Empresa B, é realizada através de um levantamento médio dos custos dos materiais e valores da mão de obra de campo, todavia para cada obra é efetuado um novo levantamento, visando atualizar valores. Conforme citado pelo proprietário da empresa, tal levantamento acaba sendo repetitivo pois os materiais não sofrem uma alteração considerável de preço durante um período médio de 60 dias. A ausência de um arquivo central com o valor de cada material ocasiona várias cotações com os mesmos valores.

A Empresa A alimenta as cotações nos próprios elementos, quando uma parede é desenvolvida ela já contém os materiais que a compõem e os custos de cada material na mesma, por se tratar de projetos com elementos semelhantes de acabamento, superestrutura, fundação, louças, cobertura e entre outros, não necessita de uma atualização constante. Todas as cotações são alimentadas nos próprios elementos em um período de 45 dias, passado os primeiros 30 dias, é usado um coeficiente de correção visando evitar uma possível subvalorização do orçamento.

### 5.2.3 Gestão de Pessoas

Os processos na Empresa B são efetuados na seguinte ordem:

1. Projeto Arquitetônico;
2. Projeto Estrutural;
3. Projetos Complementares;
4. Orçamento;
5. Cronograma.

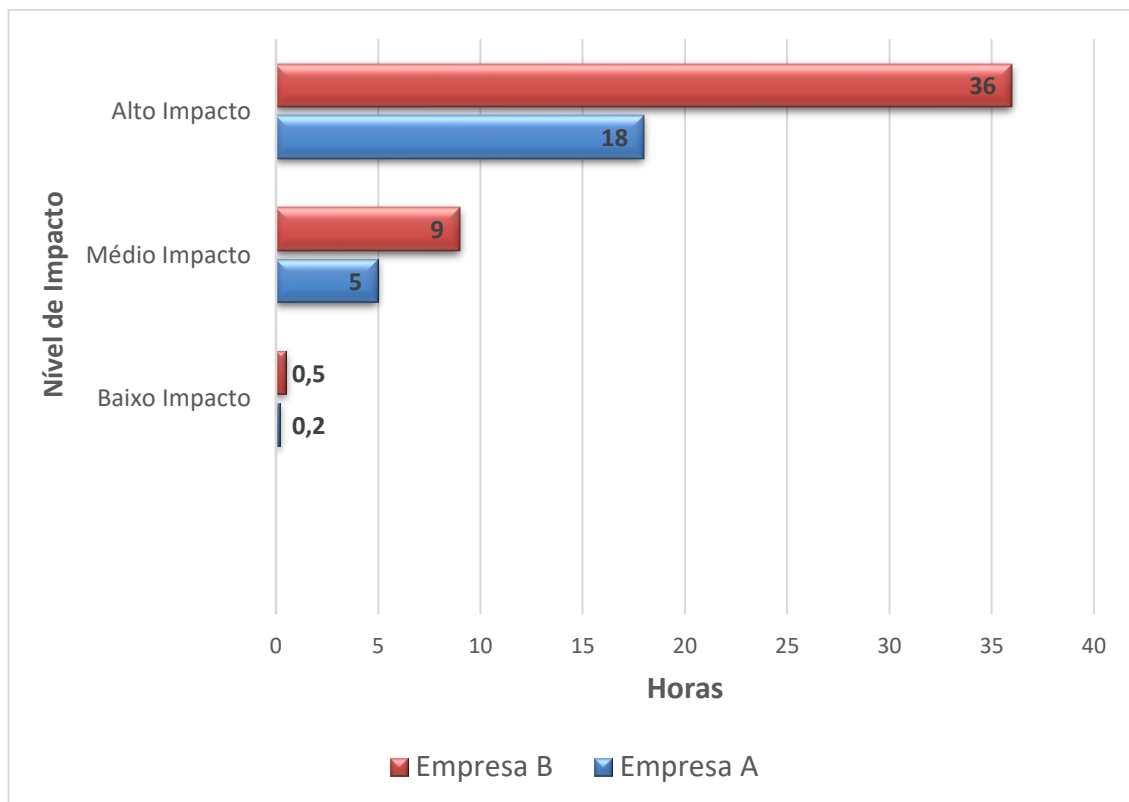
Todos os profissionais trabalham de forma independente, a empresa visa acompanhar o andamento de cada projeto após a execução do mesmo e apresentando cada etapa concluída

para o cliente, visando a aprovação, a maior parte das modificações são realizadas nas etapas finais de cada projeto.

A Empresa A trabalha de forma simultânea, após a conclusão do projeto arquitetônico o gestor organiza as possíveis modificações evitando retrabalhos, todavia toda e qualquer alteração é realizada de forma eficiente, pois uma modificação que ocorre em uma determinada vista, é efetuada em todas as outras de forma automatizada.

O tempo médio gasto por cada empresa, visando adaptações requeridas pelos clientes, foi determinado da seguinte forma: modificações de baixo impacto, médio impacto e alto impacto. As determinadas como baixo impacto são alterações no tamanho de uma janela, redimensionamento de uma porta, troca de um piso, cores da pintura. As de médio impacto como sendo redimensionamento dos cômodos de áreas secas, alteração no paisagismo. E de alto impacto como sendo mudanças nas dimensões das áreas molhadas, pé direito, realocação de cada setor e implantação de uma nova área. Na Figura 19 apresenta-se tal comparativo.

Figura 19 - Gráfico do tempo gasto pelos profissionais para readequações



Fonte: Arquivo Pessoal.

O ganho de produtividade é de 40 a 50% da Empresa A em relação a Empresa B, no comparativo de readequações de projetos realizadas por solicitações dos clientes. Tal otimização ocorre, pois, qualquer alteração em projetos desenvolvidos através de ferramentas BIM é efetuada de forma parametrizada e integrada, tendo grande parte das modificações realizadas de forma automática, necessitando apenas da revisão de cada profissional envolvido de acordo com a disciplina atingida por determinada alteração. A Empresa B por sua vez necessita efetuar as mudanças em cada vista do projeto e redesenhar cada elemento de forma manual, até adequar o projeto como um todo. Em casos de alterações de alto impacto, a necessidade de um redimensionamento dos elementos também gera esse dispêndio a mais de tempo.

Além disso os *softwares* BIM permitem que a empresa tenha uma noção instantânea do andamento de cada projeto e de suas possíveis modificações, toda comunicação é realizada *online* e através de comentários nos arquivos de cada projetista. Os arquivos do *QiBuilder* e do *Eberick*, são exportados diariamente em IFC para o arquivo central em RVT.

### 5.3 CUSTOS FIXOS E DE IMPLANTAÇÃO

Esta seção aborda os custos que envolveram todo o processo de implantação das ferramentas (BIM e tradicionais) de ambas as empresas e seus respectivos custos fixos de assinatura, analisando os valores destinados ao treinamento e aquisição dos *softwares*. Todos os resultados apresentados são referentes ao modo como cada empresa optou por efetuar suas respectivas implantações.

#### 5.3.1 Custos de Treinamento

Os custos de treinamento envolveram 4 semanas de 2 encontros semanais de um profissional indo até a empresa, apresentando as tecnologias BIM, como funcionaria o processo BIM, quais seriam os envolvidos em cada uma das etapas, as ferramentas pertinentes a cada área e de modo superficial cada uma das suas funcionalidades.



Em um segundo momento os profissionais foram destinados a cursos presenciais e online visando o treinamento das ferramentas pertinentes a cada área de atuação. Na Figura 20 demonstra-se os custos que envolveram cada uma dessas etapas, separados por disciplina.

Figura 20 - Demonstrativo dos custos de treinamento por disciplina

DISCIPLINAS	CUSTOS
Apresentação teórica	R\$ 2.000,00
Arquitetônico	R\$ 2.500,00
Estrutural	R\$ 1.800,00
Instalações Sanitárias	R\$ 1.000,00
Instalações Elétricas	R\$ 1.000,00
Instalações Hidráulica	R\$ 1.000,00
Complementares em Geral	R\$ 1.800,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 11.100,00</b>

Fonte: Arquivo Pessoal.

É válido notar que os custos com treinamentos para projetos arquitetônicos são mais onerosos pois envolvem todos os recursos base para o início dos demais projetos, contendo treinamentos de renderização, maquete 3D, layout, luminotécnica, executivo e dentre outros recursos pertinentes.

Os custos de treinamento variam de acordo com a região e a modalidade de treinamento optada pela empresa (presencial ou EAD), todavia os custos de um treinamento completo são entre 8 a 15 mil reais, por conta da não popularização da tecnologia e dos poucos profissionais que se tem habilitados para tais treinamentos.

### 5.3.2 Custos de Aquisição dos *Softwares*

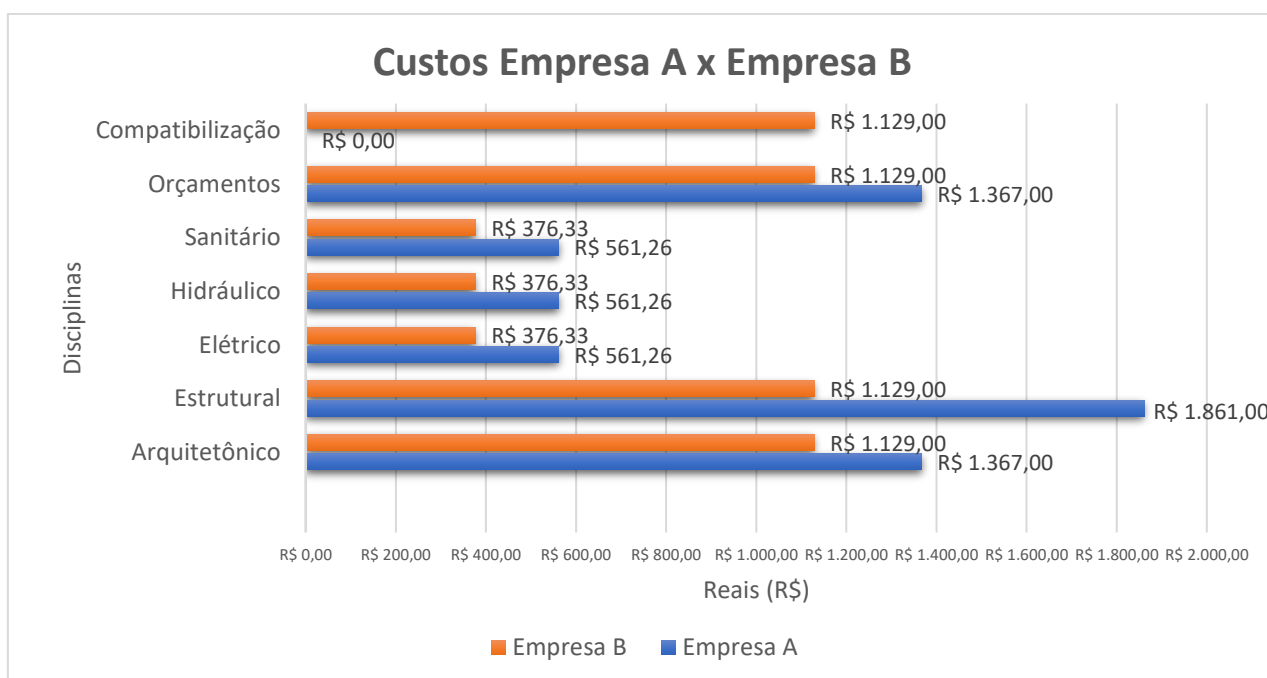
Os *softwares* adquiridos pela Empresa A, foram o *Revit*, *QiBuilder* e *Eberick*, todos esses através do modelo de assinatura pois permite que recebam as atualizações sem novos investimentos, ao contrário do modelo de aquisição única que permite a instalação do programa, mas não das atualizações que vem em sequência. Na Figura 21 apresenta-se os custos mensais de cada um dos programas por computador.

Figura 21 - Custo mensal dos programas

DISCIPLINAS	CUSTOS/mês
Revit	R\$ 1.367,00
QiBuilder	R\$ 317,00
Eberick	R\$ 494,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 2.178,00</b>

Fonte: Arquivo Pessoal.

A Empresa B utiliza apenas o *AutoCAD* como programa de uso diário para o desenvolvimento dos projetos, tendo em vista que os orçamentos são efetuados pelo ORSE que é um programa público, e os cronogramas no pacote *office (Excel, MSProject)*, os quais são inclusos na aquisição dos computadores. Logo o custo mensal da Empresa B se resume a R\$ 1.129,00 por computador, com base na assinatura mensal do *AutoCAD*. Por se tratar de 5 computadores, gera um total de R\$ 5.645,00. Na Figura 22 demonstra-se a diferença de custos mensais entre as duas empresas.

Figura 22 - Gráfico do comparativo de custos de *softwares* entre as empresas estudadas

Fonte: Arquivo Pessoal.

Os custos de cada disciplina foram calculados com base na necessidade de cada programa por máquina, como o projetista de projetos complementares precisa da licença em apenas um computador, a composição do valor consiste em uma assinatura mensal do *Revit* e uma assinatura mensal do *QiBuilder*, para o desenvolvimento dos projetos sanitários, hidráulicos e

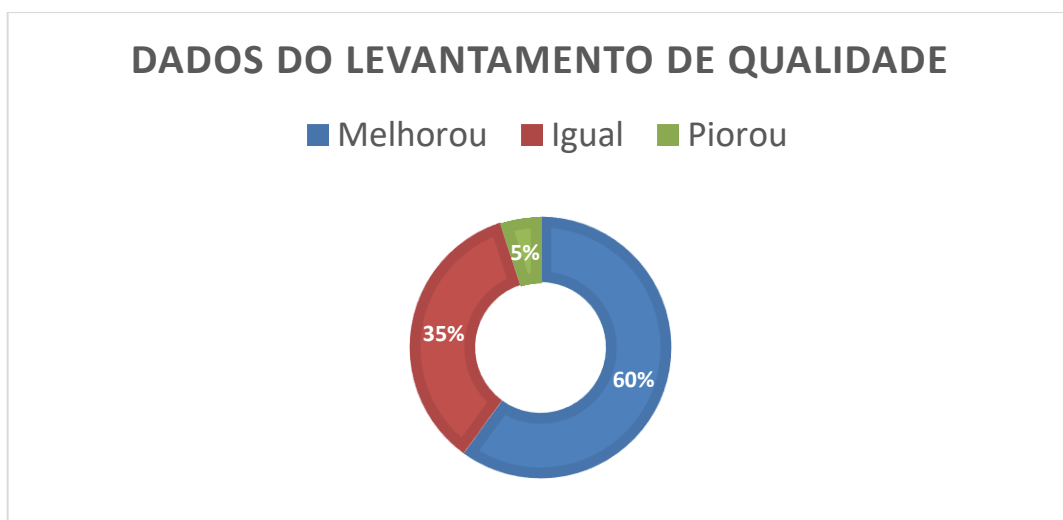
elétricos. No caso da Empresa B, os projetos complementares necessitam apenas de uma licença do *AutoCAD*, e para o estrutural, arquitetônico, orçamento e compatibilização mais quatro licenças. A Empresa A ainda necessita para disciplina estrutural uma licença do *Eberick* e uma do *Revit*, e para orçamento e arquitetônico mais uma licença para cada, totalizando 4 licenças de *Revit*, uma do *Eberick* e uma do *QiBuilder*.

É válido ressaltar que os custos com programa para compatibilizações da Empresa A foi zero, devido ao fato de que a compatibilização é realizada pelos profissionais pertencentes a cada disciplina e é realizada durante sua respectiva elaboração, não havendo a necessidade de possuir mais um profissional para tal tarefa e permitindo a economia de uma licença. Os custos totais mensais com *softwares* da Empresa A foi de aproximadamente R\$ 6278,00 e da Empresa B R\$ 5645,00.

#### 5.4 GRAU DE SATISFAÇÃO DOS CLIENTES COM OS PROCESSOS BIM

Os dados coletados dos clientes e profissionais envolvidos no processo que participaram do presente estudo, visam analisar se houve ou não uma melhora após implantação das ferramentas BIM. O estudo foi realizado através de um questionário com 20 pessoas que usufruíram dos serviços da Empresa A, antes e depois do processo de transição. O questionário foi composto por 3 opções, a primeira indicando se houve uma melhora, a segunda se permaneceu igual e a terceira se gerou uma piora dos projetos, tanto na qualidade como no tempo de entrega. Na Figura 23 demonstra-se os resultados coletados.

Figura 23 - Gráfico do índice de satisfação dos clientes



Fonte: Arquivo Pessoal.

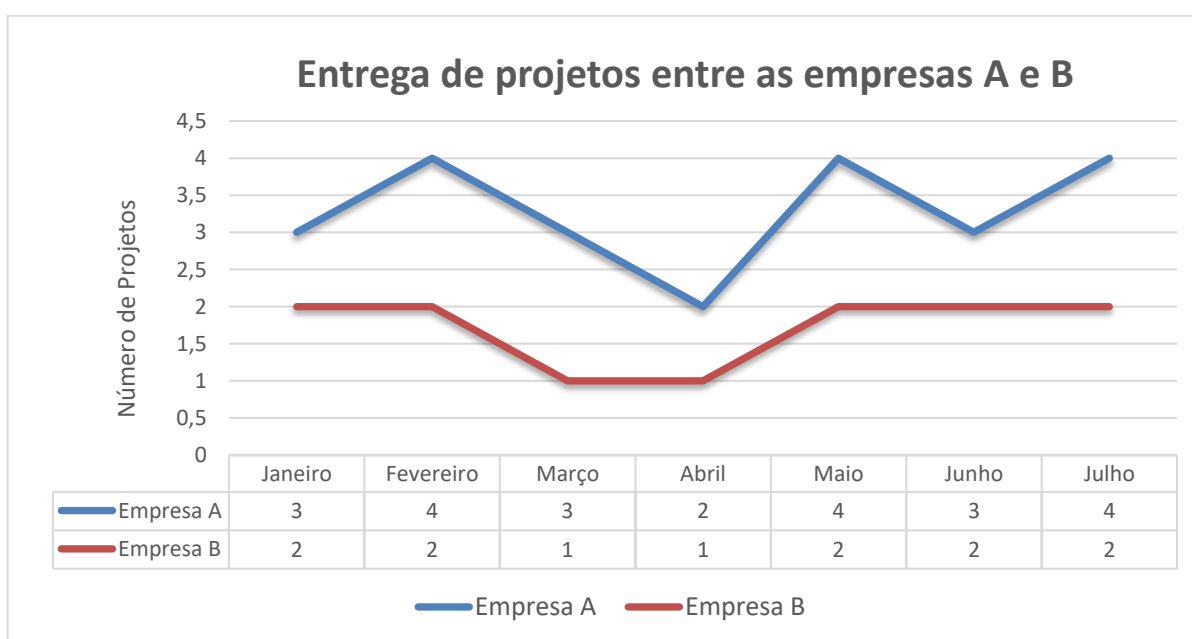
Dentre os 20 entrevistados, 12 observaram melhorias, 7 não sentiram alteração e apenas 1 considerou que houve uma piora, é válido ressaltar que dentre os entrevistados, os que mais sentiram melhorias, foram incorporadoras, construtoras ou outros profissionais de outras empresas envolvidos nos processos, segundo os clientes não pertencentes a área da construção civil, a diferença mais nítida foi nas entregas dos orçamentos.

## 5.5 CAPACIDADE DE ENTREGA DOS PROJETOS

Dentre os comparativos realizados entre as duas empresas, a capacidade de entrega dos projetos é um dos pontos levados em consideração na hora de optarem por uma substituição no método de elaboração dos projetos visando um aumento de produtividade. O período levado em consideração foi de janeiro a julho de 2021, período em que a Empresa A já possuía uma base de dados consolidada com toda a equipe trabalhando alinhada com a tecnologia BIM.

Na Figura 24 apresenta-se a capacidade de entrega de projetos entre as duas empresas, levando em consideração apenas os projetos realizados dentro do padrão do programa casa verde amarela, evitando comparativos que variem padrão e tamanho. Os projetos apresentados são completos, contendo todas as disciplinas, acompanhados dos orçamentos e seus respectivos cronogramas.

Figura 24 - Capacidade de entrega de projetos entre as duas empresas



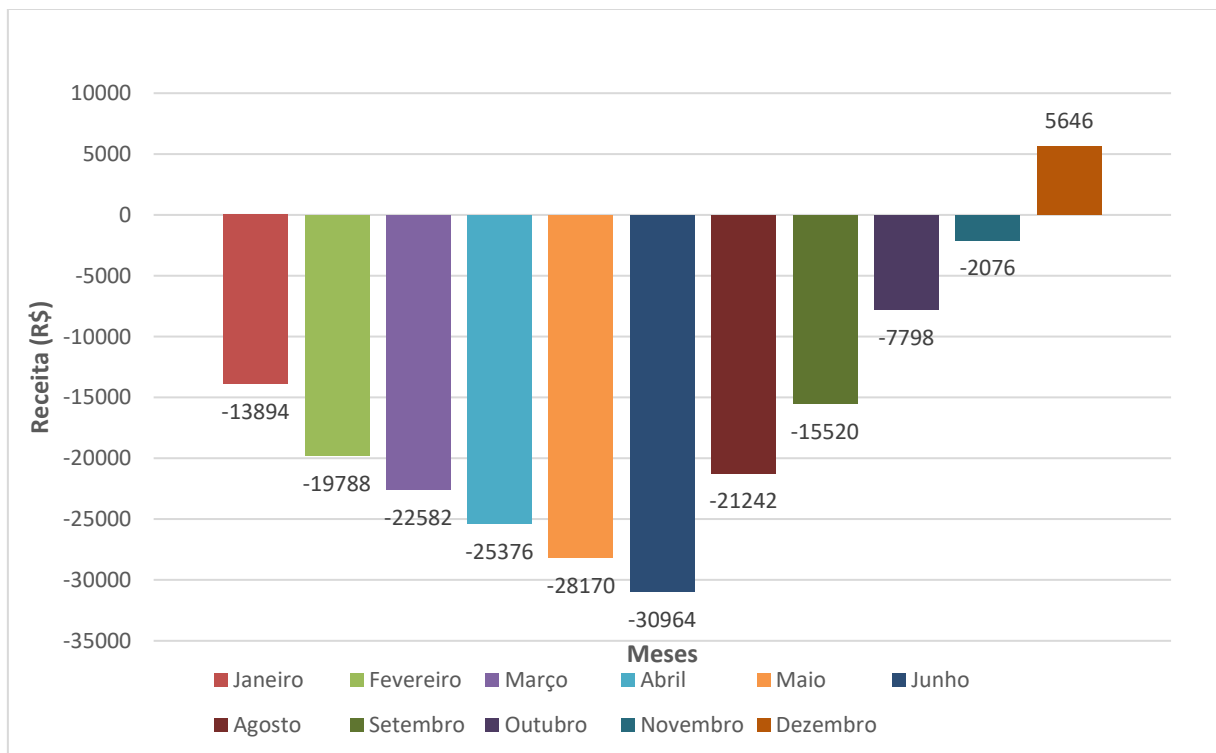
Fonte: Arquivo Pessoal.

Neste estudo comparativo é importante notar que o ganho de produtividade na capacidade de entrega dos projetos da Empresa A, perante a Empresa B foi de 91,67%. Como mencionado anteriormente os tempos de modificações e compatibilizações acarretam em uma redução de tempo de aproximadamente 50%, o que influencia na capacidade de entrega dos mesmos. Outro dado importante é que diante do fato dos orçamentos se tornarem mais ágeis, empresas que possuem um alto volume de novos investimentos, acabam efetuando diversas simulações e estudos de viabilidades em diferentes áreas. Tendo por consequência a geração de uma alta demanda para a Empresa A de orçamentos realizados em um menor período de tempo.

## 5.6 TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Analisando-se os custos de treinamento com o ganho de produtividade pode-se estimar um tempo médio de retorno do investimento. Tendo como base uma diferença de R\$ 633,00 ao mês de custo fixo mensal entre as duas empresas e os custos de treinamentos de R\$ 11.100,00. Além disso o ganho médio mensal de cada entrega, contendo todos as disciplinas de um projeto do programa casa verde amarela fica entre 3 a 5 mil reais. Na Figura 25 demonstra-se o período de *payback*.

Figura 25 - Gráfico do período de *payback* da Empresa A em 2020



Fonte: Arquivo Pessoal.

É válido ressaltar que durante os 6 primeiros meses, os custos da empresa com treinamento e adaptação aumentaram, por conta de que como a Empresa A optou por mesclar os processos tradicionais com as tecnologias BIM durante o período, o que ocasionou gastos tanto com as licenças mensais dos *softwares* BIM como também com *AutoCAD*. Logo após o período de treinamento e adaptação de 6 meses, as receitas passaram a crescer por conta do aumento na produtividade como também na redução do custo fixo das licenças de *AutoCAD*. Tendo o retorno do investimento no décimo segundo mês, onde ocorre a quitação das dívidas e o início da cadeia produtiva, otimizada pelos programas BIM.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propôs analisar dois escritórios de projetos na cidade de Aracaju, dos quais um utiliza tecnologias BIM e o outro, métodos tradicionais, cujas atividades envolviam todos os itens básicos de planejamento (projetos, orçamentos e cronogramas) para obras do programa casa verde amarela.

O valor destinado ao treinamento dos profissionais voltados aos processos e a utilização das ferramentas, oneraram a empresa em R\$ 11.100,00, todavia após um período de 12 meses, este valor foi restituído conforme o ganho de produtividade de 91,67% perante a empresa que não utiliza de tais tecnologias.

Os escritórios possuem um quadro de no máximo 5 funcionários, alta demanda de projetos e alta dependência dos gestores. O fluxo de caixa é baixo, todavia os custos fixos também são, devido a necessidade de uma baixa quantidade de ferramentas para realização das atividades fins e de pessoas envolvidas.

A não adesão aos processos BIM por parte das empresas de pequeno porte, são acarretados pela ausência de informações, a não confiabilidade no ganho de produtividade e a necessidade de caixa, tendo como base o estudo onde durante 1 ano o escritório necessitou arcar com as despesas provenientes dos treinamentos e do aumento dos custos fixos.

As ferramentas atreladas aos processos permitiram reduções nos tempos de elaboração dos projetos em geral de aproximadamente 50% como resultado da automatização das compatibilizações, orçamentos e geração de cortes e vistas. Além de proporcionar uma melhora no índice de satisfação dos clientes e na capacidade de entrega mensal dos projetos, fomentando o ganho de capital, o qual passa a atingir valores 90% superiores após a transição.

Diante dos dados obtidos, pode-se afirmar que é viável do ponto de vista financeiro e qualitativo a utilização de tecnologias BIM em escritórios de projetos de pequeno porte. O custo fixo mensal, se torna superior, mas não a ponto de ultrapassar a melhora proveniente do uso de ferramentas BIM, o qual gera aumento na capacidade de entrega e uma redução do quadro de funcionários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDOR, M. R. A.; CASTANHO, M. D. de A.; CAMBIAGHI, H.; DELATORRE, J. P. M.; NARDELLI, E. S.; OLIVEIRA, A. L. **Colocando o “i” no BIM**. Disponível em: <<http://www.asbea.org.br/escritorios-arquitetura/noticias/grupo-de-trabalho-da-asbeapublica-artigo-sobre-bim-em-206253-1.asp>>. Acesso em: 29 de julho de 2021.

AUTODESK. Products. Revit Family. Disponível em: <<https://www.autodesk.com/products/revitfamily/overview?geoNavigationPreferredSiteUS>>. Acesso em 29 de agosto de 2021.

AUTODESK. Products. Navisworks. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>>. Acesso em 29 de agosto de 2021.

ALMEIDA, Ramon Cirilo de Godoy. **Impacto do uso do BIM na elaboração de projetos as built de sistemas prediais hidrossanitários**. 59 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. Dissertação de Mestrado. UFSC: Florianópolis, 2007.

CAMPOS N., S.; Pamboukian, S. V. D.; Craveiro, M. V.; Barros, E. A. R. **Estudo comparativo de ferramentas computacionais que utilizam tecnologia BIM para desenvolvimento de projetos de engenharia civil**. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém, 2012.

COELHO, Sérgio Salles; NOVAES, Celso C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. São Paulo, 2008.

CEHOP. Disponível em: <<http://orse.cehop.se.gov.br/>>. Acesso em 9 de setembro de 2021.

DELATORRE, Joyce. **BIM na Prática: como uma empresa construtora pode fazer uso da tecnologia BIM**. Autodesk Building Solutions. 2004. Disponível em: <[http://au.autodesk.com/?nd=event\\_class&session\\_id=9637&jid=1725220](http://au.autodesk.com/?nd=event_class&session_id=9637&jid=1725220)>. Acesso em: 29 de julho de 2021.

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R., LISTON, K. **BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**, Wiley Inc., Hoboken, New Jersey, 2008, 485 p.

FABRICIO, Márcio Minto. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, Tese de Doutorado, 2002.

FARIA, Renato. **Construção integrada**. Revista Técnica. São Paulo: Pini, n. 127, p. 44-49, out. 2007.

GHINIS, Cristiano. P.; FOCHEZATTO, Adelar. **Determinantes do crescimento da construção civil no Brasil e no Rio Grande do Sul: evidências da análise de dados em painel**. Disponível



em: <<http://revistas.fee.tche.br/index.php/ensaios/article/viewFile/2575/2919>> Acesso em: 24 jul.21

JÚNIOR, Sérgio Geraldo dos Reis. **Planejamento físico financeiro por meio de sistemas de trabalho e tecnologia BIM**. 121 f. Dissertação apresentada como requisito para Obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

LIU, Ana W.; OLIVEIRA, Luciana A.; MELHADO, Silvio B. **A gestão do processo de projeto em arquitetura**. in: KOWALTOWSKI, D. K.; et. al. O Processo de Projeto em Arquitetura: da teoria á tecnologia. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção** São Paulo: Escola Politécnica da USP, Tese de Doutorado, 1994.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Gestão, Cooperação e Integração para um Novo Modelo Voltado à Qualidade do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, Tese de Doutorado, 2001.

MOREIRA, Thomas P. F. **A Influência da Parametrização dos Softwares CAD Arquiteturais no Processo de Projeção Arquitetônica**. 241 f. Dissertação apresentada como requisito para Obtenção do grau de Mestre em Arquitetura, do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2008.

MULLER, Leandro Sander. **Utilização da tecnologia BIM (Building Information Modeling) integrado a planejamento 4D na construção civil**. 100 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

NEVES, Suzana A. **A qualificação da mão de obra para o aumento da produtividade em obras de construção civil: responsabilidades compartilhadas**. 124 f. Dissertação apresentada como requisito para Obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Sistemas de Produção. Curitiba, 2014.

NUNES, G.H.; LEÃO, M. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM**. Revista de Engenharia Civil, Portugal, v. 1, n. 55, p. 47-61, 03 jul. 2018. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n55/Pag.47-61.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021.

PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. **Uso do BIM para compatibilização de projetos: barreiras e oportunidades em uma empresa construtora**. 23 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SECCI, Leonardo. **Análise de Política Pública: diagnóstico, recomendação de soluções**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SILVEIRA, Naiara Ariana Nogueira Costa. **O papel do BIM para a qualidade do projeto: avaliação da técnica em escritório de arquitetura**. 48 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SOUSA, F. J. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares** - estudo de caso. Dissertação apresentada como requisito para Obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco: Recife, 2010.

SOUZA, L; LYRIO, A.; AMORIM, S. **Impactos do Uso do BIM em Escritórios de Arquitetura: Oportunidades no Mercado Imobiliário**. In: IV ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2009, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, 2009.

TOBIN, John. Proto Building: **To BIM is to build**. Disponível em: <<http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding.html>>. Acesso em: 29 de julho de 2021.

VOLK, R.; Stengel, J.; Schultmann, F. **Building Information Modeling (BIM) for existing buildings** – literature review and futures needs. In: Automation in Construction, Elsevier, 2013.