



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



DAVID ANTÔNIO DOS SANTOS

**PRODUTIVIDADE EM OBRAS DE PEQUENO PORTE ATRAVÉS DA  
METODOLOGIA BIM: UM ESTUDO DE CASO**

SÃO CRISTÓVÃO – SE  
2023

DAVID ANTÔNIO DOS SANTOS

**PRODUTIVIDADE EM OBRAS DE PEQUENO PORTE ATRAVÉS DA  
METODOLOGIA BIM: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Márcio de Oliveira

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2023



**ATA DE DEFESA**

David Antônio dos Santos

**Produtividade em obras de pequeno porte através da metodologia BIM:  
um estudo de caso**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como requisito para o título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: **13 de abril de 2023**

<b>Banca Examinadora</b>		<b>Nota</b>
Orientador(a): Prof. Dr. Fernando Márcio de Oliveira (UFS)	–	8,4
Examinador(a): Prof. Dr. Marco Antônio Brasiel Sampaio (UFS)	–	8,4
Examinador(a): Prof. MSc. Marcelo Augusto Costa Maciel (UFS)	–	8,4
	<b>Média Final:</b>	<b>8,4</b>

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** FERNANDO MARCIO DE OLIVEIRA  
Data: 19/04/2023 11:27:45-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fernando Márcio de Oliveira (UFS)  
Assinatura do(a) Orientadora(a)

## RESUMO

É grande a evolução da tecnologia BIM nas empresas de construção civil nos últimos anos e essa adoção por elas torna indispensável a revisão dos processos de trabalho. O BIM é formado por um conjunto de informações que, além de tratar da geometria dos elementos construtivos tridimensionais, guarda seus atributos e, portanto, trabalham com mais dados do que modelos tradicionais CAD tendo a capacidade de evitar conflitos entre elementos construtivos, auxiliar nas revisões e aumentar a produtividade. Tendo em vista isso, percebe-se a necessidade de explorar essa metodologia em obras de pequeno porte, que mesmo com alguns empecilhos financeiros e organizacionais teriam benefícios, sobretudo a respeito da produtividade. O objetivo do presente trabalho é explorar isso através de um estudo de caso, mostrando na prática como o BIM entraria para auxiliar na produção e se o mesmo seria viável e eficiente em pequenas empresas. A metodologia do trabalho ocorre primeiramente por pesquisas bibliográficas com objetivo de levantar informações sobre a metodologia BIM em ambiente de gestão da construção civil para que se tenha uma melhor compreensão e que se possa avaliar como influência na produtividade das demandas das pequenas empresas, através disso parte-se para analisar um estudo de caso que corrobore com esse pressuposto, alinhando teoria a prática. Para tal foi realizado um levantamento de dados de uma obra executada através da metodologia tradicional (AutoCAD, ORSE e planilhas eletrônicas) e, a seguir feita uma simulação da mesma obra utilizando-se a plataforma BIM (Revit, scanner 3D e plugin Orçafascio), aferiu-se os resultados para buscar comparações das duas metodologias, incluindo as implicações enfrentadas num suposto processo de substituição da forma antiga pela nova, focando em obter quantitativos dos componentes mais primordiais. Conclui-se que a aplicação da metodologia BIM nessa obra de pequeno porte, mesmo precisando de um investimento inicial considerável, capacitação e algumas questões culturais, tem resultados efetivos mesmo a curto prazo, o retorno financeiro é dado através do ganho em produtividade, garantindo mais entregáveis, clientes satisfeitos com prazos menores e mais qualidade, além da economia com a redução do tempo gasto com mão de obra. Portanto, a nova metodologia é viável sobretudo nesse caso, fazendo com que as empresas as quais não utilizam atualmente, se tornem não somente atrasadas, mas também cada vez menos produtivas.

**Palavras Chave:** Metodologia BIM. Metodologia tradicional CAD. Construção Civil. Gestão da construção. Produtividade.

## **ABSTRACT**

There has been a great evolution of BIM technology in civil construction companies in recent years and this adoption by them makes it essential to review work processes. BIM is made up of a set of information that, in addition to dealing with the geometry of three-dimensional building elements, stores their attributes and, therefore, works with more data than traditional CAD models, having the ability to avoid conflicts between building elements, helping in and increases productivity. In view of this, there is a need to explore this methodology in small-scale works, which, even with some financial and organizational obstacles, achieve benefits, especially in terms of productivity. The objective of the present work is to explore this through a case study, showing in practice how BIM would help in production and if it would be viable and efficient in small companies. The methodology of the work is based on bibliographic research in order to gather information about the BIM methodology in a civil construction management environment so that it has a better understanding and that it can be evaluated as an influence on the intensity of the demands of small companies, through this part - to analyze a case study that supports these budgets, aligning theory with practice. For this, a survey of data was carried out on a work carried out using the traditional methodology (AutoCAD, ORSE and spreadsheets) and then a simulation of the same work was carried out using the BIM platform (Revit, 3D scanner and Orçafascio plugin), the results were checked in order to seek comparisons of the two methodologies, including the advanced ones faced in a clear process of replacing the old form with the new one, focusing on obtaining quantitative data of the most primordial components. It is concluded that the application of the BIM methodology in this small work, despite the need for a considerable initial investment, training and some cultural issues, has effective results even in the short term, the financial return is given through the gain in productivity, guaranteeing more deliverables, satisfied customers with shorter deadlines and better quality, in addition to savings with the reduction of time spent on labor. Therefore, the new methodology is viable, especially in this case, making companies that do not currently use it not only become backward, but also less and less productive.

**Keywords:** BIM Methodology. Traditional CAD methodology. Construction. Construction management. Productivity.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Contextualização	7
1.2 Justificativa	8
1.3 Objetivo geral	8
1.4 Objetivos específicos	8
2 METODOLOGIA	9
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 HISTÓRICO E CONCEITOS	12
3.1.1 CAD	12
3.1.2 BIM	14
3.2 A metodologia tradicional aplicada para obras e serviços de engenharia de pequeno porte	17
3.3 O uso do processo BIM para obras e serviços de engenharia	20
3.4 A metodologia BIM nas obras e serviços de pequeno porte	22
3.5 Implementação BIM	23
3.6 Orçamento e Planejamento	26
3.7 Gestão da Construção	30
3.8 Produtividade em obras	31
3.9 O Levantamento associado ao 3D Scan	33
3.10 Estudo de caso comparativo em projetos	34
4 ESTUDO DE CASO	37
4.1 A empresa	37
4.2 A obra em seus procedimentos atuais	39
4.2.1 Apresentação	39
4.2.2 Medição in loco e vistoria	40
4.2.3 O Levantamento quantitativo de serviços e o projeto	41
4.2.4 O orçamento	43
4.2.5 O acompanhamento da obra	45
5 RESULTADOS	47
5.1 Estimativa de produtividade com a utilização da metodologia BIM	47

5.1.1	Medições em campo	47
5.1.2	Levantamento quantitativo	47
5.1.3	Orçamento	48
5.1.4	O acompanhamento da obra	50
5.2	Análise geral do caso quanto a produtividade	53
5.3	Dificuldades que serão enfrentadas	55
6	CONCLUSÕES	56
	REFERÊNCIAS	58
	ANEXOS	65

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Contextualização

O descumprimento de prazos, ausência de qualificação de mão de obra, inexistência de projeto e desperdício de material, ainda são ocorrências que prejudicam o andamento da obra. No geral, a indústria da construção civil não priorizou ao longo da sua história o planejamento. Tendo em vista isso, ao utilizar o termo indústria para representar a construção civil, parece ser uma contradição por algumas vezes, já que esta nomeação indica algo bem gerenciado, produtivo e organizado, diferindo do que frequentemente ocorre, principalmente se tratando de empresas de pequeno porte.

Pensando em mudar esse panorama, surgiu então o BIM (Modelagem da Informação da Construção), do inglês Building Information Modeling e se tornou uma adequação por muitas empresas desde os anos 2000. E com essa crescente adoção da tecnologia, vem havendo um aumento no interesse pelo uso da modelagem incluindo para a gestão da produção (BIOTTO; FORMOSO; ISATTO, 2015). Seus benefícios são nítidos, conforme podem simular diferentes cenários antes do início da construção, auxiliar os utilizadores a terem análises da viabilidade dos projetos e exibir fluxos executivos de projetos construtivos.

Em relação ao método tradicional do CAD (Desenho assistido por computador), em inglês Computer Aided Design pode-se dizer que são apontadas diversas vantagens da aplicação do BIM, principalmente quanto a projetos. Em destaque, tem-se a evolução na produtividade, uma vez que facilita o processo de compatibilização, revisões, quantitativos e verificação de interferências entre as diversas áreas de engenharia, arquitetura, instalações, estrutura... (Costa et al., 2015; Santos et al., 2016; Succar et al., 2016; Steiner, 2016; Santos, 2016; ABDI, 2017; Maína, 2018; Carvalho, 2019; Coutinho et al., 2021; Eastman et al., 2021).

De maneira mais global, principalmente quando são consideradas pequenas e médias empresas da construção, a adoção do processo BIM ainda é minoritária, mesmo tendo a evolução da implementação pelas organizações (HONG, 2018).

De acordo com a CBIC (2016), para que uma mudança aconteça de fato numa empresa ou organização, são necessários cinco componentes críticos: visão, capacitação, incentivos, recursos e o desenvolvimento de um plano de ação. A falta de um desses componentes conduz à confusão, à ansiedade, à resistência, à frustração ou a falsos inícios. A implementação do BIM enfrenta problemas, tais como, inércia e resistência a mudanças, dificuldade de entendimento e compreensão, barreiras

culturais e particularidades do ambiente brasileiro (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016).

## **1.2 Justificativa**

Cada vez mais existe a busca por economia e por processos mais produtivos nas obras tendo em vista o constante crescimento do mercado. Assim, percebeu-se a necessidade de aplicar métodos novos que consigam diminuir os erros, custos e consequentemente aumentar a velocidade de execução. É a partir dessa premissa que veio o BIM, apresentando uma boa prevenção dos problemas e antecipação do produto final.

Em muitos países que o adotaram como uma revolução de produtividade na construção civil, houve um aumento de 35% de crescimento da lucratividade dos profissionais, 41% de mais velocidade das entregas de projetos e também 62% disseram que o BIM é um grande facilitador de resolução de problemas da estrutura (BRASIL, 2019).

O avanço dessa tecnologia, torna importante uma maior análise dos procedimentos de trabalho, incluindo a cooperação dos profissionais envolvidos em geral. De acordo com o “Panorama dos Pequenos Negócios 2018”, em São Paulo, a participação das pequenas empresas no PIB do estado é de 27%, além de representar 98% das organizações que ali existem. Mesmo que a construção participe em apenas 7% na distribuição total desses pequenos negócios, são valores que, por amostragem, representam bem a influência destas no âmbito nacional. Sendo assim, o avanço de sua aplicação no país alavancará o setor da construção e, por consequência, estimulará a economia nacional.

## **1.3 Objetivo geral**

Estudar a eficiência relacionada a produtividade da plataforma BIM na construção civil e suas aplicabilidades práticas referentes à gestão e acompanhamento de obras de pequeno porte.

## **1.4 Objetivos específicos**

De forma mais pontual tem-se:

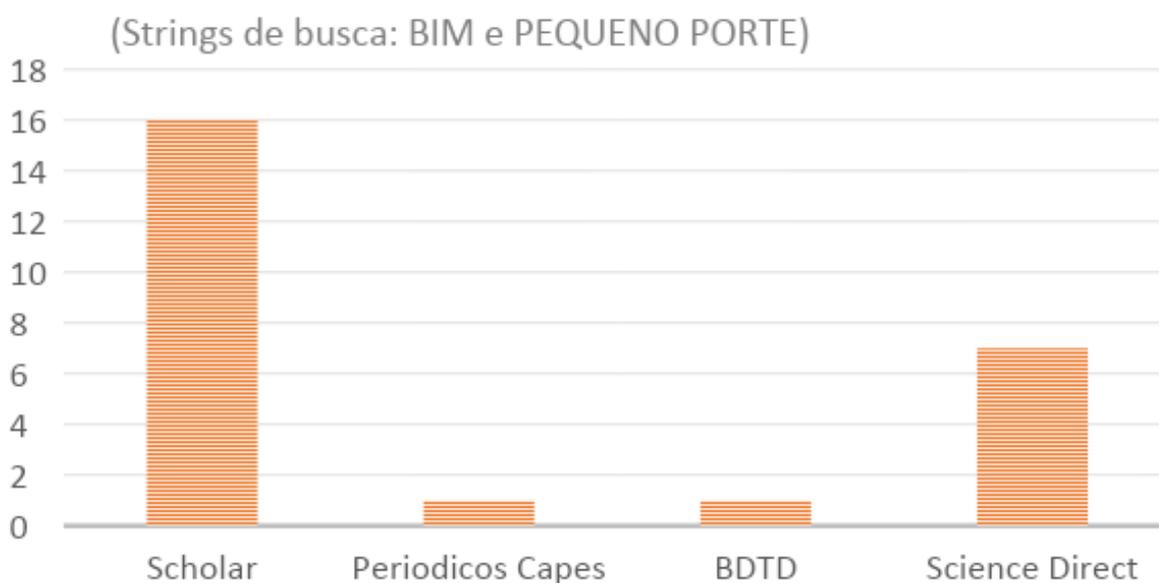
- Analisar a produtividade em obras de pequeno porte;
- Estudo comparativo de produtividade em obras de PP com o BIM;
- Discutir os principais desafios da adoção BIM em obras de pequeno porte;
- Entendimento do histórico e atuação geral atual do BIM.

## 2 METODOLOGIA

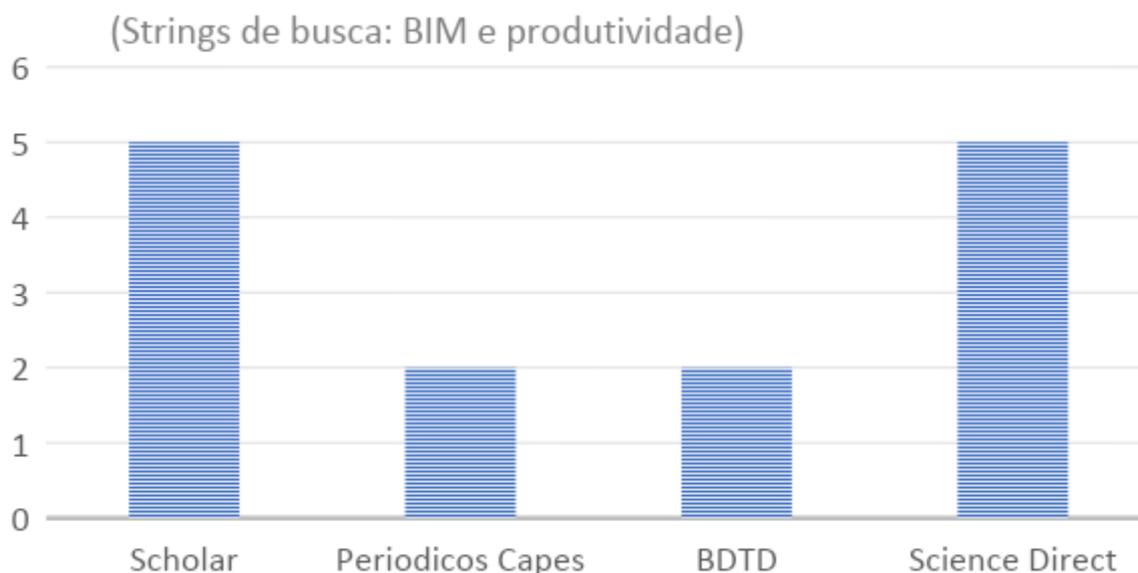
A princípio, para que a linha de pesquisa fosse bem encaminhada, foi realizada uma verificação quantitativa de conteúdo presente em algumas plataformas fundamentais no meio acadêmico. O objetivo foi verificar o quanto de material referente a temática de produtividade em obras de pequeno porte utilizando a metodologia BIM tem disponível, se é algo escasso que ainda precisa ser bastante explorado ou se já existe bastante conteúdo pesquisado a respeito. A ideia é explorar algo ainda não muito estudado, mas que ao mesmo tempo tenha uma certa discussão iniciada no meio acadêmico, a fim de explorar melhor o conteúdo e também haver uma maior contribuição em termos de diversificação científica.

Desta forma um processo de busca foi iniciado nos bancos de dados do Portal de Periódicos Capes, Science Direct, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD e Google Scholar. Feita essa busca, foi registrada a quantidade de materiais publicados e colocados em formato de gráfico para melhor visualização, as figuras 1 e 2 apresentam este quantitativo de artigos, teses e dissertações encontradas utilizando as palavras-chave BIM e pequeno porte (Figura 1) e BIM e produtividade (Figura 2).

**Figura 1:** Média de trabalhos acadêmicos publicados com o título aderente.



**Fonte:** Autor (2023).

**Figura 2:** Média de trabalhos acadêmicos publicados com o título aderente.

**Fonte:** Autor (2023).

Ao todo foram encontrados 39 documentos, sendo que quando as strings de busca foram referentes a produtividade, o número foi reduzido consideravelmente, saindo de 25 (pesquisa na figura 1) para 14 (figura 2). Desta forma, é possível verificar que quando se trata de uma análise focada diretamente no tema referente ao sistema produtivo em pequenas empresas com a aplicação da utilização da metodologia BIM, existe uma carência por maiores estudos publicados.

Através desses materiais encontrados, foram iniciados os estudos base para o presente trabalho, os mesmos são referenciados e nomeados no decorrer do texto. A princípio realizou-se as leituras e demarcações dos assuntos relevantes, para que em seguida pudesse ser preparado o presente trabalho, analisado e discutido. Após essa primeira parte foi apresentado um estudo de caso, analisando o método atual utilizado pela empresa no que se refere a utilização de softwares mais utilizados e fazendo-se uma estimativa substituindo o aparato antigo pela metodologia BIM com foco na medição da produção. A metodologia envolve também busca por informações práticas relacionadas com as empresas que tiveram experiências ligadas diretamente com o assunto pesquisado similar à estudada.

Foi gerada uma planilha final obtendo a carga horária a mais gasta atualmente na empresa estudada utilizando a metodologia tradicional, em comparação com a nova. Através do valor horário da mão de obra obteve-se o quantitativo financeiro economizado para ser possível analisar se apenas com esse ponto seria viável economicamente tal investimento tecnológico. Isto é, o fator direto para mensurar a produtividade foi a carga horária gasta nas atividades pelo presente autor do trabalho

e no que não foi possível executar, utilizou-se como base um estudo de caso realizado por SILVA E FERNANDES (2019), que descreve exatamente o tempo para cada etapa de projeto tanto pelo Revit, quanto CAD. Os pontos medidos e levados em consideração foram: Projetos, medições em campo, levantamento quantitativo, orçamento e suas respectivas alterações.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A revisão bibliográfica se fundamenta na seleção de textos, artigos e revistas com perspectivas e estudos de outros autores, por meio dos aspectos teóricos os quais se fundamentaram. Segundo Mello (2006), “a fundamentação teórica apresentada deve servir de base para a análise e interpretação dos dados coletados na fase de elaboração do relatório final. Dessa forma, os dados apresentados devem ser interpretados à luz das teorias existentes”. A bibliografia deste trabalho é referente a abordagem teórica dos temas estudados.

Primeiramente é abordado acerca do histórico e conceitos fundamentais, já puxando gancho com comparativos da metodologia tradicional e a nova. Posteriormente é apresentada essa metodologia em relação as pequenas empresas, bem como seria a implantação de maneira genérica e o mundo de orçamento e planejamento pensado pelo lado da produtividade.

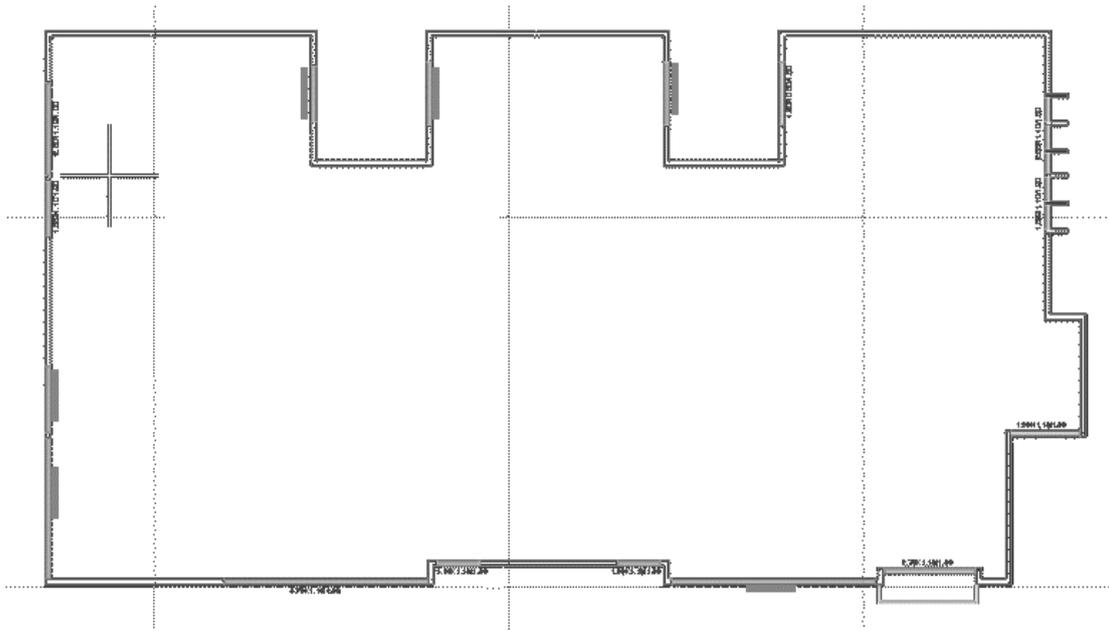
#### **3.1 HISTÓRICO E CONCEITOS**

##### **3.1.1 CAD**

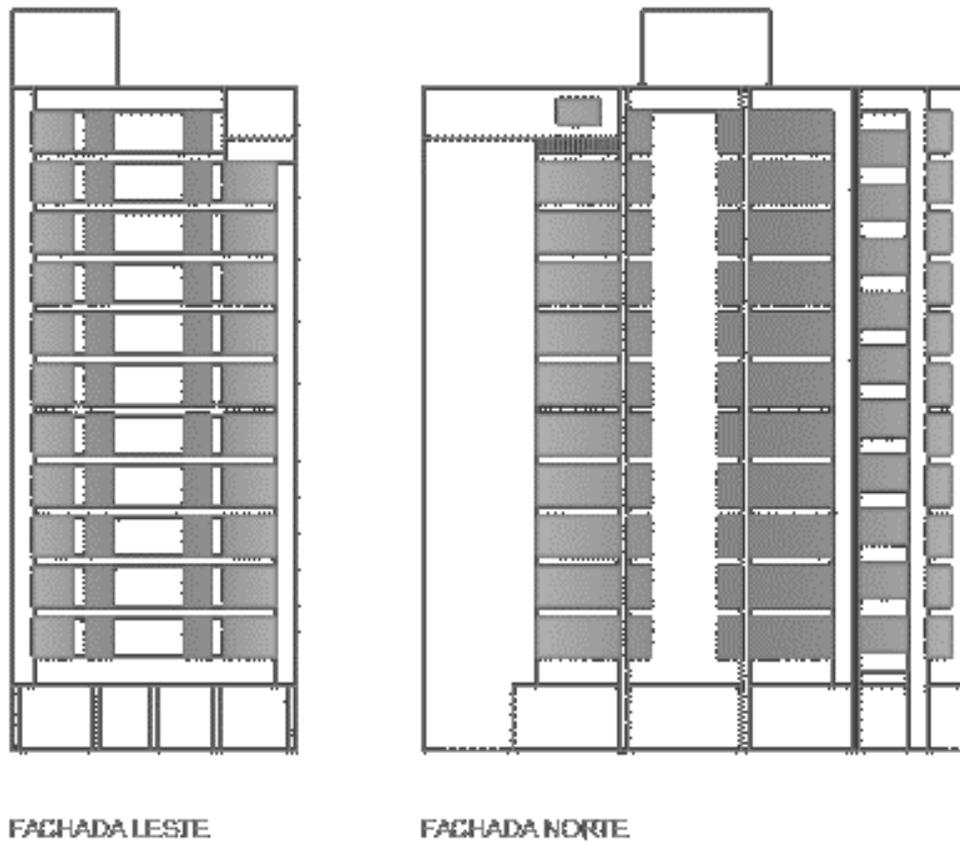
A partir da década de 60, com o crescimento da indústria de software gráfico, o computador tornou-se um forte aliado. Na década seguinte este desenvolvimento chega ao mundo dos projetos com o lançamento da tecnologia Computer Aided Design (CAD), ou desenho assistido por computador, proporcionando mais rapidez, qualidade e eficiência à elaboração de projetos.

O software mais inovador que surgiu na época foi o AutoCAD, que passou então a representar a nova tecnologia. (COSTA, 2015). Passando para o computador o desenvolvimento de desenhos feitos antes de forma manual, em papel vegetal, tinta nanquim e com superposição de papéis para a compatibilização de disciplinas, o CAD é um sistema de computador com aplicação nas áreas de arquitetura, engenharia e construção que revolucionou este mercado nas últimas décadas (COSTA, 2015).

O CAD veio como uma tecnologia para ligação entre os setores de projeto e de produção, trazendo um bom aumento de produtividade para as empresas, uma vez que os projetos eram realizados em tempo mais curto, com maior padronização, elevada redução de erros dimensionais, e clareza na apresentação (COSTA, 2015). Nas figuras 3 e 4 é possível identificar um projeto feito neste software.

**Figura 3:** Projeto 2D no Software AutoCAD.

**Fonte:** Autor (2023).

**Figura 4:** Projeto 2D no Software AutoCAD.

**Fonte:** Autor (2023).

A produtividade é ampliada com o uso de um programa CAD. O AutoCAD, por exemplo, conta com uma diversidade de opções que aumentam a velocidade na elaboração de projetos. É possível utilizar chanfros e filetes automáticos, distanciamento padronizado entre linhas, copiar, girar e espelhar objetos, fazer o preenchimento de espaços com hachuras fornecidas pelo próprio programa, com um simples comando é possível fazer a representação de partes do desenho na folha de impressão, com escalas e propriedades de cores e linhas diferentes, dando destaque ao que é preferível, pode-se por exemplo exibir um detalhe em uma escala e a planta baixa em outra.

Com foco em elaborar desenhos técnicos, e com capacidade de representação com eficiência dos projetos arquitetônicos, hidráulicos e elétricos em duas dimensões, os percalços encontrados para a implantação do AutoCAD se encontravam no custo elevado para a aquisição da licença do software, o investimento em melhores computadores e mais atuais que pudessem executar o software com bom rendimento, bem como na capacitação de profissionais para a utilização da tecnologia (COSTA, 2015).

Os programas CAD, apesar de ainda terem uma maior utilização pelos arquitetos, são focados em representações padronizadas através de linhas, formas e textos, sem a capacidade de associar informações ao desenho (MONTENEGRO, 2017).

### **3.1.2 BIM**

O BIM é comumente conceituado como “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção” (Eastman et al., 2021, p.21), que também pode ser identificado como um recurso tecnológico que proporciona a atribuição de informações à modelagem, incentiva o trabalho em colaboração e facilita a tomada de decisões (Campestrini et al., 2015).

Carvalho (2018), define o BIM como um método de projeto, com foco na área da construção civil, que se utiliza de várias ferramentas computacionais integradas com objetivo de criar um modelo virtual detalhista do empreendimento e automatizar o uso das informações desse modelo.

BIM é um processo crescente que possibilita a modelagem, o armazenamento, a troca, a consolidação e o acesso às diversas informações sobre um ambiente construído ou que se deseja edificar, usar e manter. Uma plataforma de informações que contempla todo o ciclo de um espaço construtivo. (CATELANI, 2016)

Segundo o National Institute of Building Sciences – NIBS, BIM é uma representação digital das partes físicas e funcionais de uma instalação e um recurso

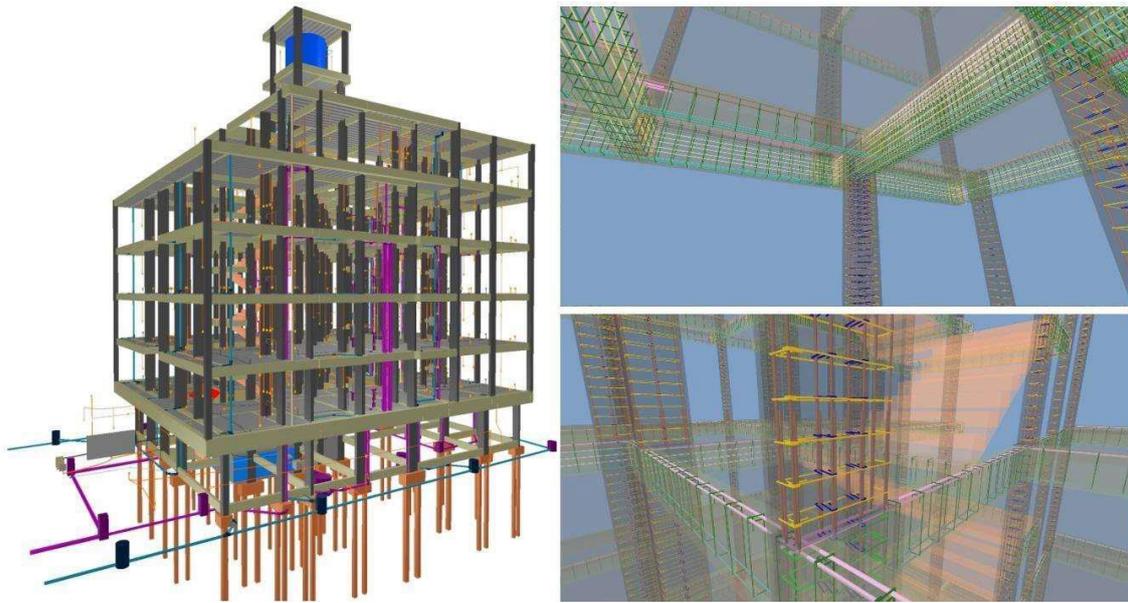
de informações compartilhadas que fornece um determinado conhecimento sobre uma instalação, criando uma boa base para auxílio das decisões durante todo seu ciclo de vida, atribuído desde que é concebido até a demolição.

A Modelagem da Informação da Construção – BIM (Building Information Modelling), vem tido uma implantação com resultados bem satisfatórios de forma global (Smith, 2014). Este uso tem propiciado mudanças na forma tradicional de projetar ou até mesmo gerenciar algo na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), dando um novo olhar sobre os processos e padrões ligados ao setor (Gomes et al., 2018).

Diversas vantagens são apontadas sobre a aplicação do BIM em relação à metodologia tradicional do Computer Aided Design (CAD), sobretudo, quando é a respeito de projetos. Dentre as vantagens, é possível frisar o aumento da produtividade, uma vez que facilita as revisões de projeto, torna a obtenção quantitativa automatizada, rápida e em detalhes, propicia uma compatibilização melhor e verificação de interferências entre a estrutura, arquitetura e instalações, dentre outras (Costa et al., 2015; Santos et al., 2016; Succar et al., 2016; Steiner, 2016; Santos, 2016; ABDI, 2017; Maína, 2018; Carvalho, 2019; Coutinho et al., 2021; Eastman et al., 2021). Além do mais, o BIM propicia altas melhorias nas simulações computacionais dos empreendimentos, o que gera a transparência nos serviços de orçamento e licitação, além de uma melhor gestão de projetos e das obras (Governo do Paraná, 2018).

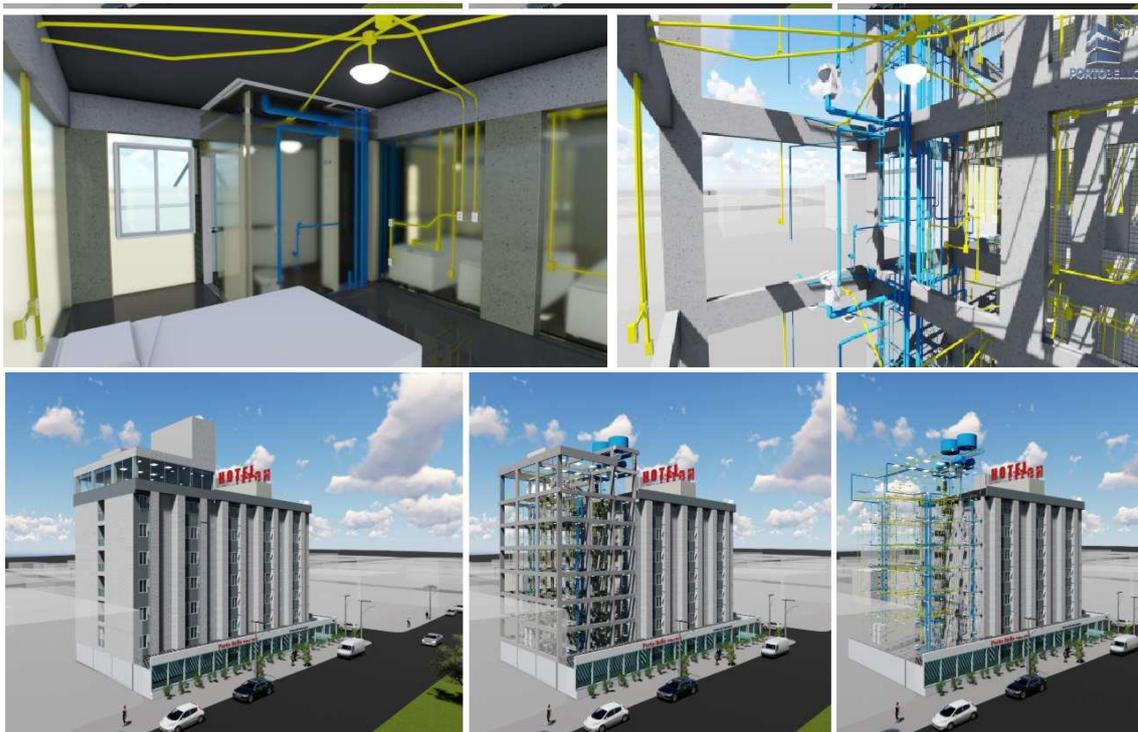
É importante que o projeto tenha um conjunto de peças gráficas complementares, de forma que este conjunto se comunique com harmonia, coesão, coerência e principalmente com eficiência em relação às diversas áreas envolvidas, o que de acordo com (Araújo, 2016), não é possível de ser realizado de forma integral por meio da sobreposição dos projetos de apenas duas dimensões. Diante desta nova demanda, vem havendo uma reinvenção dos mecanismos de projetos virtuais com o objetivo de ter melhorias em termos de qualidade, prazo, eficiência, demonstração aos clientes, planejamentos e custos, originando o método de projeto denominado por Modelagem de Informação da Construção ou Building Information Modeling - BIM (Gomes, 2018). Nas figuras 5 e 6 tem-se essa demonstração gráfica.

**Figura 5:** Exemplo de modelo BIM.



Fonte: Madre Engenharia (2020).

**Figura 6:** Exemplo de modelo BIM.



Fonte: Porto Bello Engenharia (2020).

## **3.2 A metodologia tradicional aplicada para obras e serviços de engenharia de pequeno porte**

### **3.2.1. Micro e pequenas empresas**

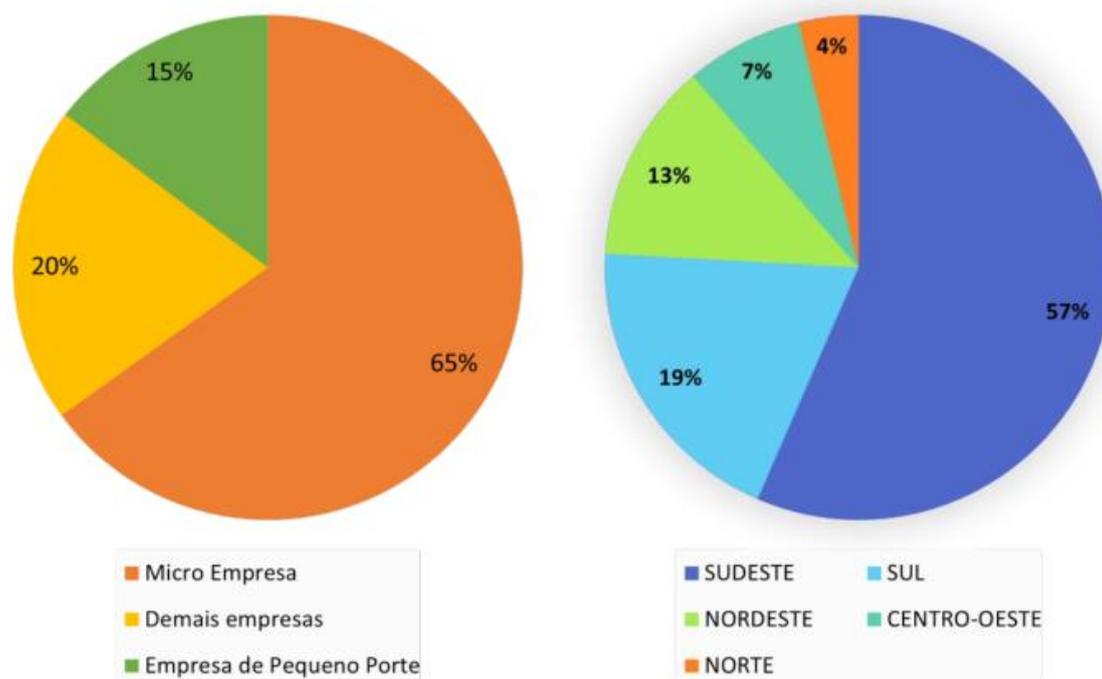
Para definir pequenas empresas é necessário analisar diversos aspectos particulares dessas organizações como: quantitativo de funcionários, renda bruta anual, complexidade dos serviços elaborados e executados assim como o papel que ocupa dentro de entregas maiores (quando há um grande envolvimento de terceiros). Primeiramente, é necessário compreender o conceito de micro e pequena empresa do ponto de vista estatístico e fiscal para, em seguida, entender a relação entre esses conceitos e empresas de arquitetura e engenharia, tradicionalmente também denominadas escritórios.

As micro e pequenas empresas têm um papel estratégico fundamental na economia brasileira como gerador de empregos, distribuição de renda, inclusão social, redução da informalidade, com uma representação atual de 30% do Produto Interno Bruto (AGÊNCIA SEBRAE DE NOTÍCIAS, 2020) e 79% do totalitário da quantidade de empresas no país (DATASEBRAE, 2020). Os critérios que fazem a determinação do enquadramento de empresas por porte são dois: por receita bruta anual ou número de pessoas ocupadas.

A Lei Complementar nº. 123/2006 utiliza como indicador a receita bruta anual da instituição, bastante importante no que se refere o enquadramento fiscal dos negócios. A “Lei Geral da microempresa e empresa de pequeno porte”, como também é conhecida tal lei, faz a determinação que a microempresa é caracterizada pela receita bruta anual inferior ou igual a R\$ 360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais), enquanto a empresa de pequeno porte, a receita bruta anual entre R\$ 360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais) e R\$ 4.800.000,00 (quatro milhões e oitocentos mil reais) (BRASIL, 2006).

Já o Sebrae, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, por sua vez, proporcionou por meio da Nota Metodológica para o Cálculo de Indicadores Empresariais a partir do Cadastro Sebrae de Empresas (SEBRAE, 2017) que no setor de serviços, as microempresas são as que possuem até 9 (nove) pessoas ocupadas e a pequena empresa, as que possuem de 10 (dez) à 49 (quarenta e nove) pessoas ocupadas. Na figura 7 a seguir, tem-se a distribuição dessas empresas de acordo com o seu porte.

**Figura 7:** Distribuição de empresas prestadoras de serviços em engenharia e arquitetura, por porte e por região brasileira.



**Fonte:** Adaptado de SEBRAE, 2020.

Levando-se em conta que existem, pelo menos, dois critérios oficiais que utilizam parâmetros, foi determinado no presente trabalho qual é o mais coerente para ser utilizada como definição. O critério selecionado foi a classificação de empresas por receita bruta anual.

Essas empresas, ao decidirem adotar uma inovação como o BIM, tem a necessidade de alocar pessoas, requerer tempo para inventariar processos e recursos tecnológicos, dinheiro para compras e novas contratações. Implementar BIM é algo estratégico e arriscado para a empresa de menor porte. Neste caso é ainda mais relevante que os sócios/proprietários estejam cientes do trabalho necessário para que o investimento empregado retorne, caso contrário, corre-se o risco de uma implementação ineficaz.

### 3.2.2 O processo tradicional

Antes da década de 70, apenas o recurso manual em papel vegetal era aplicado no setor de projetos, mas esse panorama ao longo do tempo mudou, sendo transportado para o computador. O CAD é um sistema computacional aplicado nas áreas de arquitetura e engenharia atualmente que teve grande influência nesse processo e revolucionou este mercado com o passar dos anos, hoje sendo a metodologia tradicional e mais utilizada (COSTA, 2015). É algo comum de ser visto

seja num escritório de construção civil ou até mesmo no meio educacional e dentro das universidades do país, visto como programa fundamental a ser aprendido e utilizado.

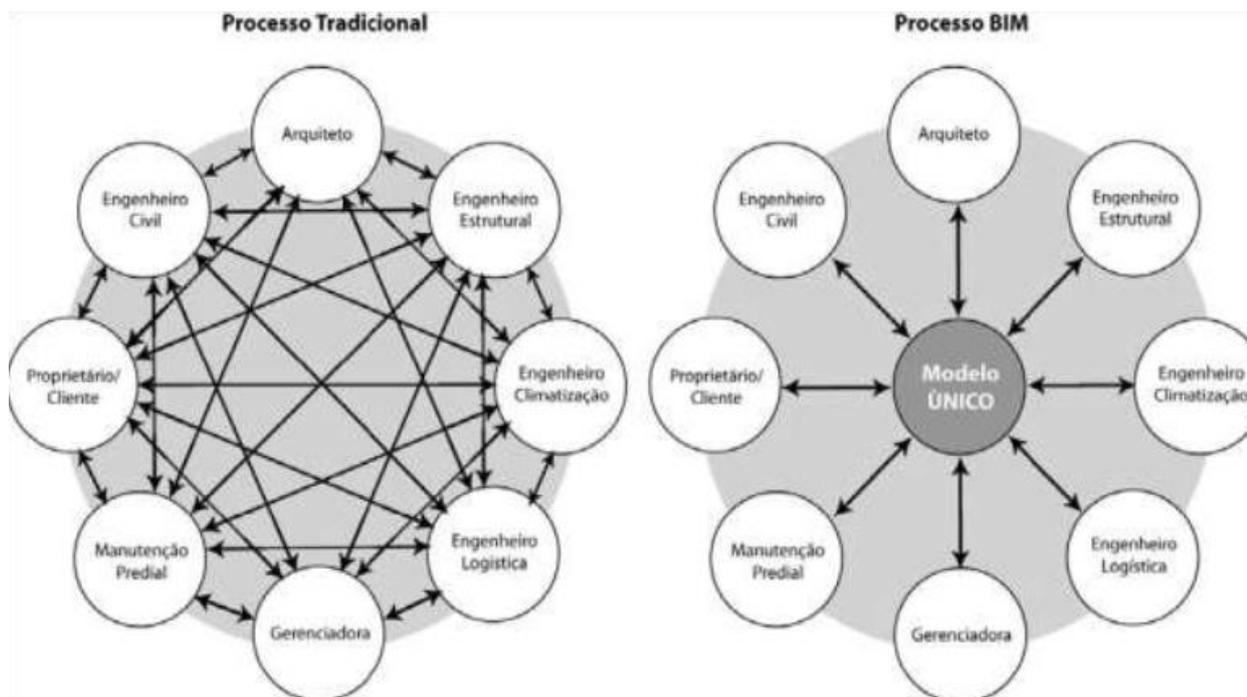
Com o CAD os projetos eram realizados num tempo menor, com grande redução de erros dimensionais, melhor padronização e clareza na apresentação. Surgiu assim como uma tecnologia de ligação entre os setores de projeto e de produção que se perpetuou, trazendo considerável aumento de produtividade para as empresas. (COSTA, 2015)

O AutoCAD conta com diversas ferramentas úteis, e quanto mais conhecimento o usuário tem a respeito, mais rápida é a sua produção no software, fazendo com que seja um recurso bastante presente até hoje. Destinado à elaboração de desenhos técnicos, e capaz de representar com eficiência projetos arquitetônicos, hidráulicos e elétricos de forma bidimensional, entretanto esta tecnologia foca na solução dos problemas de representação gráfica da geometria e não na transmissão de informações através do que é desenhado. (COSTA, 2015)

Quanto ao âmbito da fiscalização e ao acompanhamento de obras em si, é uma das etapas mais importantes para a boa execução, quando bem realizada, evidencia a legalidade e legitimidade dos atos praticados, a economia e a prevenção de danos. A sistemática da fiscalização é formada por um conjunto de atividades técnico-administrativas e contratuais com a finalidade de garantir que a implementação de um empreendimento obedeça às especificações, ao projeto, aos prazos estabelecidos e às demais obrigações previstas em contrato. (BRASIL, 2017)

É possível uma melhor identificação do fluxo do processo tradicional em comparativo com o do BIM na figura 8, percebe-se que no primeiro as informações passam por um ciclo e número de idas e voltas por profissionais muito maior e claramente identifica-se algo menos produtivo que no segundo, em que tudo é simplificado em um único modelo.

**Figura 8:** Comparação entre o processo construtivo tradicional e BIM.



Fonte: Coelho (2016).

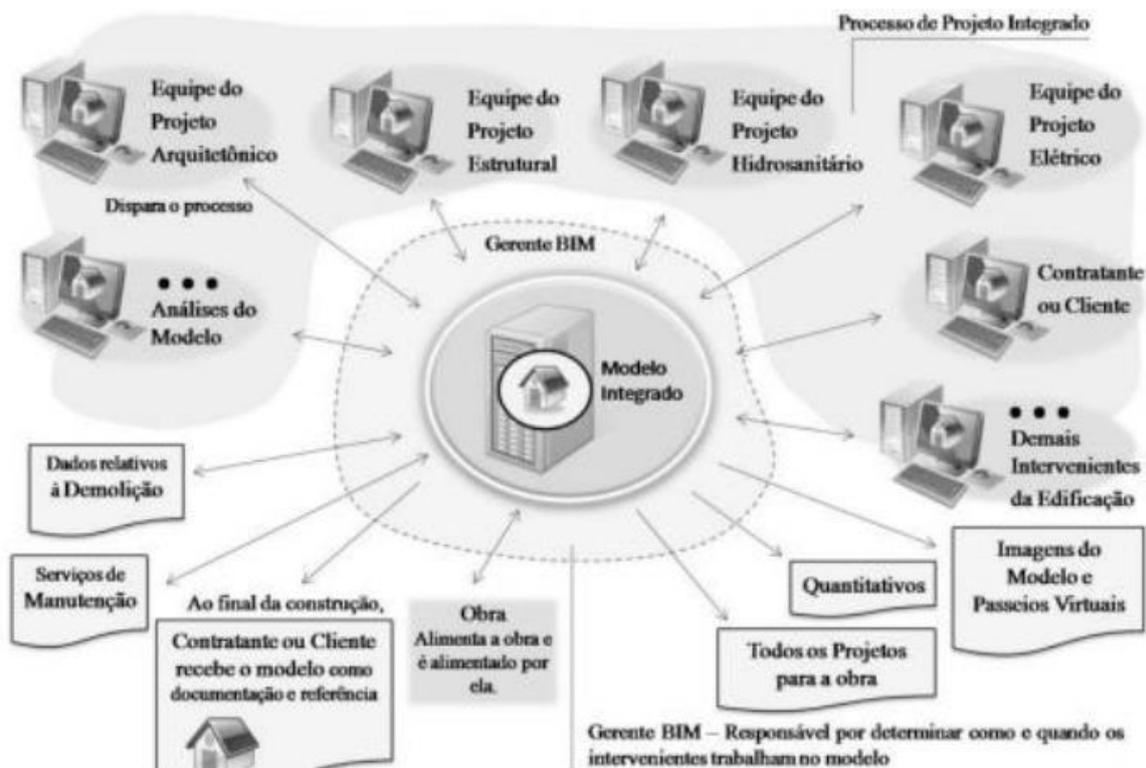
### 3.3 O uso do processo BIM para obras e serviços de engenharia

É um conceito que fundamentalmente envolve a modelagem das informações do edifício, criando um modelo digital integrado de todas as especialidades, e que abrange todo ciclo de vida da edificação. Um modelo BIM é uma representação digital de uma edificação, combinando informações tridimensionais e não geométricas (BIOTTO, 2015).

O BIM trouxe novas perspectivas e possibilidades incluindo no que se refere a gestão, somando com dados importantes durante todas as fases do ciclo de vida de uma construção, uma vez que seu conceito altera a forma de desenvolvimento de projetos, análises e documentação (GONÇALVES, 2019).

Nos procedimentos do BIM, ao desenvolver o projeto executivo são utilizados os objetos paramétricos para compor as paredes, portas, janelas e todos os outros componentes construtivos. Ao ser projetado dessa forma, tanto o modelo 3D, como as vistas e os cortes, já são gerados automaticamente, facilitando o trabalho de quem projeta. Dessa forma é possível ter ganhos de produtividade, uma vez que as atualizações e alterações no projeto são realizadas automaticamente nas diversas vistas, cortes e no modelo 3D, além de recursos de autotextos para elaboração de carimbos. Na figura 9 esse funcionamento é melhor ilustrado.

**Figura 9:** Ilustração de funcionamento de uma plataforma de trabalho em BIM.



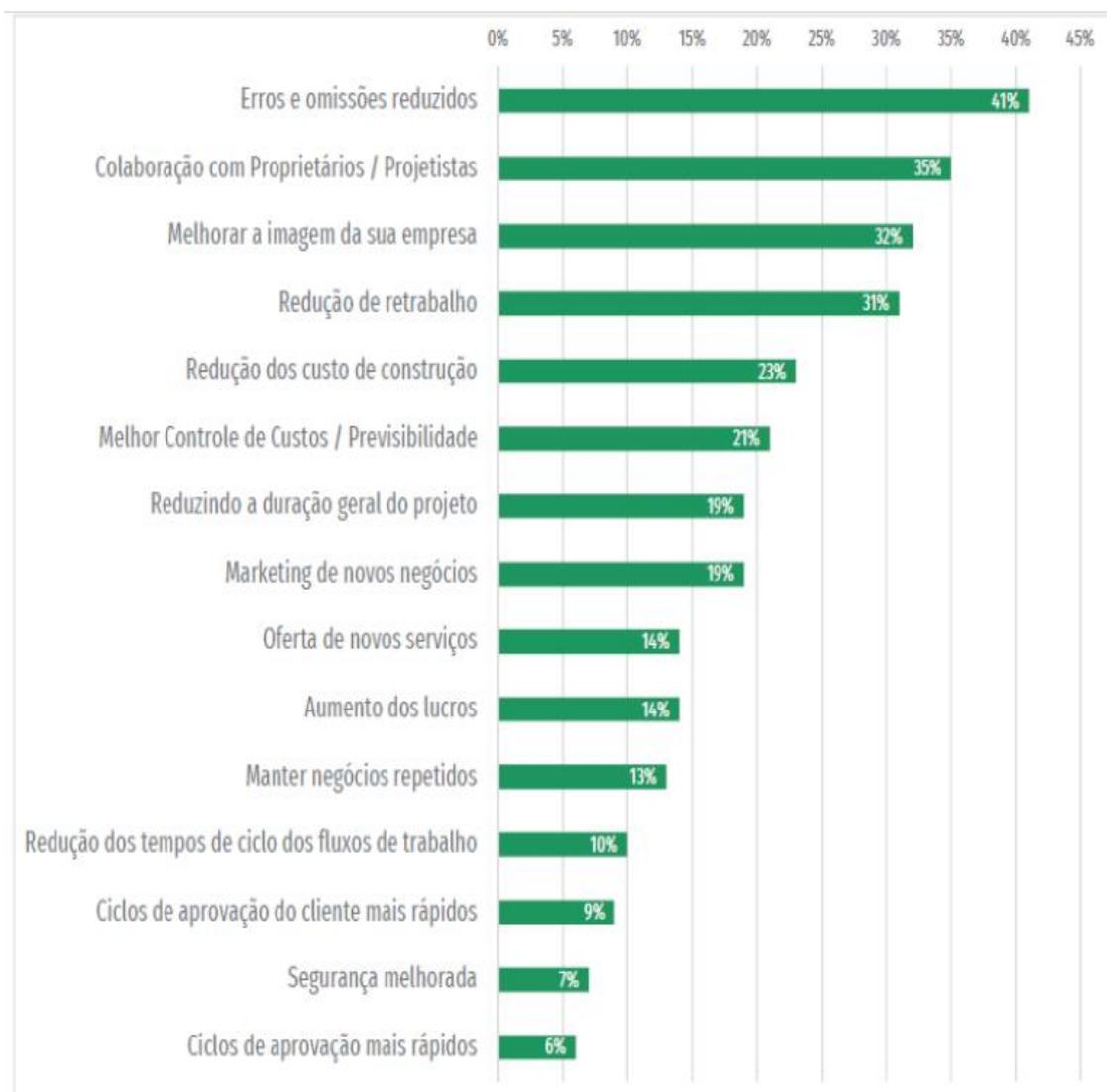
**Fonte:** Hippert e Araújo (2010).

O sistema CAD2D é utilizado tanto para desenhos bidimensionais quanto às vezes tridimensionais, mas como se pode observar, esses desenhos têm pouca ou nenhuma correspondência automática, tomando um maior tempo do projetista para alterações e atualizações do projeto. Já no sistema CAD-BIM, tem a possibilidade de que em todas as modificações realizadas em uma determinada vista geram atualizações automáticas nas outras. A cada visualização que o projetista necessita, a informação é apenas reorganizada e apresentada de uma nova maneira, ao invés de ser recriada.

No sistema CAD-2D, quem projeta trabalha com desenhos técnicos com pouca ou nenhuma conexão entre si. Dessa forma, para uma leitura desses diversos elementos gráficos do projeto, é preciso um gerenciamento manual, que pode estar em arquivos diversos ou em locais separados da mesma prancha de desenho. Isso gera um gasto de tempo, que pode comprometer a qualidade da informação e sendo problemático no que se refere ao controle de atualizações e versões. No sistema CAD-BIM cria-se uma única forma com informações. Isso faz com que um segmento de parede, por exemplo, possa ser gerado em planta, corte e até em perspectiva, de forma automática. Através disso é possível garantir que a integridade e modificações da informação seja não mais gerenciada pelos usuários, mas sim pelo software.

A utilização do BIM também pode ser feita com o objetivo de melhorar a segurança. Técnicas de simulação podem reduzir acidentes de trabalho e viabilizar a execução de projetos, por meio das informações visuais geradas. Também é possível a sua utilização para questões de logística e fluxo no canteiro de obras. Outros benefícios são dispostos na figura 10.

**Figura 10:** Benefícios do BIM.



Fonte: ABDI (2017).

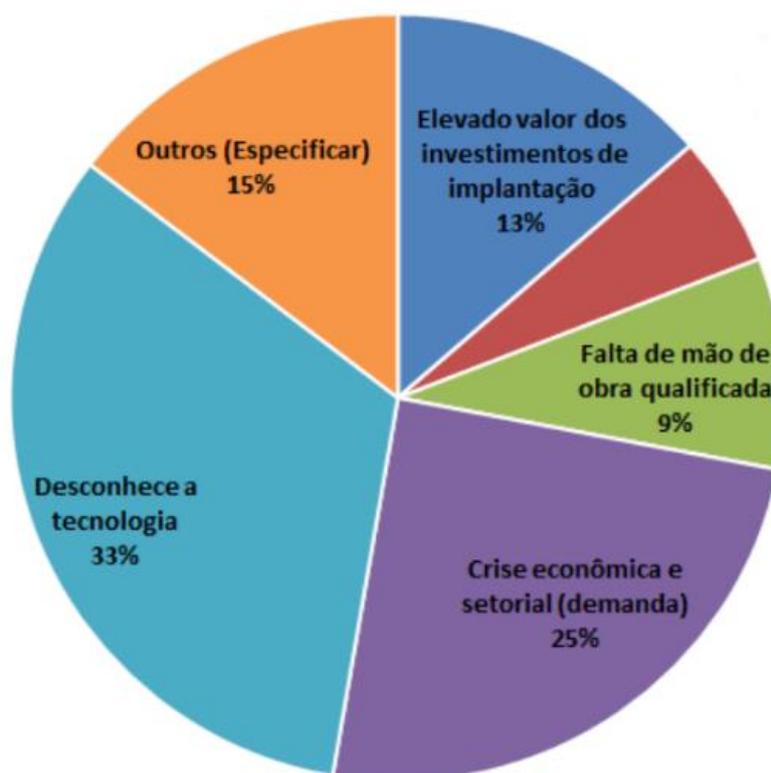
### 3.4 A metodologia BIM nas obras e serviços de pequeno porte

Na construção civil, em certas ocasiões, as empresas grandes optam pela terceirização de serviços com outras menores. É um fato que a maioria das empresas nesse setor são de porte pequeno ou médio. (TEZEL; KOSKELA, 2019).

Para entender o nível de implementação do BIM nas pequenas empresas, os autores Tezel e Koskela (2019), fizeram uma revisão sistemática da literatura. Os dados foram de 2003 a 2018 e segundo análise foi notado um interesse maior nesse tipo de porte de empresa. A partir de 2010 com um total de 73 artigos tratando da temática. Geograficamente falando, o Brasil totaliza 3 publicações, a Austrália 9 publicações e o Reino Unido fica com um total de 27 publicações relacionadas a abrangência do BIM em empresas de pequeno porte (TEZEL; KOSKELA, 2019).

Apesar de que tem melhorado, ainda é pouco o número de empresas que têm adotado o BIM no Brasil. Segundo uma pesquisa realizada em setembro de 2018 pela IBRE (Instituto Brasileiro de Economia, unidade da Fundação Getúlio Vargas), apenas 7,5% das empresas empregam o BIM, sendo a justificativa para maioria que não utiliza o desconhecimento da tecnologia. São apresentadas outras justificativas no gráfico da figura 11.

**Figura 11:** Fatores limitantes à utilização do BIM.



**Fonte:** IBRE/FGV (2018).

### 3.5 Implementação BIM

Qualquer escolha relativa à infraestrutura de implantação tem prós e contras e deve ser avaliada adequadamente levando em consideração o modelo de negócio

individual, as opiniões da equipe de produção, as experiências compartilhadas por outras empresas e o suporte oferecido pelos fornecedores. (ABDI, 2017).

É bastante importante nesse processo de implantação o alinhamento de definições de papéis a serem desenvolvidos e a seleção das tecnologias. Esta escolha dos softwares que são pretendidos incluindo atualizações de hardware para garantir o bom funcionamento dos programas, são essenciais para o processo. O ponto inicial, então, é a identificação das plataformas de trabalho. Atualmente, existem variadas opções em termos de funcionalidade, interface, ferramentas que possuem, tipo de licença, exigências do sistema, custo e muito mais.

Alguns softwares desenvolvedores merecem destaque pela grande notoriedade em todo país, como: Autodesk, Graphisoft, AltoQi, Trimble, Acca Software e Bentley. Além disso, tem-se outros ligados às empresas citadas como Augin, TQS, Synchro e ArchiBus, que atuam, respectivamente, com realidade aumentada, projeto de estruturas, planejamento com cronograma integrado ao modelo de construção virtual e gerência pós-obra. O ideal é a busca nos sites dos organizadores com finalidade de entendimento geral dos programas, incluindo os de hardware. Outra análise a ser feita é o diagnóstico prévio, com avaliação do que se tem disponível e que será aproveitado.

Apesar das tecnologias serem importantes nesse processo de implantação, outros aspectos não podem ser ignorados como a capacitação dos envolvidos que é outro fator determinante para um bom resultado, validando a atualização da infraestrutura. Para que seja bem aplicada, é preciso que tenha tanto o conhecimento teórico, como prático, isto é, a equipe envolvida precisa entender o BIM e seus processos e saber como aplicá-los com as ferramentas disponíveis.

É crucial o conhecimento das disciplinas em suas particularidades, resultado da formação individual, porém, os colaboradores devem ser instigados a expandir sua bagagem técnica para cumprir a demanda por uma visão integral do processo, antevendo conflitos e viabilizando a comunicação entre as diferentes áreas participantes.

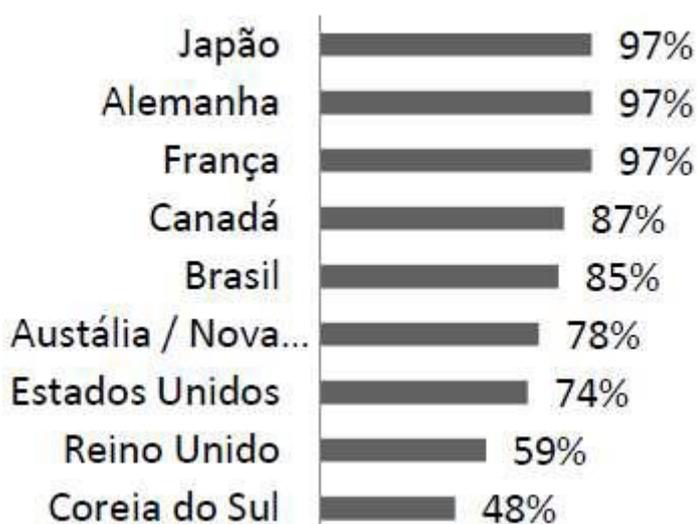
Após as discussões preliminares e a parte de implantação, pode-se partir para o projeto-piloto. Antes de começar a prática realmente, é importante ser levado em conta que mesmo já com as ferramentas definidas e a parte do conhecimento aplicada, não se elimina o planejamento, fundamental nessa contextualização BIM. Tendo isso em vista, se faz necessário o desenvolvimento do chamado plano de execução BIM. As boas práticas da implementação BIM recomendam esse estabelecimento de projeto-piloto, que deverá ser cuidadosamente estudado e escolhido para que bem represente os casos mais típicos e mais significativamente

desenvolvidos pela empresa ou organização. Ou seja, o piloto não deverá ser nem muito complexo nem muito simples. (CBIC, 2016)

A aplicação da metodologia BIM vem crescendo de forma intensa mundialmente, não só nas iniciativas privadas, mas também nas governamentais com objetivo de obter vantagens e benefícios que essa tecnologia pode proporcionar. Em vários países, construtores que passaram a utilizar ferramentas BIM nos novos projetos e empreendimentos apontam um retorno sobre investimento (ROI) positivo, conforme apresentado na figura a seguir. Quanto mais elevado o engajamento na preparação e implantação da metodologia, maior o retorno positivo em futuros projetos. (D'APARECIDA, 2018)

Dados de McGraw Hill Construction (2014) dispostos na figura 12, mostram informações que comprovam o bom retorno da implantação BIM, através dos investimentos que retornaram.

**Figura 12:** Dados de Construtores reportando retornos sobre investimentos positivos após a utilização do BIM.



**Fonte:** Adaptado de McGraw Hill Construction (2014).

Ainda vale destacar que para um bom processo de implantação, segundo o guia da CBIC (2016), o projeto e a equipe devem ser capazes de alcançarem 7 valores, são eles:

1. Todas as partes envolvidas deverão entender e comunicar com clareza os objetivos estratégicos da implementação do BIM no projeto;
2. As diferentes áreas e empresas envolvidas deverão entender seus papéis e responsabilidades no processo de implementação;

3. A equipe deverá ser capaz de desenvolver um processo de execução bem adequado para as práticas negociais de cada um dos seus membros e fluxos de trabalho organizacionais típicos;

4. O plano deverá definir recursos adicionais, treinamentos e outras competências necessárias para garantir sucesso na implementação da plataforma BIM para as utilizações pretendidas;

5. O plano deverá fornecer um referencial para descrever o processo para futuros participantes que possam ser adicionados ao projeto;

6. Os departamentos de compras deverão ser capazes de definir uma linguagem de contratação que garanta que os participantes no projeto cumpram as suas obrigações;

7. O plano inicial deverá fornecer metas que permitam o acompanhamento da progressão ao longo da implementação do projeto.

Seguindo esse parâmetro de raciocínio, o Guia da ABDI (2017), traz que a efetiva implementação da metodologia BIM tem três aspectos essenciais: tecnologia, pessoas e processos que têm conexão por procedimentos, normatização e práticas bem aplicadas.

- Tecnologia: Se refere a infraestrutura necessária para a operação, os programas e equipamentos ou computadores, a conexão com a internet e a rede interna, a segurança e o armazenamento de arquivos e o treinamento e acultramento adequado de seus usuários no processo BIM.

- Pessoas: Os envolvidos tecnicamente devem ter a experiência necessária, capacidade de trabalhar bem tanto com a equipe interna quanto com equipes externas, ser flexíveis a mudanças e se manter atualizados na tecnologia.

- Processo: Envolve o plano de trabalho: o fluxo, o cronograma, os entregáveis, o método de comunicação, o enquadramento de funções, a organização de dados, arquivos e informações, o nível de detalhe em cada fase e a especificação do uso do modelo em todos os ciclos de vida da edificação.

### **3.6 Orçamento e Planejamento**

O custo de um empreendimento possui muitos itens em sua composição. O orçamento inclui identificar, quantificar, descrever e analisar cada coisa proposta, o

que demanda conhecimento técnico e habilidade do orçamentista. Todo processo precisa ser feito com atenção e estudos para que não ocorram faltas nas composições de custos e nem considerações inadequadas. Imperfeições no processo de orçamentação influenciam em aumento de custos e prazos, sendo mais custoso e conseqüentemente menos rentável. No caso de concorrências, por exemplo, o construtor deve garantir que todos os pontos sejam levados em conta no orçamento, estando dentro da precificação final e representando uma margem de lucro válida. (MATTOS, 2006)

Levando-se em consideração a grande importância do orçamento para a indústria da construção civil, considerando-se ainda a relevância do levantamento quantitativo para o desenvolver do orçamento, é de suma importância que o orçamentista conheça bem o processo dos serviços a serem realizados, tendo o domínio da forma como é feito bem como dos materiais importantes para a execução. (BRAGA, 2015)

Levando em conta que os variados serviços no setor da construção civil são compostos por materiais, mão-de-obra e emprego de equipamentos, Braga (2015) conclui que o levantamento de quantitativos é uma base muito importante tanto para o setor de finanças da empresa, quanto do de planejamento da obra, dando subsídio para o dimensionamento das equipes e locação de equipamentos.

De acordo com Mattos (2006), o custo com exatidão do empreendimento é impossível de se determinar de forma tão prévia, porém orçamentos bem precisos podem ser obtidos quando o processo é baseado em critérios técnicos bem consolidados, com informações de confiança, de obras anteriores, por exemplo, e uma boa avaliação do orçamentista.

De forma genérica, os orçamentos são realizados somando-se os custos diretos, custos indiretos, impostos e o lucro. Os custos diretos são aqueles como os materiais, mão de obra e equipamentos já os indiretos envolvem diversos gastos como as equipes de apoio e supervisão, as taxas e as despesas gerais do canteiro de obras. Para a definição do orçamento, o orçamentista primeiro realiza o estudo dos documentos disponibilizados, como o projeto e a especificação técnica. Logo após é realizada a visita técnica e conversa com o cliente, com a finalidade de tirar as dúvidas. Após isso, é montado o custo, com base nas definições técnicas, no plano de obra, nos quantitativos, na produção das equipes e nas cotações dos preços dos insumos, finalizando assim, somando o custo indireto dimensionado e o valor dos impostos, bem como a margem de lucro a ser estipulada. (MATTOS, 2006)

O orçamento classifica-se, conforme o quão detalhado é, como: estimativa de custo, feito com base em custos anteriores e comparação com projetos parecidos antigos, proporcionando uma ideia da ordem de grandeza do custo do

empreendimento; orçamento preliminar, que tem como base o levantamento de quantitativos e a pesquisa de preços dos principais insumos e serviços; e orçamento analítico, feito conforme composições de custos para a quantificação levantada, e profunda pesquisa de valores. Esta busca chega o mais próximo possível do custo real, possuindo uma margem de incerteza de forma reduzida. (MATTOS, 2006)

Para que seja iniciada a orçamentação de uma obra, deve-se ter o conhecimento não só de quais serviços serão executados, mas também a quantidade de cada um deles. Esta quantificação é feita com base nos desenhos fornecidos pelo projetista, levando-se em conta as dimensões e as características técnicas dos materiais de cada serviço. Este levantamento é uma das etapas que mais exigem conhecimento técnico do orçamentista, já que demanda o cálculo de áreas, perímetros e volumes, contagens e, principalmente, a interpretação de projetos das diversas disciplinas para a extração das informações. (MATTOS, 2006)

A forma de utilização para levantar quantitativos e gerar orçamentos continua sendo feita em vários escritórios de maneira mecânica tradicional, demandando bastante tempo e precisando de muita atenção para que não ocasione problemas. Pode ser dito que a forma mencionada apresenta imprecisões, esses profissionais recebem projetos de engenharia em CAD ou impressos, verificam certos tipos de memoriais a respeito de projetos de arquitetura, estrutura, instalações... E após a parte analítica das informações, identificam os serviços e seu dimensionamento, considerando seus aspectos técnicos de execução e quantidades. Nessa etapa, a interpretação e medição de plantas em CAD pode gerar erros, desperdícios, dados imprecisos, devido ao quantitativo de itens que são precisos para a execução, mas não estão representados no desenho. (GONÇALVES, 2019).

A metodologia BIM é de muita importância no processo de orçamentação, uma vez que é possível gerar modelos 3D da edificação já com as informações de insumos, proporcionando a extração automatizada de quantitativos com alto nível de precisão.(HARDIN, 2015). Essas ferramentas que envolvem, sendo de modelagem, como o Revit, ArchiCAD e Vectorworks, ou de autoria de projetos, como o QiBuilder, possuem diversas funções objetivando coletar as quantidades e insumos. Ainda assim, existem no mercado uma gama de ferramentas especializadas no BIM 4D(planejamento) e 5D(orçamentação), como o QiVisus, AutoDESK Navisworks e Trimble Vico, que são capazes de fazer importação de modelos 3D da construção em diversos formatos.

O Levantamento de quantitativos do BIM 3D é utilizado primeiramente de forma manual com a exportação das tabelas de quantitativos para planilhas do Excel que dividem os quantitativos por nível de pavimento. Porém com um plugin da plataforma orçafascio (realização de orçamento de obra) é possível uma interação automática através da exportação das tabelas geradas pelo Revit, permitindo a preservação de vários recursos. Com base em um modelo virtual de um edifício, tem-se a possibilidade de acesso a todas as informações ligadas ao projeto de forma única em um modelo, sendo preciso e com uma ótima identificação dos elementos. Além do mais, existe a possibilidade de realizar alterações necessárias de forma automatizada, uma vez que tudo é integrado. Dessa forma, a metodologia BIM torna os processos de orçamentação e planejamento muito mais eficazes. Entretanto, deve-se ter cautela em alguns pontos como durante sua utilização, que a análise técnica de um bom profissional é primordial. Apesar dos softwares facilitarem o processo como um todo, não conseguem separar o certo e o errado, tendo a necessidade de uma intervenção humana objetivando confiabilidade das informações.

Outras soluções disponíveis no mercado neste âmbito são os softwares de orçamento, que tem capacidade de comunicação com as ferramentas BIM, isto com funcionamento estilo de "Plugins", ou ainda, da importação dos quantitativos gerados nos formatos XLS, Txt, CVC ou modelos IFC com as informações dos insumos, tendo sistemas como OrçaFascio, Volare Sisplo BIM, ou sistemas de gestão ERP como o SIENGE. Desta forma, os mesmos são instalados em ferramentas de modelagem como o Revit, possibilitando a extração automática dos quantitativos do projeto, por meio de critérios definidos pelo usuário, com criação de diversas fórmulas, vinculando esses quantitativos com as tabelas de composições, como SINAPI e TCPO por exemplo, para a montagem de um orçamento mais assertivo. (GONÇALVES, 2019).

### 3.7 Gestão da Construção

De acordo com Hardin (2015), a promessa do BIM é construir virtualmente em vez de construir fisicamente. Isso permite aos participantes do projeto, analisar, sequenciar e explorar um projeto através do ambiente virtual em que é mais barato realizar mudanças, quando comparado a mudanças realizadas em campo durante a construção, que são muito mais custosas (HARDIN, 2015).

Ao programar um modelo BIM para receber informações de prazo (produtividade das equipes de produção, número de equipes e sequência construtiva), esse receberá o nome de modelo BIM 4D (CAMPESTRINI, 2015).

De acordo com Hardin (2015), o conceito de cronograma pode significar a definição de como os projetos irão ser executados, com as atividades e sequenciamento lógico bem claros, que estabelecem durações e fluxos de trabalho no canteiro. O referido autor salienta que a integração do cronograma agregado ao BIM foi entendida como “4D” gerando simulações e sequenciamentos das atividades no modelo BIM. Modelos 4D, em que o projeto é associado com informações do cronograma permitem aos planejadores algumas potencialidades como a visualização do processo de construção e uma maior compreensão do cronograma (BRITO, 2018).

Segundo Umar et al. (2015), a modelagem 4D pode gerar informações significantes para a equipe envolvida no projeto, como datas de início e término das atividades e suas interferências. Isso possibilita aos gestores avaliar diferentes opções e selecionar a melhor para as diferentes fases de construção do projeto (UMAR, 2015).

Para Hardin (2015), o software da Autodesk, Navisworks é uma poderosa ferramenta para gestores usando o BIM na construção. De acordo com o mesmo, este software colaborativo que permite a equipe, compartilhar, combinar, revisar e encontrar soluções para uma correta modelagem BIM e arquivos 3D utilizando um visualizador 3D.

O Navisworks pode abrir diversos formatos de arquivo 3D e combiná-los em um único local de trabalho. Navisworks ou softwares similares, como o TeklaBIM sight, Bentley Navigator, e Solibri Model Checker, tem funcionalidades parecidas e prover uma visão das variedades e habilidades dos softwares disponíveis na indústria da construção (HARDIN, 2015).

Alguns outros softwares destinados a esse campo de atuação são demonstrados na figura 13 a seguir.

**Figura 13:** Softwares produtivos na área da gestão da construção.

Software	Synchro	Aplicações	Detecção de interferências; Otimização de cronograma (4D)
		Formato de Entrada	DWF, IFC
		Formato de Saída	IFC, Primavera P6, <i>MS Project XML</i> , <i>MS Excel</i>
		Plugins	<i>Primavera API Revit</i> , <i>Projectwise</i> , <i>MicroStation</i> , <i>SketchUp</i>
		Disponibilidade	Comercial
	Vico	Aplicações	Coordenação; Levantamento quantitativo; Estimativa de custo (5D); Planejamento; Controle da produção
		Formato de Entrada	IFC, DWG, DXF
		Formato de Saída	XML
		Plugins	<i>Revit</i>
		Disponibilidade	Comercial
	Navisworks	Aplicações	Ferramentas de integração, análise e comunicação que ajudam equipes a coordenar disciplinas, resolver conflitos e planejar projetos antes do começo da construção ou renovação.
		Formato de Entrada	DWF, IFC
		Formato de Saída	3D DWF, DWFx, Google Earth KML
		Plugins	<i>Simlab 3D PDF Exporter</i>
		Disponibilidade	Comercial
Innovaya	Aplicações	Visualização; Coordenação - Programação 4D; Levantamento quantitativo - Estimativa 5D.	
	Formato de Entrada	RVT	
	Formato de Saída	DWG, DXF, IFC	
	Plugins	<i>Innovaya Composer for Revit</i>	
	Disponibilidade	Comercial	

Fonte: SANTOS (2018).

### 3.8 Produtividade em obras

Já é de conhecimento que a produtividade está relacionada à quantidade e qualidade das tarefas executadas em um determinado período e aos recursos utilizados durante esse processo de produção. O BIM é um grande aliado nesse processo por diversos motivos pesquisados, posto em prática e já identificados por alguns autores.

Costa (2015) utilizou a modelagem 4D aplicada ao planejamento de curto prazo, sendo envolvidos todos os colaboradores que participavam da execução da obra, com isso, através do modelo 4D, o autor mostra que para cada atividade da semana era levantado o quantitativo necessário para a execução de determinada

tarefa, desse modo economizava tempo e permitia um fluxo de trabalho contínuo e produtivo.

Biotto et al. (2015), realizaram um estudo do uso da modelagem BIM 4D para gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. Os referidos autores utilizaram o BIM4D em quatro estudos empíricos e como resultados apresentaram os principais benefícios trazidos pela modelagem BIM 4D como: aumentar a comunicação e o entendimento das decisões entre os participantes; entender as inter-relações entre as decisões da gestão da produção, principalmente no Projeto do Sistema de Produção (PSP) de acordo com os autores o PSP tem o objetivo de discutir e traduzir estratégias de produção desejada em conjunto de decisões sobre o sistema de produção do empreendimento; e permitir a simulação de vários cenários alternativos de forma rápida (BIOTTO et al., 2015).

Já Kim et al. (2017) realizaram uma pesquisa em alguns estados dos Estados Unidos, com o objetivo de saber utilização do BIM 4D para visualização do planejamento e operação em canteiro de obra, como resultado os autores propuseram uma estrutura para operação do BIM 4D, sendo essa dividida em quatro etapas: a criação do plano 4D; a comunicação desse plano, assim como a formação da equipe; a execução do plano 4D; e, por fim, a atualização sendo um processo cíclico. Os referidos autores concluíram que apesar do alto investimento em infraestrutura, licenças dos softwares e equipe especializada, o BIM 4D tem características para substituir as ferramentas tradicionais 2D com modelos tridimensionais ricos em informação que podem fazer muito além de apenas uma ferramenta de visualização (KIM et al., 2017).

A respeito do BIM para produtividade de obras atrelado ao planejamento, Silva, Crippa e Scheer (2019) realizaram uma revisão sistemática da literatura, e apresentaram que detalhamento do uso do BIM para planejamento e controle de obras, benefícios e dificuldades em 32 trabalhos, sendo majoritariamente explorado na Ásia com 34%, na América do Norte com 28% e Sul com 22%, tendo menor incidência de investigação na Europa apenas 9%, Oceania com 6%. Dos 32 trabalhos nenhum é de origem africana. Por fim, os autores concluem que dos benefícios da simulação dinâmica da construção e a integração da comunicação proveniente da tecnologia BIM 4D, resultam na otimização do processo construtivo, permitindo mais produtividade e suscitando a eficiência do planejamento e controle de obras por meio da disponibilização de informações relevantes.

### 3.9 O Levantamento associado ao 3D Scan

O laser scanning (escaneamento tridimensional a laser), é uma tecnologia com grande potencial para o setor da construção civil, que basicamente apresenta uma solução para mapear uma superfície ou objeto físico por intermédio de feixes de laser. A partir dos pulsos emitidos, é criada nuvens de pontos de precisão milimétrica usadas para estabelecer representações digitais do ambiente ou da estrutura requerida. (CTE, 2022)

Essa é uma tecnologia já desenvolvida há algumas décadas pela agência espacial norte-americana, que mapeava a superfície de Marte. Passando o tempo, foram surgindo em diferentes meios produtivos, então não estamos falando necessariamente de uma novidade. (CTE, 2022)

Entender bem o conceito e saber para o que vai ser utilizada a tecnologia é muito importante para o bom desenvolvimento dos trabalhos e a coleta de resultados. (AEC Web, 2023). Falando mais especificamente dos projetos de engenharia, um ponto muito favorável dos scanners 3D é a obtenção de inspeções e estudos extremamente detalhados sem precisar de nenhum contato físico entre a equipe e estrutura. Isso é bastante vantajoso, por exemplo, em obras com ambientes insalubres, com alturas inacessíveis e até em caso de galpões industriais e em plantas energizadas, para evitar a inspeção in loco por razões de segurança. (CTE, 2022)

O scanner pode ser posicionado em solo ou ser acoplado a um drone ou aeronave, no caso de grandes superfícies. As informações extraídas podem garantir:

- Levantamento cadastral e quantitativo mais rápido e preciso;
- Acompanhamento de diferentes etapas construtivas;
- Laudos de inspeção e diagnósticos de estruturas antigas;
- As built mais preciso.
- Relatórios de andamento de obras de terra;
- Levantamentos planialtimétricos e outros estudos topográficos.

Já que o escaneamento tridimensional a laser e sua apresentação digital é de alta precisão, um caminho natural é a integração do laser scanning à metodologia BIM, desta forma resulta em aumento de acurácia, confiabilidade e previsibilidade da documentação de projeto. (CTE, 2022)

Primeiramente, existe o planejamento da captura da realidade, depois, o levantamento em si, o processo de registro da nuvem e se for necessário ainda a limpeza dela. Após isso, é possível iniciar a modelagem por cima da nuvem de pontos, gerando um produto que é comumente chamado de scan to bim, que vem a ser o modelo representado. (AEC Web, 2023)

Ao atuar em conjunto com o Laser Scan 3D, é possível ter informações levantadas de forma mais precisa e detalhada, obtidas de forma mais rápida e com armazenamento mais fácil. Além do mais, a documentação baseada em uma única base de dados mais precisa evita erros e ambiguidades de representação. A junção do Laser Scan 3D e do BIM consegue também viabilizar o desenvolvimento de projetos mais consistentes, possibilitando realizar variados estudos, simulações, análises de interferências entre instalações existentes e previstas no projeto. Através disso, as empresas que desejam ter mais confiabilidade e velocidade em seus projetos, podem encontrar nas duas tecnologias grandes aliadas. As duas auxiliando no controle da obra, tanto em relação ao cronograma, quanto em relação a qualidade de execução do serviço, evitando erros, desperdícios e retrabalhos. (Metroform, 2021)

### **3.10 Estudo de caso comparativo em projetos**

Seguindo a linha de pesquisa de Silva e Fernandes (2019), pode-se obter um ótimo parâmetro em relação a produção em projetos com a utilização no sistema CAD tradicional e BIM.

Os voluntários participantes do estudo receberam um tipo de projeto padrão digital, junto com as informações e instruções para que cronometrassem o tempo gasto para elaboração de cada um dos elementos gráficos do projeto (planta baixa, cortes, elevações e finalizações). Nessa última etapa foi considerado o tempo gasto para cotas, textos, blocos/famílias, prancha e impressão. Para reprodução na metodologia CAD foi utilizado o software AutoCAD, e para a metodologia BIM foi aplicado o software REVIT, ambos na versão 2017 e da empresa Autodesk. O prazo demandado para o desenvolvimento de cada etapa do projeto foi registrado e considerado intervalos de tempo de 0,5 horas. Os resultados foram tabulados em planilhas eletrônicas e constam nas figuras 14 e 15, a partir dos quais foram desenvolvidos gráficos com informações comparativas sintetizadas, apresentados nas figuras 16 e 17.

Foi notado que referindo-se ao AutoCAD o tempo médio total gasto foi de 9,65 horas, enquanto no Revit o tempo foi reduzido mais do que pela metade, no qual obteve-se uma média do total gasto de 4,5 horas. Resulta-se assim numa economia de 5,15 horas.

**Figura 14:** Valores de tempo, gasto no uso da reprodução do projeto no AutoCAD. (Tempo foi dado em função das frações de horas gastas).

VOLUNTÁRIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PLANTA	3,50	3,00	3,50	4,00	3,00	3,50	3,00	2,50	3,50	3,00
CORTES	3,50	3,50	3,00	3,00	3,50	3,00	3,50	3,50	3,00	3,00
ELEVAÇÕES	1,50	1,00	1,50	1,50	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,00
FINALIZAÇÕES	1,50	2,00	2,00	1,50	2,00	1,50	2,00	1,50	2,00	2,50
TOTAL	10,00	9,50	10,00	10,00	9,50	9,00	10,00	9,00	10,00	9,50

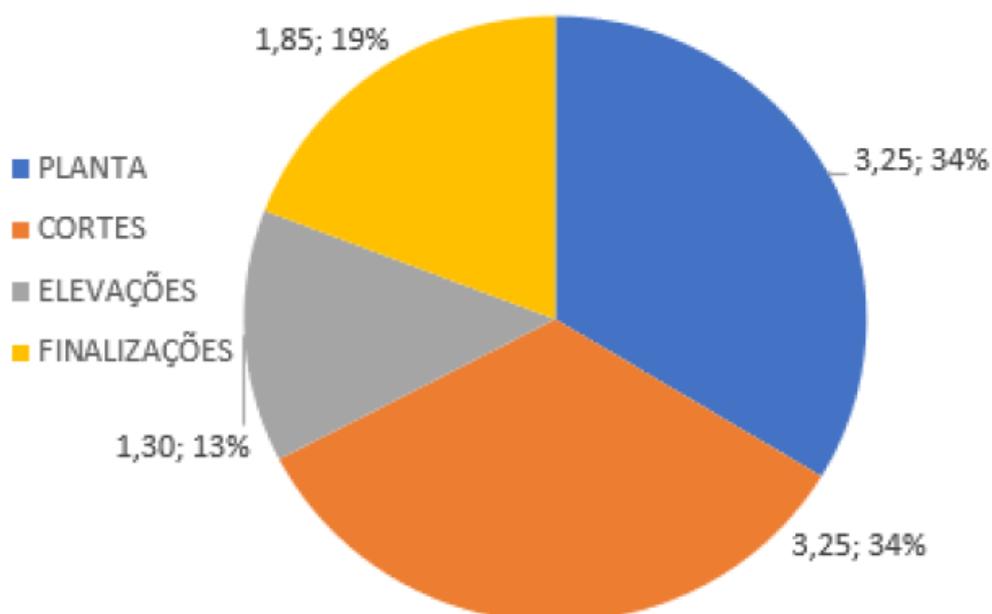
**Fonte:** SILVA E FERNANDES (2019).

**Figura 15:** Valores de tempo, gasto no uso da reprodução do projeto no Revit. (Tempo foi dado em função das frações de horas gastas).

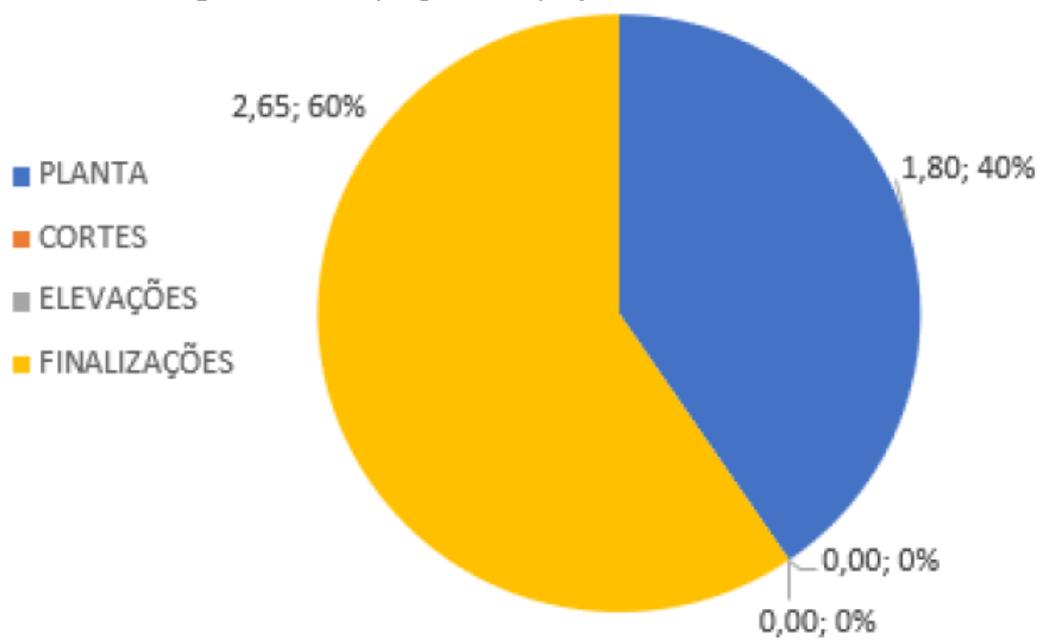
Voluntários	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PLANTA	2,00	1,50	2,00	2,50	1,50	2,00	2,50	1,50	1,00	1,50
CORTES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ELEVAÇÕES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FINALIZAÇÕES	3,00	2,00	2,50	2,50	2,50	3,00	3,00	2,50	3,00	2,50
TOTAL	5,00	3,50	4,50	5,00	4,00	5,00	5,50	4,00	4,00	4,00

**Fonte:** SILVA E FERNANDES (2019).

**Figura 16:** Tempo gasto de projeto no AutoCAD.



**Fonte:** SILVA E FERNANDES (2019).

**Figura 17:** Tempo gasto de projeto no Revit.

**Fonte:** SILVA E FERNANDES (2019).

## 4 ESTUDO DE CASO

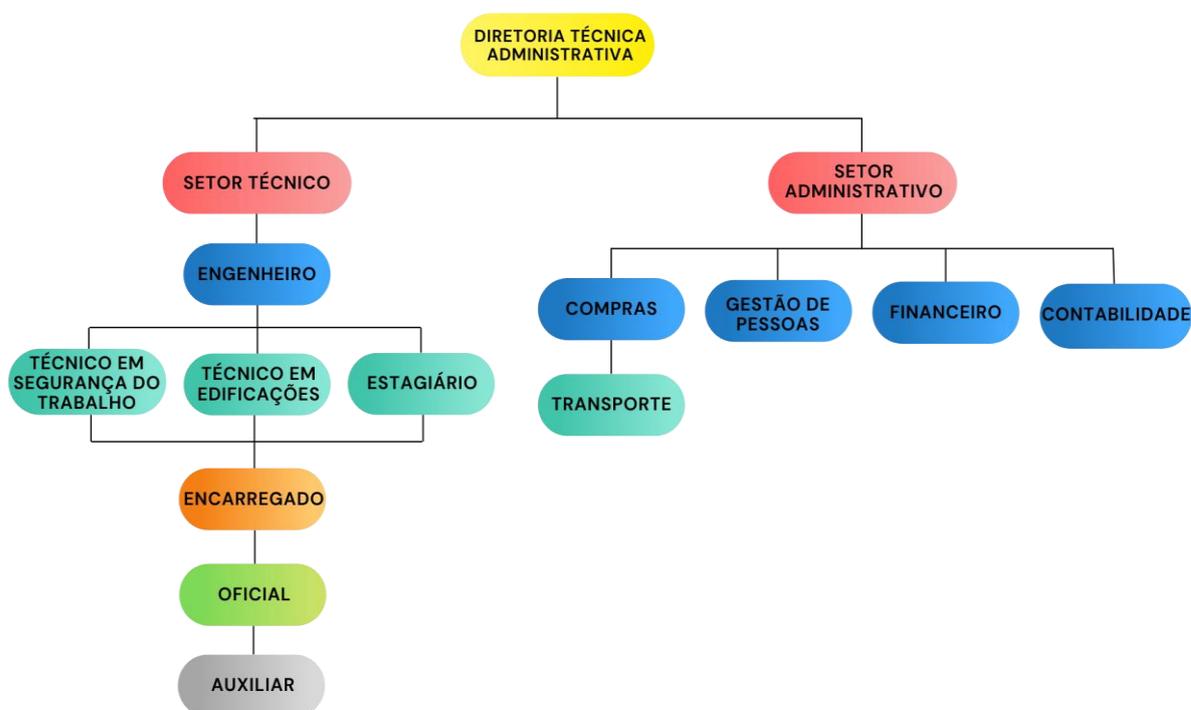
### 4.1 A empresa

A construtora estudada se enquadra como de pequeno porte, criada em 1985, atuante no ramo da construção civil e com área de atuação em todos os municípios do estado. Atua tanto na área pública quanto privada com ênfase em projetos de reforma e revestimento de fachada de edifícios.

Possui como meta a satisfação do cliente através da qualidade dos seus serviços, aliado ao fino acabamento proporcionado em suas obras. Dispõe de profissionais especializados, treinados, com experiência nos serviços que realizam, além de contar com a orientação de mestres de obras e encarregados, sob a supervisão de um quadro de Engenheiros Civis.

É gerenciada por dois sócios (ambos são engenheiros civis) e possui cerca de 100 funcionários incluindo, serventes, pintores, pedreiros, carpinteiros, armadores, eletricitas, encanadores, mestres, encarregados, técnicos de edificações, técnico de segurança, motoristas, estagiários, administrativos e engenheiros civis. Na figura 18, é possível observar o seu organograma.

**Figura 18:** Organograma organizacional da empresa.



**Fonte:** Autor (2023).

Dentre as principais atividades internas de engenharia, tem-se:

- Projetos através do software AutoCAD;
- Levantamento de quantitativos para orçamentos;
- Realização de memoriais de cálculo;
- Planejamento de obra;
- Controle de qualidade dos suprimentos e serviços executados;
- Operação e manutenção dos equipamentos;
- Elaboração de planilhas orçamentárias através do software ORSE;
- Elaboração dos documentos técnicos
- Execução de medições em campo;
- Acompanhamento de execução e fiscalização de obras.

## 4.2 A obra em seus procedimentos atuais

### 4.2.1 Apresentação

A obra analisada se situa no bairro São José na cidade de Aracaju-SE. Um condomínio com utilização residencial composto por 2 blocos com 11 pavimentos, além de uma garagem e playground. O objetivo geral da obra é a revitalização da fachada, cobertura e a realização de recuperações estruturais em alguns pontos específicos do prédio.

Algumas estimativas são realizadas através da observação e análise de ocorrências, mas é comum surgirem situações que não foram previstas. Dessa forma é importante um planejamento estratégico da obra, a fim de evitar ao máximo o aparecimento de imprevistos. Na figura 19 e 20 podem ser vistas as fachadas do condomínio.

**Figura 19:** Fachada frontal do condomínio.



**Fonte:** Autor (2023).

**Figura 20:** Fachada do fundo do condomínio.



**Fonte:** Autor (2023).

#### **4.2.2 Medição in loco e vistoria**

Inicialmente, foi realizada uma visita ao local da obra a pedido do condomínio com o objetivo de fazer as devidas medições, observar a situação atual do empreendimento e analisar as necessidades para ser entregue uma proposta e orçamento, visando uma possível contratação e execução de serviços. Uma folha de visita padrão foi utilizada para anotações e norteamto disposta no Anexo A.

Mesmo com o projeto, é comum as medidas não serem condizentes com a realidade, fazendo-se necessário a conferência manual de canto a canto ocupando ao menos duas pessoas para tal tarefa, algo que acaba levando uma boa parte do turno.

Nesse processo foram observados pontos como:

- O tipo de revestimento utilizado e seu estoque;
- Quantidade de torres e pavimentos do prédio;
- A existência de projeto e verificação in loco das medidas;
- A existência ou não de juntas de dilatação;
- A vedação das esquadrias e infiltrações;
- Situação do rejunte;
- Situação e quantitativo das caixas de ar-condicionado;
- Última data de manutenção e idade do prédio;

- Verificação de laudo técnico.

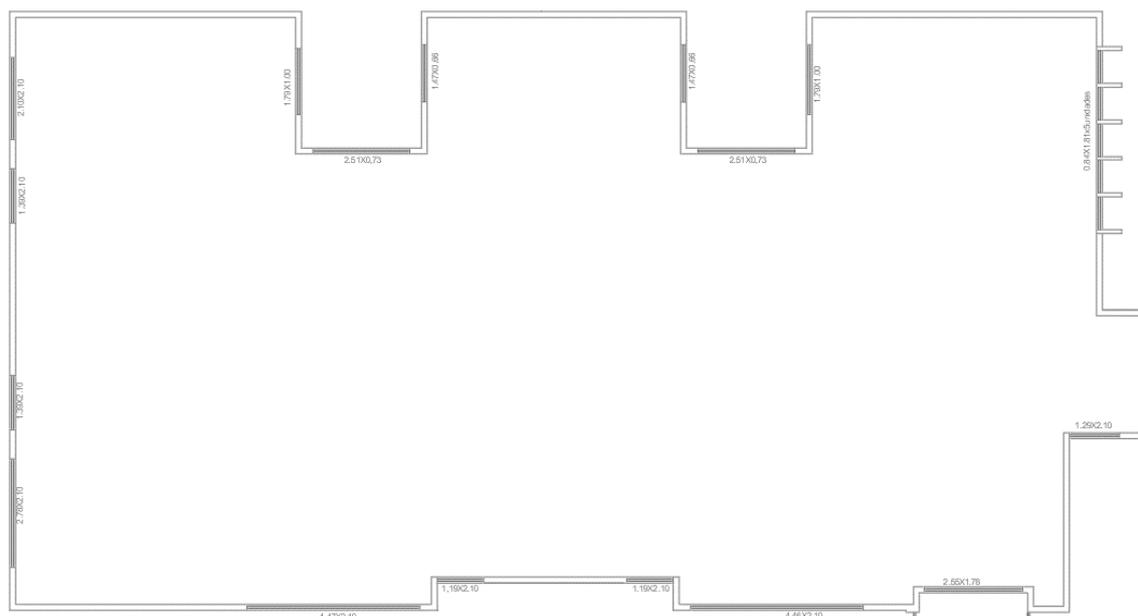
A partir de tais informações, observações gerais e conversas com os presentes, foram realizados os últimos registros e posterior arquivamento dos dados para dar prosseguimento ao que assim foi solicitado.

#### 4.2.3 O Levantamento quantitativo de serviços e o projeto

Uma das ferramentas de grande suporte para esse processo de levantamento quantitativo são as plantas do empreendimento. Elas materializam a ideia de espaço do local e auxiliam na medição de cada elemento.

As plantas necessárias foram fornecidas à empresa digitalmente no formato DWG, devido à presença de recursos de medidas, a tarefa de medição de perímetros e áreas foi facilitada, tornando o trabalho mais eficiente e produtivo. As plantas do pavimento tipo do condomínio podem ser vistas na figura 21 a seguir.

**Figura 21:** Planta do contorno do condomínio.



**Fonte:** Autor (2023).

Outro recurso no levantamento quantitativo dentro da empresa é o Excel, o qual foi utilizado com o preenchimento dos valores de comprimento, área, volume e unidade extraídos do projeto e posto em planilha conforme apresentado nos anexos B e C. Assim, foi possível obter as quantidades dos serviços que são necessários para posterior montagem da planilha orçamentária.

A empresa possui uma planilha padrão que funciona como memorial de cálculo para a realização de orçamentos. Essa planilha agiliza a quantificação e auxilia na redução de erros, devido a ordenação prévia, além de que a lista de serviços ajuda a evitar que algo seja esquecido durante o processo. A figura 22 mostra parte da planilha modelo disponibilizada pela empresa para tal realização.

**Figura 22:** Planilha de modelo de serviços.

01	SERVIÇOS NAS FACHADAS	
01.01	Lavagem de superfície com hidrojateamento e cloro	4696,97 m <sup>2</sup>
	<i>OBS.:</i>	
01.02	Revisão de pastilhas soltas, exclusive fornecimento de pastilha – Estimada em 1% da área total atualmente revestida	46,97 m <sup>2</sup>
	<i>OBS.:</i>	
01.03	Revisão de rejuntamento dos revestimentos cerâmicos, com rejunte Novo de Novo da concremassa	1441,58 m <sup>2</sup>
	<i>OBS.: Só nas pastilhas brancas</i>	
01.04	Troca da junta de dilatação, inclusive tarucel e preenchimento com mastique	920,79 m <sup>2</sup>
	<i>OBS.: Horizontais</i>	
01.05	Limpeza de revestimentos cerâmicos	4696,97 m <sup>2</sup>
	<i>OBS.:</i>	
01.06	Revisão de vedação das esquadrias com silicone	1249,26 m <sup>2</sup>
	<i>OBS.:</i>	
01.07	Limpeza de vidros das esquadrias externas	1249,26 m <sup>2</sup>
	<i>OBS.:</i>	

**Fonte:** Autor (2023).

Para os serviços de revisão de fachada foram contabilizados itens como: lavagem com hidrojateamento, mapeamento da fachada para a verificação de pastilhas soltas, reposição de pastilhas, revisão de rejuntamento, troca de juntas de dilatação, revisão de vedação das esquadrias e limpeza de esquadrias.

#### 4.2.4 O orçamento

O processo de orçar uma construção está ligado a agregar custos estimados para as atividades que estão previstas a se executar, para que assim seja possível determinar o orçamento inicial mínimo necessário da obra requerida. Também consiste na comparação e análise, por meio de indicadores de desempenho, o que está sendo feito na prática com o que foi orçado.

Dessa forma, após a realização do levantamento quantitativo pode-se realizar o orçamento dos serviços solicitados. Para isso, utilizou-se o software ORSE – Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe, ilustrado na figura 23. Programa bastante difundido no estado e que possui uma ampla base de dados local de insumos e serviços de obras.

**Figura 23:** Página inicial do ORSE.



**Fonte:** Autor (2023).

Para a realização do orçamento, bastou-se criar no ORSE um novo empreendimento, pesquisar na base de dados do programa os serviços que fossem desejados orçar e adicionar o valor quantitativo obtido no levantamento.

Ao clicar em um serviço no ORSE, visualiza-se seus insumos. Eles são elementos do serviço como mão de obra, equipamentos e materiais utilizados. No ORSE, os insumos aparecem com informações como: fonte da base de dados, código do insumo, descrição, unidade, consumo unitário e custo unitário.

Após a realização da planilha orçamentária, a mesma passa por uma revisão pelo engenheiro responsável que revisará e fará adaptações que forem pertinentes e o orçamento final será encaminhado para o contratante. Nas figuras 24 e 25 podem ser

observadas as planilhas orçamentárias finais dos serviços de revisão de fachada e da cobertura do condomínio.

**Figura 24:** Planilha de orçamento de revisão de fachada do condomínio.

Nº Item	Fonte	Ser/Ins	Descrição do Item	Unid.	Quant.	Custo Unit.	Valor de Custo	(%)
<b>01</b>			<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				<b>41.360,35</b>	<b>9,43</b>
01.001			Mobilização da obra	vb	1,00	3.100,00	3.100,00	0,69
01.002			Equipamentos e ferramentas	vb	1,00	20.000,00	20.000,00	4,57
01.003			Tela de proteção de fachada	vb	1,00	6.000,00	6.000,00	1,37
01.004			Equipamentos de proteção individual - EPI	vb	1,00	5.000,00	5.000,00	1,14
01.005			Equipamentos de proteção coletiva - EPC	vb	1,00	5.000,00	5.000,00	1,14
01.006			Limpeza permanente	vb	1,00	2.000,00	2.000,00	0,46
01.007			Taxa do CREA	vb	1,00	260,35	260,35	0,06
<b>02</b>			<b>DEMOLIÇÕES</b>				<b>47.019,40</b>	<b>10,74</b>
02.001	ORSE	S	22 Demolição de revestimento cerâmico	m2	1.491,00	15,00	22.365,00	5,11
02.002	ORSE	S	7725 Remoção de pintura	m2	1.621,00	11,40	18.479,40	4,22
02.003	CEHOP	S	27 Coleta, carga manual e transporte de entulho	m3	95,00	65,00	6.175,00	1,41
<b>03</b>			<b>REVESTIMENTO</b>				<b>281.057,55</b>	<b>64,17</b>
03.001	ORSE	S	1908 Regularização de parede, com argamassa traço 1:2:8 (cimento/cal/a	m2	1.491,00	43,60	65.007,60	14,84
03.002	CEHOP	S	6521 Junta de dilatação com preenchimento de tarudel e mastique	m	519,00	27,70	14.376,30	3,28
03.003	ORSE	S	1919 Assentamento de pastilha cerâmica esmaltada, 5 x 5 cm, aplicada c	m2	1.491,00	83,75	124.871,25	28,51
03.004	ORSE	S	2355 Troca de caixa pré-moldada de concreto p/ aparelho ar condicionado	un	144,00	533,35	76.802,40	17,54
<b>04</b>			<b>PINTURA</b>				<b>68.551,85</b>	<b>15,66</b>
04.001	ORSE	S	4113 Tratamento de fissuras com argamassa AC-III	m2	1.621,00	5,25	8.510,25	1,94
04.002	ORSE	S	4936 Preparo de superfície com lixamento e aplicação de 01 demão de fu	m2	1.621,00	7,50	12.157,50	2,78
04.003	ORSE	S	2279 Emassamento de superfície, com aplicação de 02 demão de massa	m2	278,00	12,60	3.502,80	0,80
04.004	ORSE	S	2283 Aplicação de 01 demão de textura acrílica	m2	1.343,00	14,70	19.742,10	4,51
04.005	ORSE	S	2288 Pintura de acabamento com aplicação de 02 demãos de tinta acrílica	m2	1.621,00	15,20	24.639,20	5,63

Fonte: Autor (2023).

**Figura 25:** Planilha de orçamento da cobertura do condomínio.

Nº Item	Fonte	Ser/Ins	Descrição do Item	Unid.	Quant.	Custo Unit.	Valor de Custo	(%)
<b>01</b>			<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				<b>1.470,00</b>	<b>4,45</b>
01.001			Mobilização da obra	vb	1,00	220,00	220,00	0,66
01.002			Equipamentos e ferramentas	vb	1,00	660,00	660,00	2,00
01.003			E.P.I's e E.P.C.'s	vb	1,00	330,00	330,00	1,00
01.004			Taxa do CREA	vb	1,00	260,00	260,00	0,79
<b>02</b>			<b>SERVIÇOS NO TELHADO</b>				<b>30.055,25</b>	<b>91,18</b>
02.001	ORSE	S	7991 Remoção de rufo de zinco	m	105,00	4,50	472,50	1,43
02.002	ORSE	S	291 Rufo de concreto l=34cm	m	105,00	56,53	5.935,65	18,01
02.003	ORSE	S	4113 Tratamento de fissuras com argamassa AC-3 - Parte interna do pla	m2	29,00	5,10	147,90	0,45
02.004	ORSE	S	94 Reparo estrutural de rufo em concreto existente - Inclusive material	m2	1,60	1.120,00	1.792,00	5,44
02.005	ORSE	S	4513 Lavagem com água e cloro - Calhas e parte interna do platibanda	m2	72,00	6,10	439,20	1,33
02.006	ORSE	S	10610 Impermeabilização de calhas, rufos e parte interna dos platibandas	m2	72,00	39,00	2.808,00	8,52
02.007	ORSE	S	9896 Revisão em cobertura com telha de fibrocimento ondulada 6mm, cc	m2	300,00	60,45	18.135,00	55,01
02.008	ORSE	S	26 Coleta, carga manual e transporte de entulho	m3	5,00	65,00	325,00	0,99
<b>03</b>			<b>DIVERSOS</b>				<b>1.440,00</b>	<b>4,37</b>
03.001	ORSE	S	2642 Escada marinheiro em barra chata de ferro 2" x 5/16"	m	4,00	305,00	1.220,00	3,70
03.002			Limpeza permanente da obra	vb	1,00	220,00	220,00	0,67

Fonte: Autor (2023).

#### **4.2.5 O acompanhamento da obra**

O acompanhamento da obra é fundamental para que tudo ocorra da melhor forma possível. Para a verificação da execução da construção, a medição da obra é um instrumento bastante necessário, além de permitir que seja contabilizado o valor a ser pago pela realização dos serviços pela empresa contratada.

Dentro da empresa, o recurso mais utilizado para a realização de medições de obras são as planilhas de Excel e mostra-se no anexo D. O orçamento da obra é exportado do software ORSE para o Excel e as modificações necessárias são feitas para que seja possível visualizar o saldo medido por mês e o restante a medir.

Por fim, para as obras referentes, conforme previsto em contrato, é necessária a apresentação do memorial descritivo dos serviços executados no mês vigente para a aprovação da administradora do condomínio. Dessa forma, é elaborado um documento representando cada serviço executado e a sua medição, a fim de facilitar o entendimento do síndico e fiscal de obra. Nas figuras 26 e 27 a seguir é possível verificar parte do memorial de cálculo dos serviços.

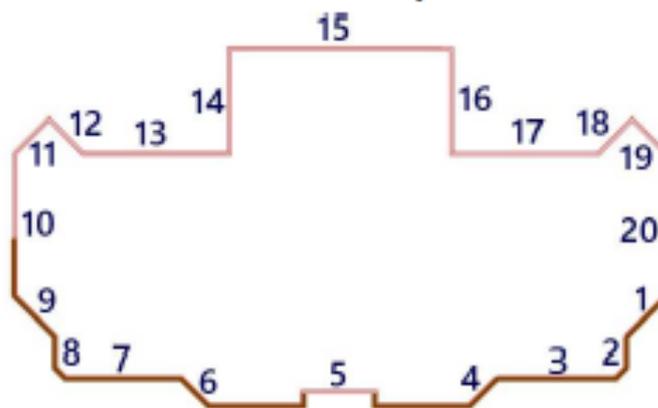
**Figura 26:** Memorial de cálculo do condomínio estudado.

**REF.: MEMORIAL DE CÁLCULO DOS SERVIÇOS REFERENTES AO  
BOLETIM DE MEDIÇÃO 08 - B.M. 08 -**

Prezados Senhores,

Em atendimento a vossa solicitação, apresentamos o memorial de cálculo referente aos serviços já executados.

**Figura 1:** Planta baixa do edifício.  
Nomenclatura por numeração das fachadas.



**Fonte:** Autor (2023).

**Figura 27:** Memorial de cálculo do condomínio estudado.

**1. SERVIÇOS JÁ EXECUTADOS NAS FACHADAS:**

- Item: 02.004**      **Revisão de rejuntamento dos revestimentos, com rejunte Novo de Novo da Concremassa**  
 Nas fachadas 1, 2, 3, 4 e 12 e mureta em cima da rampa da entrada da garagem com metragem de aproximadamente:  
 $45,39 + 59,36 + 202,15 + 27,65 + 108,13 + 4,28$   
**= 446,96 m<sup>2</sup>**
- Item: 02.005**      **Confecção de juntas de dilatação com corte em revestimento e assentamento de tarucel e mastique (Vedaflex)**  
 Nas fachadas 2, 3 e 12 com metragem de aproximadamente:  
 $( 1,60 + 7,45 - 4,00 + 2,50 ) \times 13 = 98,15 \text{ m}$   
 Como passou do saldo estimado inicialmente, foi cobrado apenas 61,10 m nesse boletim e o restante de 37,05 foi alocado no aditivo 06. Essas diferenças se dão devido as discrepâncias das medições em projeto e as reais.

**Fonte:** Autor (2023).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Estimativa de produtividade com a utilização da metodologia BIM

#### 5.1.1 Medições em campo

O tempo gasto para verificação manual com trena métrica acabou sendo em torno de três horas, sem contar as mensais para pontos específicos e detalhes conforme o andamento dos serviços. A trena laser, acaba não sendo tão utilizada nesses casos por ser ambiente externo, o que acarreta num tempo maior. Esse mesmo tempo aplica-se em outras visitas, podendo ter uma variância para mais ou menos, o que no fim acaba convergindo para essa média. Considerando que na empresa estudada, ao menos duas vezes na semana é necessário realizar as devidas medições, temos em torno de 288 h necessárias por ano.

Em alternativa a essa forma tradicional de realizar as medições, foi analisado de forma prática o scanner 3D. O Brasil acaba de receber essa tecnologia, denominado de sensor canvas, aprimorado para a construção civil. deve ser conectado a um Ipad para funcionar e consegue realizar a digitalização de todas as medidas e detalhes estruturais de um ambiente, fazendo a conversão dos resultados em um arquivo compatível com os softwares de modelagem 3D. Assim sendo, o trabalho que era realizado manualmente e que demandava tempo e esforço consideráveis, agora pode ser realizado em pouco mais de meia hora. Desta forma, o tempo gasto em torno de um ano seria de 48h em média.

Primeiro o scanner faz a digitalização do local, depois gera arquivos 3D editáveis. Além da rapidez, outro ponto favorável é a precisão das medidas quando comparadas à medição natural. (Obrafit, 2023)

Segundo o obrafit (2023), o sensor canvas custa em média R\$ 3.499,00 e o Ipad necessário para sua utilização fica em torno de R\$ 2.599,00, totalizando um valor mediano de R\$ 6098,00 aqui no Brasil. Os equipamentos de escaneamento 3D eram mais custosos, principalmente os mais eficientes que utilizavam a tecnologia Lidar. Desta forma a aquisição de equipamentos se mostrava inviável, uma vez que tinha que vir do exterior gerando altas taxas de câmbio. Como essa tecnologia em específico acaba de chegar ao país, tem-se um ponto a favor em termos de investimento financeiro inicial.

#### 5.1.2 Levantamento quantitativo

No caso estudado, para uma planilha com as quantificações das áreas (conforme consta nos anexos B e C), foi necessário em média 12 horas, sendo que

através da metodologia BIM, mais especificamente o Revit em questão, essas quantidades seriam geradas automaticamente à medida que o projeto inicial fosse feito. Nas figuras 28, 29 e 30, é possível visualizar esse tipo de informações geradas.

**Figura 28:** Tabela de parede gerada pelo Revit.

A	B	C
Família e tipo	Volume	Área
Parede básica: Parede 15cm simples	2.25 m <sup>3</sup>	15.00 m <sup>2</sup>

**Fonte:** Thórus Engenharia (2021).

**Figura 29:** Tabela de levantamento do material de parede gerada pelo Revit.

A	B	C
Item	Volume	Área
Reboco	0.45 m <sup>3</sup>	30.00 m <sup>2</sup>
Tijolo	1.80 m <sup>3</sup>	15.00 m <sup>2</sup>
Tinta Acrílica Externa	0.00 m <sup>3</sup>	15.00 m <sup>2</sup>
Tinta Acrílica Interna	0.00 m <sup>3</sup>	15.00 m <sup>2</sup>

**Fonte:** Thórus Engenharia (2021).

**Figura 30:** Tabela de esquadrias de parede gerada pelo Revit.

A	B
Família e tipo	Contagem
Janela Alumínio Basculante: 60x60/160	1
Janela Alumínio Veneziana: 200x110/110	1
Porta de Abrir Alumínio 1 Folha: 80x220	1

**Fonte:** Thórus Engenharia (2021).

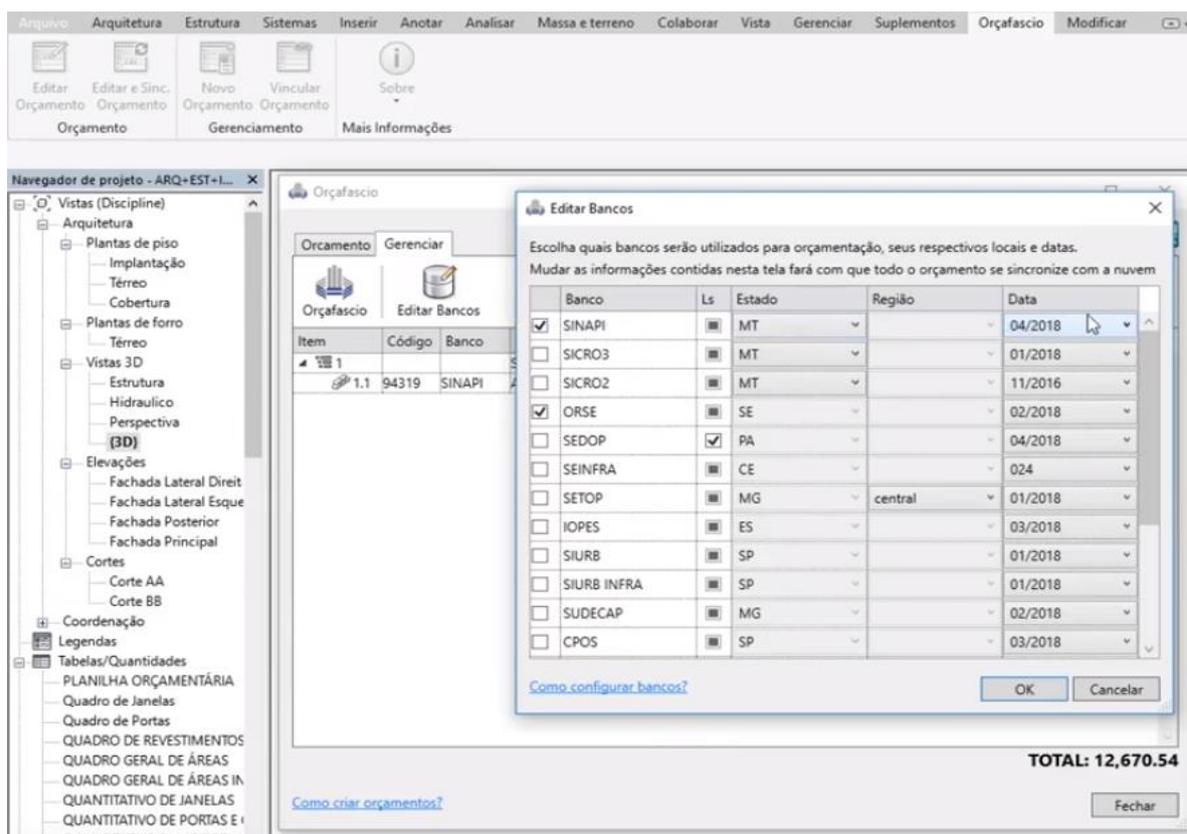
### 5.1.3 Orçamento

Para fazer o lançamento dos quantitativos e organizar os serviços no programa tradicional (ORSE) no caso estudado, foi necessário um tempo aproximado de 4,1 horas. Já com o teste gratuito feito através do Orçafascio, esse tempo foi reduzido para praticamente metade, com cerca de 2h. Levando essa consideração para cada alteração no decorrer da obra, esse tempo economizado aumenta significativamente,

para ser mais preciso foram necessárias 7 mudanças até o presente momento, no qual haveria ganho de tempo significativo também.

Na figura 31 tem-se uma demonstração da guia gerada pelo plugin mostrando tanto a base de dados, quanto a região. Em seguida nas figuras 32 e 33 são apresentadas as janelas padrão do orçamento pelo site oficial.

**Figura 31:** Plugin de orçamento OrçaFascio x Revit



Fonte: GONÇALVES (2019).

**Figura 32:** Planilha de orçamento no orçafascio.

ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO	UND	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR COM BDI	TOTAL
1			SERVIÇOS PRELIMINARES		1			25.016,96
1.1	73855/002	SINAPI	CAPINA E LIMPEZA MANUAL DE TERRENO	m <sup>2</sup>	360,00	1,48	1,48	532,80
1.2	73855/002	SINAPI	SONDAGEM SPT TERRENOIS ATÉ 400 M2	un	3,00	610,00	610,00	1.830,00
1.3	74205/001	SINAPI	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO	m <sup>2</sup>	1,40	315,15	315,15	441,21
1.4	98459	SINAPI	TAPLAME COM TELHA METALICA. AF_05/2018	m <sup>2</sup>	70,00	109,77	109,77	7.683,90
1.5	93208	SINAPI	EXECUÇÃO DE ALMOXARIFADO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, INCLUSIVE PRATELEIRAS. AF_02/2016	m <sup>2</sup>	15,00	750,67	750,67	11.260,05
1.6	99059	SINAPI	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA UTILIZANDO GABARITO DE TABULAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 2,00M - 2 UTILIZAÇÕES. AF_10/2016	M	70,00	46,70	46,70	3.269,00
2			FUNDAÇÃO		1			25.028,39
2.1			BLOCOS SOBRE ESTACAS		1			13.337,58
2.1.1	90981	SINAPI	ESTACA ESCAVADA MECANICAMENTE, SEM FLUIDO ESTABILIZANTE, COM 25 CM DE DIÂMETRO, ACIMA DE 9 M DE COMPRIMENTO, CONCRETO LANÇADO MANUALMENTE (EXCLUSIVELY MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO). AF_02/2015	M	114,00	50,31	50,31	5.735,34
2.1.2	96322	SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA, SEM PREVISÃO DE FORMA. AF_06/2017	m <sup>3</sup>	4,37	120,89	120,89	563,24
2.1.3	96419	SINAPI	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 5 CM. AF_08/2017	m <sup>2</sup>	9,31	23,27	23,27	216,64

Fonte: EngenhaBIM (2022).

Figura 33: Planilha de orçamento do orçafascio.

Item	Código	Banco	Descrição	Unid.	Quant.	V. Unitário	Valor (BDI)	Total
4.2	92778	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO...	kg	240,80	14,46	14,46	3.481,96
4.2	92720	SINAPI	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPa, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃ...	m³	3,01	367,11	367,11	1.105,00
4.2.2			VIGAS		1			24.333,47
4.2	92453	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO DE MADEIR...	m²	84,72	160,23	160,23	13.574,68
4.2	92778	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO...	kg	564,80	14,46	14,46	8.167,00
4.2	92720	SINAPI	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPa, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃ...	m³	7,06	367,11	367,11	2.591,79
4.2.3			LAIÉS		1			14.734,66
4.2.3	74141/003	SINAPI	LAIÉ PRE-MOLD BETA 16 P/3,5KN/M2 VAO 5,2M INCL VIGOTAS TIJOLOS ARMADU-RA NEGATIV...	m²	118,00	124,87	124,87	14.734,66
4.3			COBERTURA		1			8.099,34
4.3.1			PILARES		1			2.230,23
4.3	92408	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILA...	m²	5,52	280,66	280,66	1.549,24
4.3	92778	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO...	kg	36,80	14,46	14,46	532,12
4.3	92720	SINAPI	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPa, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃ...	m³	0,46	367,11	367,11	168,87
4.3.2			VIGAS		1			4.600,41
4.3	92453	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO DE MADEIR...	m²	16,08	160,23	160,23	2.576,49
4.3	92778	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO...	kg	107,20	14,46	14,46	1.550,11
4.3	92724	SINAPI	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAIÉS, FCK=20 MPa, PARA LAIÉS PREMOLDADAS COM USO DE B...	m³	1,34	353,59	353,59	473,81
4.3.3			LAIÉS		1			1.248,70
4.3.3	74141/003	SINAPI	LAIÉ PRE-MOLD BETA 16 P/3,5KN/M2 VAO 5,2M INCL VIGOTAS TIJOLOS ARMADU-RA NEGATIV...	m²	10,00	124,87	124,87	1.248,70
5			ALVENARIA		1			48.304,12
5.1			TÉRREO		1			22.994,55
5.1.1	83518	SINAPI	ALVENARIA EMBASAMENTO E=20 CM BLOCO CONCRETO	m³	5,03	347,16	347,16	1.746,21
5.1.2	87507	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X14X19CM...	m²	148,52	76,33	76,33	11.336,53
5.1.3	87491	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39CM...	m²	152,96	64,80	64,80	9.891,36
5.2			PISO SUPERIOR		1			19.567,00
5.2	87491	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39CM (E...	m²	301,96	64,80	64,80	19.567,00
5.3			COBERTURA E RESERVATÓRIO		1			5.742,57
5.3.1	87491	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39CM (E...	m²	88,62	64,80	64,80	5.742,57
6			INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS		1			46.211,59
6.1	00000002	Emp	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS - INFRAESTRUTURA	un	1,00	29.853,32	29.853,32	29.853,32
			HIDROSSANITÁRIAS - PEÇAS DE UTILIZAÇÃO	un	1,00	16.358,27	16.358,27	16.358,27
			ELÉTRICAS		1			42.177,44
			ELÉTRICAS - INFRAESTRUTURA	un	1,00	25.325,11	25.325,11	25.325,11
			ELÉTRICAS - PONTOS DE UTILIZAÇÃO	un	1,00	16.852,33	16.852,33	16.852,33
			ITO DE PAREDES		1			144.170,49
			TO DE PISO, TETO E FORRO		1			83.934,17
			PLICADO EM ALVENARIA (COM PRESEÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRET...	m²	1.258,51	7,28	7,28	9.161,95
			MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETON...	m²	1.304,47	57,32	57,32	74.772,23
			TO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES...	m²	1			60.236,32
			MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES DE AMBIENTES...	m²	246,51	17,03	17,03	4.198,06
			TO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES...	m²	192,79	290,67	290,67	56.038,26
			TO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES...	m²	1			43.560,86
			DE E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM MADEIRA NÃO APARELHADA, VÃO DE 1...	un	5,00	2.128,35	2.128,35	10.641,75
			MADERA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA...	m²	124,27	20,39	20,39	2.533,86
			TO COM TELHA METÁLICA TERMOACÚSTICA E = 30 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLU...	m²	124,27	244,51	244,51	30.385,25
			TO DE PISO, TETO E FORRO		1			134.467,18
			TO DE PISO, TETO E FORRO		1			116.977,34
			TO EM ARGAMASSA PRONTA, PREPARO MANUAL, APLICADO EM ÁREAS SECAS SOB...	m²	374,62	66,76	66,76	25.009,63
			TO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES...	m²	237,22	290,67	290,67	68.952,73
			TO SEMI-FLEXÍVEL EM PLACAS PADRÃO LISO ESPESURA 3,2 MM, FIXADO COM C...	m²	79,07	151,41	151,41	11.971,98
			DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO PISOGRAMA DE 35 X 25 CM...	m²	29,84	46,14	46,14	1.376,81
			BERIA COM CONCRETO ARQUITETÔNICO	m²	28,49	299,65	299,65	8.537,02
			GRAMA EM PLACAS AF 05/2018	m²	103,88	10,87	10,87	1.129,17

Fonte: EngenhaBIM (2022).

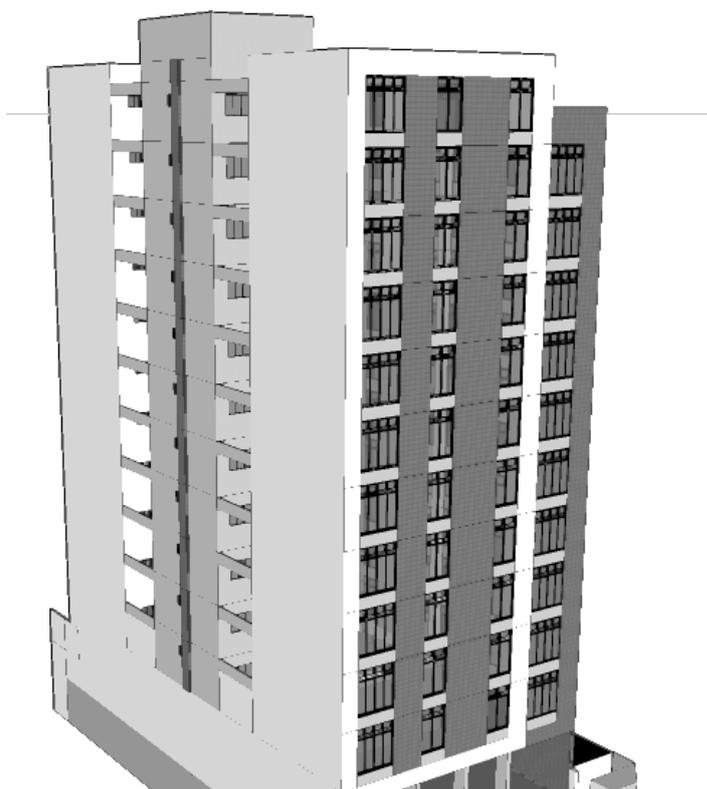
### 5.1.4 O acompanhamento da obra

Sabe-se que as alterações necessárias se tornam rápidas e práticas com a metodologia BIM, tanto a visualização dos elementos construtivos, quanto as suas relações espaciais. É comum durante a execução da obra, algumas adaptações, no caso estudado foi preciso sete modificações no arranjo de pastilhas utilizadas, tendo que ser refeito não só o projeto quanto o quantitativo de materiais utilizados, como rejunte e material cerâmico por cores. Utilizando-se o BIM, esse quantitativo já seria gerado automaticamente, sem falar no tempo de redução da alteração do projeto. Como cada modificação no orçamento precisou de 4 horas mínimas, multiplicando-se pela quantidade de alterações, temos uma economia em torno de 28 horas de trabalho, elevando o nível de produtividade.

Na obra em questão foi feito, através do software sketchup, as fachadas (figuras 34 e 35) para possibilitar visualização e disposição dos elementos construtivos

(vigas, pilares, lajes, alvenarias, janelas, portas, escadas, coberturas, revestimento cerâmico...), tornando mais fácil a compreensão da representação bidimensional. A somatória das múltiplas visualizações bi e tridimensionais contribuíram para o aprofundamento do conhecimento sobre o projeto realizado. Assim, é possível examinar, parte por parte, o desenho e as relações entre componentes, ao mesmo tempo em que um banco de dados contendo a relação desses elementos, especificações e suas atribuições são gerados, permitindo a compreensão tanto do que está sendo representado em duas dimensões como a visualização da sequência de execução da obra. T

**Figura 34:** Visualização 3D da fachada lateral e do fundo do edifício estudado gerado pelo software Sketchup.



**Fonte:** Autor (2023).

**Figura 35:** Visualização 3D da fachada lateral e frontal do edifício estudado gerado pelo software Sketchup.



**Fonte:** Autor (2023).

## 5.2 Análise geral do caso quanto a produtividade

Tendo em vista todos os dados mencionados, pode-se ter uma junção para melhor análise em algumas tabelas, apresentadas nas figuras 36 e 37. Vale destacar que a metodologia tradicional identificada é a aplicada com os processos e softwares tradicionais, os quais foram mencionados anteriormente através de quantitativos obtidos de forma manual, através de planilhas, esboços e até com a utilização do AutoCAD (para projetos e extração de dados), além do ORSE(para orçamentos). Já o processo BIM apresentado se refere ao novo fluxo de informações analisado a se implantar, com inclusão do scanner 3D (sensor canvas), Revit e o Orçafascio.

O custo da mão de obra foi o valor médio por hora do setor de engenharia, considerando-se a utilização de uma pessoa por computador, entretanto na empresa em questão é possível o revezamento de pelo menos duas pessoas por máquina, já que não é sempre que precisa-se utilizar a plataforma, desta maneira diminui-se o quantitativo de aquisição de licenças dos softwares. Atualmente, essa mesma ideia já é utilizada com os tradicionais e não tem apresentado problemas, muito pelo contrário, houve ganhos no que se refere a economia e utilização.

**Figura 36:** Produtividade através da metodologia BIM se comparado com a tradicional.

	Tempo médio através da metodologia tradicional (h)	Tempo médio através da metodologia BIM (h)	Ganho de produtividade
Projetos	9,65	4,50	53%
Medição in loco	3	0,50	83%
Levantamento quantitativo	12,00	0,00	100%
Orçamento	4,10	2,00	51%
Alterações de orçamento	2,05	1,00	51%
Alterações de projeto	4,00	1,87	53%
Alterações quantitativas	28,00	0,00	100%
<b>TOTAIS</b>	<b>62,80</b>	<b>9,87</b>	<b>493%</b>

**Fonte:** Autor (2023).

**Figura 37:** Valores envolvidos entre a metodologia BIM e a tradicional.

	Tempo a mais através da metodologia tradicional (h)	Valor da mão de obra por hora	Médias de execuções no mês	Valor de mão de obra a mais em um mês através da metodologia tradicional
Projetos	5,15	R\$ 11,11	4,00	R\$ 228,89
Medição in loco	2,50	R\$ 11,11	8,00	R\$ 222,22
Levantamento quantitativo	12,00	R\$ 11,11	8,00	R\$ 1.066,67
Orçamento	2,10	R\$ 11,11	8,00	R\$ 186,67
Alterações de orçamento	1,05	R\$ 11,11	4,00	R\$ 46,67
Alterações de projeto	2,13	R\$ 11,11	4,00	R\$ 94,88
Alterações quantitativas	28,00	R\$ 11,11	4,00	R\$ 1.244,44
<b>TOTAIS</b>	<b>52,93</b>	<b>R\$ 77,78</b>	<b>40,00</b>	<b>R\$ 3.090,43</b>

**Fonte:** Autor (2023).

**Figura 38:** Valores comparativos finais.

Gastos a mais devido a metodologia tradicional	R\$ 37.085,18
Investimento nos softwares BIM referentes a um ano	R\$ 19.199,00

**Fonte:** Autor (2023).

Através dos dados utilizados nas figuras 36 e 37, pode-se obter o resultado final disposto na figura 38. Assim, foi possível perceber que só levando em conta a economia de tempo e mão de obra utilizando a nova metodologia, já se tornou viável financeiramente em um ano a aquisição dos novos softwares. Como as máquinas no escritório do caso estudado já são razoavelmente equipadas, não precisaria adquirir outras máquinas, além de que parte dos profissionais já sabem mexer nos programas citados, não precisando de muita adaptação e burocracias para tal utilização. O plugin de orçamento é o que se mostrou mais desconhecido, porém a própria empresa do software oferece o treinamento gratuito e garante que em até 4 horas já é possível ter o conhecimento mais que necessário.

Além dos fatores quantitativos, mais benefícios são incorporados e têm grande importância nesse processo. Tem-se que com a implantação do BIM, prazos menores são passados aos clientes, dessa forma o sistema é otimizado e um bom relacionamento com o cliente é mantido. Além disso, mais orçamentos, projetos e serviços são produzidos, o que garante um maior retorno futuramente, sem falar na minimização de erros já que a máquina ganha um maior controle dos processos. Com base nisso tudo, a imagem da empresa é melhorada e os funcionários sentem-se mais motivados devido à praticidade e modernidade dentro da própria empresa ou órgão.

### **5.3 Dificuldades que serão enfrentadas**

A implantação e utilização do BIM são acompanhadas também de algumas dificuldades que merecem ser tratadas e estudadas. A primeira é a respeito das licenças dos softwares, para a elaboração de forma profissional de projetos é preciso a aquisição da licença por parte do órgão ou empresa, o que pode ser um ponto negativo, devido ao valor, atualmente uma licença tem o valor anual à partir de R\$ 11.103. São diversas as formas de aquisição de licenças, sem falar que podem ser utilizadas em mais de um aparelho eletrônico ou como combo.

Outro ponto importante a ser analisado quanto a utilização de softwares mais complexos, é a necessidade de melhores equipamentos ou hardware. Os softwares BIM requerem uma maior capacidade de processamento dos hardwares em comparação aos softwares CAD, já que geram arquivos mais pesados.

Para finalizar, um grande empecilho para implementação da revolução BIM é justamente o cultural. Catelani (2016), em sua Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, Volume 2 – Implementação do BIM, da CBIC, cita alguns dos principais contrapontos culturais existentes, que são:

- Não se costuma valorizar o planejamento dos empreendimentos construtivos;
- De forma geral, não há interesse pelo trabalho colaborativo
- Não se tem incorporada, na cultura da indústria da construção civil, a utilização da Tecnologia da Informação (TI);
- As formas educacionais da maioria das universidades brasileiras possuem barreiras à disseminação da tecnologia BIM. As mudanças nas grades curriculares são difíceis, exigem processos longos, e os professores, de modo geral, não são estimulados às inovações.

## 6 CONCLUSÕES

Através do estudo foi perceptível a identificação de que as vantagens do uso do processo vão muito além da criação eletrônica (identificações gráficas e visuais dos elementos construtivos) e aumento do processo de produção de documentações envolvidas. É algo que procura abraçar todos os pontos que fazem relação à edificação: produtos, processos, documentos... Ainda pode-se dizer que o BIM tem a capacidade de reunir todas as informações de uma construção em um banco de dados e através disso os profissionais envolvidos conseguem visualizar este projeto como um todo de forma abrangente.

Na elaboração desse trabalho de graduação, foi possível obter uma base comparativa, mesmo não explorando todas as capacidades do conceito BIM, pode se dizer que a um curto prazo, os ganhos de produtividade são capazes de contrapor o investimento inicial com o software, uma vez que a obtenção de quantitativos proporcionada pelo uso do BIM gera uma estimativa mais rápida e precisa e pode evitar imprevistos relacionados a custos durante a execução. A visualização dos projetos em 3D facilita bastante na identificação e informações. Com o projeto em desenvolvimento com o BIM, ainda tem a possibilidade de adicionar as variáveis custo, tempo, sustentabilidade e otimização da gestão. Desta forma, pode-se acompanhar o avanço físico da obra e relacionar cada elemento a um tipo de gasto, obtendo orçamentos e cronogramas com mais precisão e bem atualizados.

Desta maneira, pode ser concluído que mesmo com algumas dificuldades na implantação do BIM em gestão e projetos da construção civil, existe uma importância fundamental no que se refere aos ganhos em uma obra de forma bem colaborativa. Este trabalho teve como objetivo fundamental a identificação de prováveis vantagens na reforma de um condomínio residencial executado com a aplicação da Metodologia BIM substituindo a metodologia tradicional em execução dos projetos e, passando-se por uma aplicação em cima de um estudo de caso, apresenta uma análise comparativa de resultados com a demonstração de benefícios e dificuldades observadas na adoção da metodologia BIM em substituição à metodologia convencional.

A análise de resultados permite identificar que as horas economizadas substituindo a metodologia tradicional pela BIM, resultam numa economia quantitativa tal qual consegue sobrepor os investimentos iniciais e ainda ter uma sobra de mais de 50% do valor. Foi analisado o tempo utilizado com projetos, medições, levantamento quantitativo e orçamento, bem como as alterações nessas instâncias ao longo do processo, o que gerou esse percentual em termos de produtividade. Isso demonstra uma grande evolução de qualidade proporcionada pela revolução da metodologia BIM em substituição aos sistemas CAD e métodos tradicionais de conferência e medições. São modelos que se carregam de informações, se mostram mais claros, diminuindo muito a ocorrência de dúvidas, resultando em quantitativos automatizados e muito mais precisos que ainda tem possibilidade de ligação com orçamento e cronograma.

Um empecilho considerável a se vencer é a barreira cultural, esta implica na quebra do convencional utilizando-se uma mudança drástica nos processos e na forma de trabalhar das equipes, mas apesar das dificuldades citadas neste trabalho, é importante frisar que a revolução BIM se trata não mais do futuro da construção civil, mas sim do presente, sua aplicação por parte da indústria da construção civil é inevitável e irreversível. Fato este evidenciado no decorrer deste trabalho, pelos diversos benefícios e vantagens que apresenta.

Em uma análise superficial, os gestores envolvidos tendem a ter a impressão de que o investimento inicial é muito alto, como aconteceu com os softwares CAD nos anos noventa e em seguida se tornou uma superação. Com a demonstração quantitativa e qualitativa dos pontos benéficos listados e dos obstáculos que foram enfrentados no estudo de caso, é esperado que este trabalho possa auxiliar com argumentos para a disseminação e uso da metodologia BIM de forma mais rápida em obras de pequeno porte, garantindo um melhor controle, gestão e, com certeza, produtividade.

## REFERÊNCIAS

ABDI. (2017). **Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI - MDIC**. Brasília, DF.

AEC Web. O que é 3D Scan e como se aplica na construção civil?. 2023. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/o-que-e-3d-scan-e-como-se-aplica-na-construcao-civil/24501>>. Acesso em: 01 abr 2023.

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. ABDI. (2017). **GUIA 6 – A Implantação de Processos BIM**. Coletânea de Guias BIM ABDI-MDIC.

AGÊNCIA SEBRAE DE NOTÍCIAS. **Pequenos negócios já representam 30% do Produto Interno Bruto do país**. Pequenas Empresas Grandes Negócios, 2020. Disponível em: <<https://revistapegn.globo.com/Negocios/noticia/2020/04/pequenos-negocios-ja-representam-30-do-produto-interno-bruto-do-pais.html>>. Acesso em: 03 março 2023.

Araújo, C. M. de. Simulação de modelos de edifícios utilizando a tecnologia BIM. 2016. 185 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2016.

BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 79-96, abr./jun. 2015.

BRASIL. Decreto Federal Nº 9983/2019. **Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling**. 2019.

BRASIL Decreto n. 9.377, de 17 de maio de 2018 [Artigo] // Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. - Brasília: [s.n.], maio de 2018. - p.3

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Engenharia da Aeronáutica. **Fiscalização e Recebimento de Obras e Serviços de Engenharia: ICA 85-16**. Rio de Janeiro-RJ, 2017.

BRASIL. Lei Complementar n.º 123, de 14 de dezembro de 2006. **Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 15 dez. 2006.

BRITO, D. M. de. **Estratégias para gerenciamento de fatores críticos de sucesso da implantação de Building Information Modeling (BIM) por organizações públicas.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

CAMPESTRINI, T. F.; MENDES JUNIOR. R.; SCHEER. S.; GARRIDO. M. C.; FREITAS, M.C. D. **Entendendo BIM.** 1a Edição, Curitiba, Paraná, Brasil, 2015.

CATELANI, Wilton Silva (Brasil). Cbic - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Colaboração E Integração BIM - Volume 3.** Brasília: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2016. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/>>. Acesso em: 24 nov. 2022.

CATELANI, Wilton Silva (Brasil). Cbic - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Implementação BIM - Volume 2.** Brasília: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2016. 132p. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/>>. Acesso em: 09 fev. 2023.

Carvalho, J. R. (2019). **Vantagens do sistema BIM nos ambientes de projeto e gestão da construção civil.** (Monografia) Universidade de Taubaté.

CARVALHO, André A. V. **Análise comparativa entre processos para elaboração de Plano de Execução BIM, visando à aplicação na FAB.** 2018. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica) Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Implantação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Fundamentos BIM.** Brasília, 2016.

Costa, G. C. L. R., Figueiredo, S. H., Ribeiro, S. E. C. (2015). **Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM.** Revista de Ensino de Engenharia, 34.

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2015. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

COSTA, J. T. **Modelagem 4D aplicada ao planejamento de curto prazo com práticas enxutas na construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

Coutinho, A. B., Moura, G. S., Teixeira, E. K. C. (2021). **Compatibilização de um projeto arquitetônico e hidrossanitário utilizando a metodologia BIM**. Research, Society and Development, 10(2), 1-13.

CTE (Centro de tecnologia de edificações). **3D Scan: tecnologia leva precisão e agilidade à construção civil**. 2022. Disponível em: <<https://cte.com.br/blog/inovacao-tecnologia/3d-scan-tecnologia-leva-precisao-e-agilidade-a-construcao-civil/>>. Acesso em: 02 abr 2023.

D'APARECIDA, Gabriel Siqueira. **Avaliação Do Uso Da Tecnologia BIM Como Ferramenta De Fiscalização De Obras Públicas Na Etapa De Concepção E Elaboração De Projetos**. 2018. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

DAINTY, A.R.J. et al. BIM and the small construction firm: a critical perspective. **Building Research and Information**, 45 (6), pp. 696-709. 2017

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2021). **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. Bookman Editora.

EngenhaBIM: Orçafascio orçamento de obras. **Engenhabim engenharia**, 2022. Disponível em: <<https://engenhabim.com/curso/orcamento/>>. Acesso em: 14 dez. 2022.

Gomes, R.M.S., Abreu, A.A., Bauer, M.A., Nascimento, G.C., Vale, M.S. (2018) Modelagem de informações para a construção (BIM): ambientes colaborativos para gestão de projetos e obras na construção civil. *Perspectivas On-line: Exatas & Engenharia*, 8 (23), 48 – 62.

Gomes, Yassonarley Christianny de Paiva. Utilização da metodologia BIM (Building Information Modeling) para a elaboração de um projeto 5D. 2018. 63f. Trabalho Final de Graduação – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

GONÇALVES, Francisco. BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia. **Mais engenharia**, 2019. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>>. Acesso em: 29 de ago. de 2022.

GONÇALVES, Francisco. BIM: Bim 5D: Uma nova forma de realizar o orçamento da sua obra. **Mais engenharia**, 2019. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/bim-5d/>>. Acesso em: 13 de dez. de 2022.

Governo do Paraná. (2018). Caderno de especificações técnicas para contratação de projetos em BIM – Edificações. Caderno BIM. Coletânea cadernos orientadores Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística ,Curitiba

Obrafit. **Scanner 3D para a construção civil chega no Brasil**. Disponível em: <<https://blog.obrafit.com.br/scanner-construcao-brasil/#:~:text=Vale%20mencionar%20que%2C%20al%C3%A9m%20da,entenda%20como%20funciona%20o%20aparelho!>>>. Acesso em 02 abr. 2023.

Thórus Engenharia. Extração de Quantitativo de Materiais pelo Revit. **Thórus Engenharia**, 2021. Disponível em: <<https://thorusengenharia.com.br/extracao-de-quantitativos/>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

HARDIN, B. **BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows**. 2 Ed.Wiley. 2015

HONG, Y., HAMMAD, A. W. A., SEPASGOZAR, S., AKBARNEZHAD, A. BIM adoption model for small and medium construction organizations in Australia, **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2018.

IBRE/FGV. (23 de outubro de 2018). A construção digital - Parte 2. Disponível em: <<https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital-parte-2>>. Acesso em: 15 nov. 2022

KIM, J.; ROMIGH, A.; SATTINENI, A. 4D Scheduling: A Visualization Tool for Construction Field Operations. 2017 In: 53rd ASC Annual International Conference **Proceedings...** Seattle, Washington, 2017, p. 395-404.

MADRE ENGENHARIA. **Portfólio - Obra 3: 1.753,48m².** Disponível em: <<https://www.madreenharia.com.br/portfolio>>. Acesso em: 09 fev. 2023.

Maína, J. (2018). **CAD and BIM in architecture education: awareness, proficiency and advantages from the student perspective.** Gazi University Journal of Science Part B: Art Humanities Design and Planning, 6 (4), 167-178.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos.** São Paulo: Pini, 2006.

MELLO, C. **Fundamentação Teórica** 2006. Disponível em: <[www.portaleducação.com.br](http://www.portaleducação.com.br)>. Acesso em: 03 mar. 2023.

Metroform. **Laser Scan 3D: tecnologia que eleva a qualidade de suas obras.** 2021. Disponível em: <<https://metroform.com.br/blog/laser-scan-3d-tecnologia-construcao-civil/>>. Acesso em: 03 abr. 2023.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **SmartMarket Report on BIM: Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity.** Bedford, Massachusetts: McGraw Hill Construction, 2008. p.45.

MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho Arquitetônico.** - 5 ed. - São Paulo: Edgar Blucher, 2017.3

PORTO BELLO ENGENHARIA. **Portfólio - Porto Bello Palace Hotel: 1500,m².** Disponível em: <<https://www.portobelloengenharia.com.br/portfolio/>>. Acesso em: 09 fev. 2023.

Santos, A. C. V. (2016). **Implantação do sistema BIM no ato de projetar do Departamento de Projetos da UFMG.** (Monografia). Universidade Federal de Minas Gerais.

Santos, D. V., Lima, M. M. X., Campos, V. R. (2016). **Análise da percepção do uso do BIM em diferentes implantações: estudo de caso**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: ANTAC.

SANTOS, M. C. F. **Método para Integração do Orçamento, Planejamento e Acompanhamento da Produção com Apoio de Building Information Modeling**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

SEBRAE. **Indicadores**. Data SEBRAE, 2021. Disponível em: <<https://datasebraeindicadores.sebrae.com.br/resources/sites/data-sebrae/data-sebrae.html#>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

SEBRAE (Brasil). **DataSEBRAE: total de empresas brasileiras**. Total de empresas brasileiras. 2020. Disponível em: <<https://datasebrae.com.br/totaldeempresas/>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

SmartMarket Report. **The business value of BIM in North America: Multi-year trend analysis and user ratings (2007–2012)**. McGraw- Hill Construction, Bedford, 2012.

Smith, P. (2014). BIM Implementation. Global Strategies, Procedia Engineering, 85 (1), 482-492. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.575>

SILVA, J. P.; FERNANDES, R. T. V. **Análise comparativa de produtividade entre os sistemas cad e bim na elaboração de projetos arquitetônicos**. Artigo. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC. Palmas/TO – Brasil. 2019.

SILVA, M. B. F. **Implementação de BIM 4D para planejamento de médio prazo em empresa de pequeno porte**. 2019. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

Steiner, L. R. (2016). **Análise da implementação da plataforma BIM no setor da AEC do Estado de Santa Catarina**. (Monografia) Unisul.

Succar, B. & Kassem, M. (2016). **Building Information Modelling: Point of adoption**. In: CIB World Conference Proceedings.

TEZEL, A. et al. Lean Construction and BIM in Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs) in Construction: A Systematic Literature Review. **Canadian Journal of Civil Engineering**. 10.1139/cjce-2018-0408. 2019.

UMAR, U. et al. 4D BIM application in AEC industry: Impact on integrated project delivery. **Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.**, v.10, p. 547-552, 2015.

**ANEXOS****ANEXO A – FOLHA DE VISITA PÁGINA 01**

1- Possui os projetos do empreendimento?     Sim         Não

2- O material de acabamento será fornecido pela empresa ou pelo cliente?

Empresa         Cliente         Duas opções

3- Características do empreendimento:

Endereço: \_\_\_\_\_

Número de torres: \_\_\_\_\_ Número de pavimentos por torre: \_\_\_\_\_

Pé esquerdo: \_\_\_\_\_ Pé direito: \_\_\_\_\_ Altura do Platibanda: \_\_\_\_\_

Altura do Reservatório Superior: \_\_\_\_\_ Altura da Casa de Máquina: \_\_\_\_\_

4- Tipo de fachada:

Com pastilha     Com pintura     Com pintura e pastilha     Possui pedras

5- Tipo de acabamento da pintura:

Massa acrílica     Massa raspada     Textura     Pintura sobre reboco

6- Existem juntas de dilatação?  Sim     Não

7- Qual a situação das juntas? \_\_\_\_\_ Espessura: \_\_\_\_\_

8- Há necessidade de rever a vedação das esquadrias?  Sim     Não

9- Há necessidade de revisão de rejunte?  Sim     Não

10- Haverá troca de caixas de ar condicionado?  Sim     Não

Quantas? \_\_\_\_\_

11- Qual a porcentagem de recomposição do revestimento da fachada:

Pastilha     Textura     Massa acrílica     Massa raspada

12- Qual a idade do prédio? \_\_\_\_\_

13- Qual a data da última manutenção da fachada? \_\_\_\_\_







## ANEXO D – PLANILHA DE MEDIÇÃO

ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANTIDADE			PREÇO		ACUMULADO	ACUMULADO	CONTRATO	SALDO A MEDIR
			CONTRATO	ACUMUL. ANTERIOR	DO PERÍODO	ACUMUL. PERÍODO	UNITÁRIO				
01	SERVIÇOS PRELIMINARES										
01.001	Mobilização de pessoas e equipamentos	v.b.	1,000	0,875			0,875	R\$ 16.207,50	R\$ 18.480,00	R\$ 2.272,50	
01.002	Equipamentos e ferramentas	v.b.	1,000	0,875			0,875	R\$ 918,75	R\$ 1.050,00	R\$ 131,25	
01.003	E.P.I. - Equipamentos de proteção individual	v.b.	1,000	0,875			0,875	R\$ 13.125,00	R\$ 15.000,00	R\$ 1.875,00	
01.004	E.P.C. - Equipamentos de proteção coletiva	v.b.	1,000	0,875			0,875	R\$ 945,00	R\$ 1.080,00	R\$ 135,00	
01.005	Registro junto ao CREAT/SE - ART	v.b.	1,000	0,875			0,875	R\$ 918,75	R\$ 1.050,00	R\$ 131,25	
02	SERVIÇOS NAS FACHADAS										
02.001	Lavagem de superfície com hidrojateamento e cloro, com material	m2	3.038,35	3.036,910			3.036,910	R\$ 178.445,66	R\$ 211.939,61	R\$ 33.493,96	
02.002	Mapejamento total das pastilhas soltas e colagem, exclusive o fornecimento de pastilhas - Estimativa em 1%	m2	30,00	30,000			30,000	R\$ 23.870,11	R\$ 23.881,43	R\$ 11,32	
02.003	Tratamento de trinças em fachada com argamassa AC-3, estimado em 10% da área	m	303,84	33,750			33,750	R\$ 5.374,50	R\$ 5.374,50	R\$ 0,00	
02.004	Revisão de rejuntamento dos revestimentos, com rejunte Novo de Novo da Concremassa	m2	3.038,35	2.422,710			2.422,710	R\$ 1.329,08	R\$ 11.965,22	R\$ 10.636,14	
02.005	Confeção de juntas de dilatação com corte em revestimento e assentamento de tarucel e mastique (Vedaflex)	m	599,30	538,200			538,200	R\$ 21.844,49	R\$ 21.844,49	R\$ 0,00	
02.006	Limpeza de revestimentos cerâmicos após reparo	m2	3.038,35	2.402,170			2.402,170	R\$ 17.094,75	R\$ 18.230,10	R\$ 1.135,35	
02.007	Instalação de caixas com brises para ar condicionado - somente mão de obra	un	48,00	0,000			0,000	R\$ 0,00	R\$ 7.416,00	R\$ 7.416,00	
02.008	Revisão de vedação de esquadrias externas com mastique preto	m2	624,30	258,915			258,915	R\$ 16.332,77	R\$ 23.036,67	R\$ 6.703,90	
02.009	Limpeza de vidros das esquadrias externas	m2	624,30	258,920			258,920	R\$ 6.108,26	R\$ 8.615,34	R\$ 2.507,08	
03	DIVERSOS										
03.001	Limpeza permanente da obra	v.b.	1,000	0,875			0,875	R\$ 525,00	R\$ 600,00	R\$ 75,00	
	TOTAL DO CONTRATO							R\$ 27.694,02	R\$ 231.019,61	R\$ 35.841,46	
	DESCONTO DE 10% DO ADIANTAMENTO							R\$ 2.769,40	R\$ 14.218,68	R\$ 3.584,15	
	TOTAL DA MEDIÇÃO COM DESCONTO DE 10% DO ADIANTAMENTO							R\$ 24.924,62	R\$ 207.917,65	R\$ 32.257,31	