

Universidade Federal de Minas Gerais

**METODOLOGIA BIM COMO PROCESSO DE PROJETO  
INTEGRADO PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**

Leticia Coimbra Maciel

Belo Horizonte

2021

Letícia Coimbra Maciel

# **METODOLOGIA BIM COMO PROCESSO DE PROJETO INTEGRADO PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Sustentabilidade do Ambiente Construído da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos.

Linha de Pesquisa: Tecnologia do Ambiente Construído

Orientadora: Karla Cristina de Freitas Jorge Abrahão

Belo Horizonte

2021

### FICHA CATALOGRÁFICA

M152m

Maciel, Leticia Coimbra.

Metodologia BIM como processo de projeto integrado para construções sustentáveis [manuscrito] / Leticia Coimbra Maciel. - 2021.

45f. : il.

Orientador: Karla Cristina de Freitas Jorge Abrahão.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Arquitetura. 2. Arquitetura sustentável. 3. Modelagem de informação da construção. 4. Projetos. 5. Sustentabilidade. I. Abrahão, Karla Cristina de Freitas Jorge. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 720.28



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS Telefone: (031) 3409-8823  
ESCOLA DE ARQUITETURA - EAUFMG  
Rua Paraíba, 697 – Funcionários FAX (031) 3409-8822  
30130-140 – Belo Horizonte – MG - Brasil

**ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE MONOGRAFIA DO(A) LETÍCIA COIMBRA MACIEL COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE EM CIDADES, EDIFICAÇÕES E PRODUTOS.**

Às 10:00 horas do dia 14 de julho de 2021, reuniu-se em teleconferência privada, devido ao COVID-19, a Comissão Examinadora composta pela. Prof<sup>a</sup> Karla Cristina de Freitas Jorge Abrahão-Orientadora-Presidente, pela Prof<sup>a</sup> Grace Cristina Roel Gutierrez-membro titular e pelo prof. Sólon Sálvio de Jesus Pereira- membro titular externo, designada pela Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos, para avaliação da monografia intitulada **“METODOLOGIA BIM COMO PROCESSO DE PROJETO INTEGRADO PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS”** de autoria da aluna **Letícia Coimbra Maciel**, como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos. A citada Comissão examinou o trabalho e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso, atribuindo ao trabalho (Nota 95 /Conceito A). A Comissão recomenda que sejam encaminhados: 01(hum) exemplar digital ao Repositório da UFMG, após as correções sugeridas.

Belo Horizonte, 14 de Julho de 2021

  
Prof<sup>a</sup> Karla Cristina de  
Freitas Jorge Orientadora-  
Presidente



Prof<sup>a</sup> Grace Cristina Roel  
Gutierrez-Membro Titular

  
Prof. Sólon Sálvio de Jesus Pereira  
Membro Titular Externo

## RESUMO

A busca por uma resposta para tornar os processos da construção civil no Brasil cada vez mais sustentáveis é um dos maiores desafios do setor. A metodologia BIM (*Building Information Modeling*), já introduzida no Brasil, é uma inovação no setor da engenharia, arquitetura e construção, que promete trazer mudanças nos processos de gestão de obras e projetos, englobando todo o ciclo de vida dos empreendimentos. Através dessa metodologia que integra aplicativos interoperáveis, a sustentabilidade pode ser incorporada ao processo de projeto com habilidades para ser avaliada em diferentes dimensões por meio de aplicativos interoperáveis. A base metodológica desse trabalho foi o desenvolvimento e a aplicação de um questionário direcionado e aplicado a profissionais da arquitetura e construção atuantes no mercado, junto à uma revisão bibliográfica que tratou sobre sustentabilidade, processo de projeto integrada e *Building Information Modeling* (BIM). Os resultados apresentados concluíram que essa metodologia e as estratégias de sustentabilidade para o ciclo de vida das edificações devem ser mais divulgadas para que os profissionais da arquitetura e construção as incorporem em seus processos de projeto. Assim, sugere-se para os trabalhos futuros estudar a implementação da metodologia BIM como instigadora da adoção de estratégias de sustentabilidade para o ciclo de vida das edificações como forma de avaliar as dificuldades para o mercado brasileiro da arquitetura e construção.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Processo de projeto. Building Information Modeling. BIM.

## **ABSTRACT**

The search for an answer to make construction processes in Brazil increasingly sustainable is one of the biggest challenges in the sector. The BIM (Building Information Modeling) methodology, already introduced in Brazil, is an innovation in the engineering, architecture and construction sector, which promises to bring changes in the management processes of works and projects, encompassing the entire life cycle of the buildings. Through this methodology that integrates interoperable applications, sustainability can be incorporated into the design process with skills to be evaluated in different dimensions through interoperable applications. The methodological basis of this work was the development and application of a questionnaire directed and applied to architecture and construction professionals that works in the market, together with a bibliographic review that dealt with sustainability, integrated design process and Building Information Modeling (BIM). The results lead to concluded that this methodology and sustainability strategies for the life cycle of buildings should be more disseminate so that architecture and construction professionals incorporate them into their design processes. Thus, future studies should investigate the implementation of the BIM methodology as an instigator of the donation of sustainability strategies for the life cycle of buildings as a way to evaluate the difficulties for the Brazilian architecture and construction market

Key-words: Sustainability. Design process. Building Information Modeling. BIM.

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1 – Faixa etária dos entrevistados.....  | 20 |
| Gráfico 2 – Cargo dos entrevistados.....   | 21 |
| Gráfico 3 – Tempo de atuação no mercado dos entrevistados.....   | 21 |
| Gráfico 4 – Regiões de atuação dos entrevistados.....  | 22 |
| Gráfico 5 – Atuação nas áreas projetuais de design de interiores, arquitetura e engenharia civil.....                                      | 22 |
| Gráfico 6 – Especialidades de projeto desenvolvidos pelos entrevistados.....   | 23 |
| Gráfico 7 – Produtos desenvolvidos pelos entrevistados.....  | 23 |
| Gráfico 8 – Parte dos entrevistados que têm um método de projeto estabelecido.....   | 24 |
| Gráfico 9 – Parte dos entrevistados que acredita que a organização do trabalho seja importante para desenvolver projetos sustentáveis..... | 24 |
| Gráfico 10 – Participação em projetos com exigências ambientais/sustentabilidade.....  | 25 |
| Gráfico 11 – Conhecimento de certificações e selos ambientais.....   | 25 |
| Gráfico 12 – Certificações e selos ambientais/sustentabilidade conhecidos pelos entrevistados.....   | 26 |
| Gráfico 13 – Indicação de projetos para se submeterem a uma certificação....   | 26 |
| Gráfico 14 – Participação em projetos com metas ambientais de eficiência energética e/ou sustentabilidade.....                             | 27 |
| Gráfico 15 – Modificações para atender às premissas sustentáveis.....  | 27 |
| Gráfico 16 – Participação em projetos que pleitavam ou obtiveram alguma certificação.....  | 28 |
| Gráfico 17 – Conhecimento do termo Processo de Projeto Integrado (PPI).....  | 28 |
| Gráfico 18 – Conhecimento de método de Processo de Projeto Integrado (PPI).....  | 29 |
| Gráfico 19 – Conhecimento de softwares BIM com linguagem IFC.....  | 29 |
| Gráfico 20 – Entrevistados que já trabalharam ou têm a intenção de iniciar no BIM.....   | 30 |
| Gráfico 21 – Benefícios ao implementar a metodologia BIM.....  | 30 |

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 22 – Motivo da implementação da metodologia BIM.....  | 31 |
| Gráfico 23 – Tempo de uso de softwares com linguagem IFC.....   | 31 |
| Gráfico 24 – Dificuldades ao migrar para a metodologia BIM.....   | 32 |
| Gráfico 25 – Softwares BIM e tempo que são utilizados.....  | 32 |
| Gráfico 26 – Geração de benefícios, ao trabalhar em BIM, no emprego de estratégias de sustentabilidade em projetos.....             | 33 |
| Gráfico 27 – Entrevistados que receberam treinamento especializado para implementar a metodologia BIM.....                          | 33 |
| Gráfico 28 – Entrevistados que contam com uma empresa de suporte técnico, mentoria e/ou consultoria de BIM em seus escritórios..... | 34 |
| Gráfico 29 – Nível de informação desenvolvido em BIM pelos entrevistados...   | 34 |
| Gráfico 30 – Conhecimento do nível de informação desenvolvido em BIM pelos entrevistados.....                                       | 35 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

BIM - Building Information Modeling

CAD – Computer-aided design

CEF – Caixa Econômica Federal

HQE – Haute Qualité Environmental

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

RTQR – Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                     | <b>11</b> |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>          | <b>16</b> |
| 2.1 Sustentabilidade.....                     | 16        |
| 2.2 Processo de projeto integrado.....        | 17        |
| 2.3 Building Information Modeling (BIM) ..... | 19        |
| <b>3. METODOLOGIA.....</b>                    | <b>22</b> |
| <b>4. RESULTADOS .....</b>                    | <b>23</b> |
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b>                     | <b>39</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                       | <b>42</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A associação ambientalista Quercus, no ano de 2017, apontou que as edificações são grandes contribuidoras das alterações climáticas uma vez que estas são responsáveis por elevados consumo de energia, por elevado índice de geração de resíduos além de associadas às mudanças de uso do solo. Além da Quercus, outras autoridades ambientais reconhecem e percebem o valor em se modernizar os processos do setor da construção civil. Logo, tornar seus processos mais sustentáveis é um dos maiores desafios do setor, podendo a aplicação de soluções integradas ser um fator relevante para essa mudança (MARTINS, 2017).

O processo de projeto integrado pode ser considerado como uma relevante oportunidade para a redução do desperdício e da ineficiência na indústria da construção civil, além de se ter como resultado uma construção dinâmica e enxuta. Outras contribuições do processo de projeto integrado são as soluções técnicas para complexas e amplas interfaces com possibilidade de incorporação de estratégias de sustentabilidades do início à sua finalização. Outra vantagem é um maior controle do planejamento, da manutenção de prazos e investimentos previstos no início do projeto, uma vez que existe uma prévia visualização dos processos da construção já em etapa inicial (MAY, 2014).

A Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modeling* (BIM) é uma ferramenta capaz de integrar o ciclo de vida de edificações e a avaliação da sustentabilidade. A metodologia BIM é uma inovação no setor da engenharia, arquitetura e construção, que vem trazendo mudanças nos processos de gestão de obras e projetos, englobando todo o ciclo de vida dos empreendimentos. Essas mudanças nos processos que incluem etapas do ciclo de vida da edificação contemplam desde a concepção, a elaboração e o detalhamento dos projetos das diversas disciplinas envolvidas, como por exemplo, o arquitetônico e os complementares, o planejamento e o orçamento da obra, a execução da obra e a ocupação, considerando a manutenção, a operação e, por fim a demolição desta edificação. A principal contribuição do BIM está na obtenção de informações para a viabilidade econômica e para os custos

de construção/manutenção/operação de uma edificação.

Ao longo do desenvolvimento de um projeto, profissionais de áreas correlatas com atuações complementares se comunicam, trocam informações e solucionam conflitos de acordo com as fases do processo de projeto, mesmo que utilizem diferentes *softwares*. Em um processo de projeto integrado pressupõe-se a interoperabilidade, que de acordo com Eastman *et al.* (2008), é a capacidade de identificar os dados necessários para serem cambiados entre aplicativos computacionais, eliminando-se a necessidade de replicar dados de entrada que já tenham sido gerados. Portanto, há uma facilidade, por ser um procedimento automático e sem objeções, baseado em trabalho fluido, com baixo nível de retrabalho, além de permitir o uso de diferentes *softwares* durante o processo de projeto.

Um formato base para ser usado em edificações inteligentes é o IFC (*Industry Foundation Classes*) integrado ao IFD (*International Framework for Dictionaries*) e ao IDM (*Information Delivery Manual*), que de acordo com Bell e Bjørkhaug (2007) foi desenvolvido para projetos em estrutura de aço (EASTMAN *et al.*, 2008). A *International Alliance for Interoperability*, que é uma organização internacional que visa melhorar o intercâmbio de informações entre aplicativos de software usados na indústria da construção, entende o IFC como um formato aberto, padronizado e neutro para o trabalho em BIM (*Building Information Modeling*), que pode ser utilizado desde o planejamento da edificação, o projeto, a execução até o gerenciamento. Ou seja, o IFC é o principal instrumento que promove a interoperabilidade dos softwares da área de arquitetura e construção.

Quando se trabalha dentro da metodologia BIM, o uso das linguagens de comunicação permite explorar ferramentas que são capazes de associar inúmeras informações do projeto como acústica, térmica, ergonomia e acessibilidade, sustentabilidade, entre outras disciplinas de projeto técnico (FU *et al.*, 2006).

Através do BIM, a sustentabilidade pode ser avaliada em diferentes dimensões, variando em quantidade de desdobramentos, mas no mínimo é caracterizada

como social, ambiental e econômica. Apesar da importância do tema sustentabilidade, muitas empresas de construção ainda não adotaram tais práticas pela busca de soluções para os problemas gerados por suas atividades (MATTANA; LIBRELOTTO, 2017).

Nesse contexto, a metodologia BIM caracteriza-se como forte aliada no processo de projeto integrado e modelagem, favorecendo a execução de projetos sustentáveis principalmente por suas características como a modelagem paramétrica, que facilita a geração de modificações rapidamente, facilitando o desenvolvimento de simulações que permitem a análise de diferentes propostas de projeto. Outra característica do BIM a favor da sustentabilidade é a interoperabilidade que propicia uma melhor colaboração entre os envolvidos, de modo que se torna mais fácil o refinamento do projeto na busca da sustentabilidade (GIESTA; NETO; COSTA, 2017).

De acordo com Eastman *et al.* (2008), nenhuma aplicação pode suportar sozinha todas as tarefas associadas ao projeto e à produção de uma construção, dessa maneira, a interoperabilidade representa a necessidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos especialistas e aplicações contribuam para o trabalho. A interoperabilidade elimina a necessidade de replicar a entrada de dados que já foram gerados e facilita os fluxos de trabalho. Com a interoperabilidade, se ganha em colaboração entre envolvidos no projeto e na etapa de construção.

Um projeto sustentável, que requer colaboração entre todos os envolvidos e a perfeita interpretação do modelo de construção, independente dos *softwares* que estejam sendo utilizados. A interoperabilidade entre os *softwares* facilita a troca de experiências, favorecendo a contínua melhora do projeto. A possibilidade de intercambiar informações, seja em formato nativo<sup>1</sup> ou IFC, aliado ao elevado nível de detalhamento e precisão alcançado com a modelagem da construção, permite uma maior segurança com relação as dimensões dos produtos fabricados fora do canteiro de obras que muitas vezes são produzidos em

---

<sup>1</sup> Formato nativo é o formato do arquivo padrão gerado por qualquer software computacional.

regiões bem distantes da obra (GUESTA; NETO; COSTA, 2017).

O uso da tecnologia BIM já se introduziu no Brasil, mas ainda é pouco difundido principalmente entre os profissionais da construção civil (MACHADO, 2017). Esta tecnologia é um divisor de águas, um novo paradigma de projetos sustentáveis, no desenvolvimento dos projetos de arquitetura sustentável. O uso desta tecnologia em modelo tridimensional, fornece, além de um desenho com qualidade superior, um tempo maior para a concepção do projeto, e menos tempo para o desenho. São criadas informações e documentações coordenadas, que permitem que todos os envolvidos no processo, desde a fase inicial, como proprietário, investidores, construtores, fornecedores e engenheiros, possam prever os desempenhos e custos. Com esta nova tecnologia, o processo de projeto integrado, apresenta mudanças em seus métodos. O BIM oferece a todos envolvidos no desenvolvimento do processo, a minimização de erros decorrentes da falta de compatibilização dos projetos. O BIM também possibilita projetos e construções mais eficazes em seus desempenhos. A vantagem do BIM em relação ao processo de projeto tradicional, é que ele oferece a facilidade de operação com outras interfaces, o que possibilita obter deste modelo a extração de dados como custo, desempenho, peso e volume. Com a emissão automática dos desenhos do modelo e a compatibilização de informações entre os diferentes projetos complementares, a economia de tempo é uma das principais vantagens do BIM. Assim, garante-se um maior tempo nos conceitos construtivos, definindo projetos com melhores soluções, com menor custo e sustentáveis.

### **Objetivo**

O presente estudo tem como objetivo desenvolver uma metodologia para compreender e investigar como os profissionais da arquitetura e construção vem desenvolvendo seus processos de projetos, e como atuam em relação à metodologia BIM, em relação à sua aplicabilidade e em relação ao processo de projeto integrado ao orientar estratégias de sustentabilidade para o ciclo de vida das edificações.

### **Justificativa**

Esse estudo propõe uma metodologia para compreender o nível de aplicabilidade da metodologia de processo de projeto integrado através do BIM no mercado de produção de projetos de edificações no Brasil.

### **Hipóteses**

O trabalho parte das seguintes hipóteses:

- De que o setor de projetos de edificações enfrenta barreiras relacionadas à qualificação para operar o BIM;
- De que o setor de projetos de edificações enfrenta barreiras relacionadas ao custo dos softwares que operam em BIM;
- De que os profissionais que implementaram ou se encontram no processo de incorporar a metodologia BIM em seus escritórios e processos já têm sentido os efeitos que essa ferramenta traz, bem como têm entregado resultados projetuais melhores, inclusive incorporando maiores soluções sustentáveis nas edificações;
- De que os profissionais com maior tempo de atuação apresentam barreiras para migrar de metodologias baseadas em desenvolvimento de projetos bidimensionais para o BIM;
- De que os profissionais com menor tempo de formação, por não possuírem vínculos com métodos de desenvolvimento de projetos, não apresentam dificuldades para adotar o BIM como ferramenta de trabalho;
- De que as estratégias de sustentabilidade são mais aplicadas e incorporadas nos processos de projeto pelos profissionais que utilizam a metodologia BIM.

### **Premissas**

O trabalho parte da premissa de que ainda há pequena aplicação da metodologia BIM pelos profissionais da área de arquitetura e construção do Brasil em seus processos de trabalho.

## **Relevância e Organização da Monografia**

O trabalho foi desenvolvido em cinco capítulos. O Capítulo 1 introduz o tema apresentando a metodologia BIM, e discorre sobre a justificativa, apresenta os objetivos, hipóteses e premissas. O Capítulo 2 apresenta a revisão de literatura com os principais assuntos pertinentes ao assunto. O Capítulo 3 descreve a metodologia utilizada nesse estudo. No Capítulo 4 são apresentados os resultados do trabalho que tem suas conclusões descritas no Capítulo 5.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Sustentabilidade**

Segundo Zambrano (2008), os conceitos de meio ambiente e desenvolvimento sustentável evoluíram a partir da Conferência Rio-92 – Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro (Eco-92), embora as primeiras avaliações da sustentabilidade tenham surgido nos anos 2000.

Ferramentas de auxílio ao projeto, sistemas de avaliação de edificações, bem como selos e certificações ambientais foram métodos e ferramentas de auxílio à implementação de estratégias sustentáveis aos projetos no contexto pós Eco-92 (ZAMBRANO, 2008).

O primeiro sistema de avaliação das questões de sustentabilidade e que foi um grande alicerce para os subsequentes, foi o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* – BREEAM publicado em 1990 no Reino Unido (MACHADO, 2017).

Ainda na Europa, surge em 1996, na França, o HQE ® - *Haute Qualité Environnemental* com o objetivo principal o aperfeiçoamento da qualidade do ciclo de vida das edificações em quatro pontos-chaves: eco-construção, eco-gestão, conforto e salubridade (FONTENELLE; BASTOS, 2011). Em 2007 no Brasil, esse programa foi adaptado para a criação do Processo AQUA – Alta Qualidade Ambiental, com algumas revisões e adaptações relativas as condicionantes culturais e socioambientais do país.

De acordo com Pereira (2010), em 1998 nos Estados Unidos, foi publicado o referencial LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*, atualmente um dos mais conhecidos sistemas de certificação e selos de sustentabilidade

visto o grande número de edificações certificadas no mundo, e de profissionais acreditados. O referencial LEED vem progressivamente tendo seus critérios reavaliados, restringindo níveis de atendimento de forma a acompanhar e a promover avanços científicos e tecnológicos e uma mudança na cadeira produtiva do mercado.

No Brasil, o contexto da eficiência energética, teve-se em 2003 o lançamento do PROCEL-Edifica com o objetivo de promover as condições para o uso eficiente da energia elétrica das edificações. Sua aplicação, em 2010, se deu pela publicação do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais – RTQR (INMETRO, 2021).

Como instrumento do programa Construção Sustentável da Caixa Econômica Federal (CEF), o Selo Casa Azul foi publicado em 2009 para classificar o nível de sustentabilidade de projetos habitacionais de acordo com critérios socioambientais que priorizavam a economia de recursos naturais e prática sociais (ABRAHÃO, 2011).

No Brasil, apesar de baseados em normas, a aplicação dos sistemas de certificação e avaliação do nível de eficiência e/ou de sustentabilidade apresentados é optativa. A partir da publicação, em 2013, da norma de Desempenho – ABNT NBR 15.575, voltada para edificações residenciais, percebeu-se uma mudança no cenário projetual da arquitetura e da construção no país, uma vez que esta passou a estabelecer requisitos de desempenho mínimo para os edifícios e para seus elementos, além de exigir métodos reconhecidos para a avaliação e comprovação de atendimento (DE PAULA, 2016).

## **2.2 Processo de projeto integrado**

A realidade brasileira, quando se trata do avanço do conhecimento no campo de processos de projeto, têm tido uma evolução quanto às suas ferramentas de apoio (MATANA, LIBRELOTTO, 2017; MOTTA, AGUILAR, 2009; PEREIRA, 2010; ZAMBRANO, 2008). À medida que as exigências legais e ambientais se tornaram presentes, houve uma mudança de uso dessas ferramentas. Nos anos 1990, o desenvolvimento de projetos no Brasil era limitado à regulamentação de

órgãos públicos, como as prefeituras e secretarias, uma vez que era dado como suficiente responder aos padrões urbanísticos. O grande mercado de projetistas desenhistas se justifica por essa documentação ser feita exclusivamente à mão em prancheta. Os desenhos em folha de papel opaca, manteiga e vegetal, eram feitos em caneta nanquim e necessitavam de uma nova produção (retrabalho) caso houvessem alterações nas revisões (MACHADO, 2017).

A partir de meados da década de 1990, quando o *Computer-aided design* (CAD) ou *softwares* de desenho assistido pelo computador introduziram no mercado nacional, iniciou-se a migração do desenvolvimento dos desenhos à mão para a maquete eletrônica. Embora a produção do projeto e suas alterações tenham sido facilitadas, o processo de projeto, ainda sim, seguia o mesmo curso: os órgãos públicos aprovavam o projeto arquitetônico desenvolvido intuitivamente e os demais projetos eram acrescidos conforme a necessidade como, por exemplo, os estruturais e complementares. Sem concomitância, o projeto arquitetônico ficava sujeito a passar por incontáveis revisões, até mesmo em fases executivas, devido às incompatibilidades geradas entre disciplinas e, após iniciada a execução, os autores não mais tinham contato com a edificação futura (FIGUEREDO, SILVA, PICCHI, 2008; MAY, 2014).

A agilidade nos processos de projeto vem sendo desenvolvida, e atualmente, por meio das ferramentas de auxílio ao projeto com a substituição dos softwares CAD – *Computer-aided design* pelo BIM – *Building Information Modeling*.

Com a inserção da metodologia BIM, da crescente perspectiva de atendimento à ABNT NBR15.575 e dos sistemas de avaliação de sustentabilidade, os projetos de edificações tendem a evoluir para um processo de projeto integrado devido à necessidade de se atender aos requisitos ambientais e de sustentabilidade (DE PAULA, 2016; MAY, 2014).

De acordo com Martins (2018), a metodologia BIM vem sendo expandida para setores e áreas com interlocução à área de desenvolvimento de projetos e produtos sendo designados os termos que seguem:

- 3D: a dimensão mais utilizada e conhecida do BIM, trata sobre a modelagem da edificação que agrega informações atualizadas que vão

além de uma representação.

- 4D: relaciona o 3D com o fator tempo e permite desenvolver detalhadamente um planejamento temporal. Por meio de ferramentas de gestão de projeto, com o BIM 4D é possível contabilizar as atividades, prever a logística do ambiente construído e alocar recursos, mão de obra, materiais e equipamentos gerenciando, assim, o tempo de entrega da construção.
- 5D: parte da modelagem 3D e do fator tempo (4D), e permite estimar os custos da edificação ao atribuir valores a cada elemento do projeto. Por meio das informações incorporadas, se obtém orçamentações e extrações de quantitativos, melhorando os detalhes e antecipando os riscos.
- 6D: trata sobre sustentabilidade e do ciclo de vida da edificação. Além das estratégias incorporadas, essa dimensão prevê características de sustentabilidade sujeitas a alterações ao longo do tempo e inclui avaliações desde a produção dos materiais até a demolição e eliminação.
- 7D: trata sobre a gestão e manutenção do edifício pós-construção visando as manutenções preventivas e gerenciamento da edificação. Dessa forma, informações sobre instalação, manutenção e garantias dos equipamentos são incorporadas para uma previsão de contratempos, gerindo com facilidade o edifício.

Fala-se também sobre outras dimensões além do 7D do BIM como a oitava dimensão (8D), que trata sobre a segurança e o 9D que discorre sobre a relação do *lean construction* com o BIM. Nesse estudo, essas dimensões não serão citadas ainda por fazerem parte de literaturas em desenvolvimento as quais têm estudado as formas de melhorar a qualidade e eficiência das várias análises, portanto o potencial BIM ainda tem muito a ser explorado (INBEC, 2021).

### **2.3 Building Information Modeling (BIM)**

De acordo com Figueredo (2008), a metodologia BIM – *Building Information Modeling* permite construir um modelo da edificação de forma tridimensional e

digital agregando informações relevantes de todas as disciplinas necessárias ao projeto executivo e pós-executivo, sendo uma base de compartilhamento entre os agentes envolvidos.

Esse sistema inteligente não se restringe ao modelo digital 3D com características geométricas, pois se apresenta como uma modelagem parametrizada. Por meio da interoperabilidade dos softwares, é possível simular a edificação projetada em relação a sua volumetria, orientação solar, aspectos ambientais, energéticos e econômicos (MAY, 2014).

A metodologia BIM é datada da década de 1970 e foi o resultado da evolução de um projeto 3D de uma usina nuclear na Hungria, em 1982, por meio de códigos de programação em uma calculadora de 64k pelo sistema *ArchiCAD*.

O objetivo do BIM é projetar edificações como um modelo virtual único onde estão inseridas informações geométricas e não-geométricas, assim todos os profissionais envolvidos têm sua comunicação e integração facilitada por meio de um protótipo colaborativo (SCHEER *et al.*, 2007).

Na indústria da arquitetura e construção, o BIM pode ser uma tecnologia importante para o desenvolvimento de projetos sustentáveis, visto que por meio da interoperabilidade, simulações em softwares como *Ecotect*, *Solibri*, *IES Virtual Environment*, *GreenBuilding Studio* e *Rhinoceros*, podem tornar a adoção das estratégias de sustentabilidade empregadas nos projetos mais precisas e facilitadas (EASTMAN *et al.*, 2008).

Dentre os benefícios que a implementação da metodologia BIM incorpora em escritórios e empresas de arquitetura e construção, Eastman *et al.* (2008) aponta como mais importantes:

- Análises de viabilidade, design conceitual e estudos preliminares mais precisos;
- Melhoria no desempenho e qualidade da construção por meio de simulações e análises de alternativas;
- Colaboração entre os agentes envolvidos antecipadamente e, assim, identificação de incompatibilidades entre disciplinas;
- Correções e extrações de informações de forma automática;
- Solução integrada de conflitos;

- Facilidade nas análises promovendo a eficiência energética e a sustentabilidade da construção;
- Automatização por meio de softwares interoperáveis;
- Facilidade na implementação de técnicas de *Lean Construction* viabilizando as entregas *just-in-time* de materiais, equipamentos e mão de obra;
- As informações incorporadas ao modelo *as-built* que facilita processos futuros de manutenção da edificação;
- Promoção de melhor gestão e operação da edificação devido ao maior volume de informações fornecidas.

Além da adequação do processo de projeto, os profissionais veem como desafio a curva de aprendizado dos softwares BIM, bem como o investimento aplicado (MAY, 2014). Outra dificuldade apontada por May (2014) é o atraso do desenvolvimento da biblioteca digital de produtos / famílias parametrizadas por parte dos fabricantes, o que descaracteriza os projetos que assumem modelos geométricos simples para essa representação, principalmente no contexto dos projetos de arquitetura e interiores. O autor destaca as empresas no Brasil que se anteciparam nesse processo, e já fornecem e atualizam suas bibliotecas de modelos parametrizados: Celite e Tigre. Em um levantamento realizado no mercado, através de sites, identificou-se que, agora no ano de 2021, outros fabricantes já disponibilizam bibliotecas, tais como Docol, Biancogres, Tintas Coral e Duratex Madeira (SP BIM, 2021).

De acordo com May (2014), quando se trata do setor público, alguns órgãos municipais como as prefeituras das cidades de Salvador e Santa Catarina já iniciam as ações de implementação por meio do estabelecimento de normas e requisitos técnicos determinantes para a orientação dos projetos.

A Estratégia BIM BR iniciada no governo de Michel Temer, promulgada em 2018 e relançada em 2019, com a intenção de auxiliar e promover as iniciativas de adoção da metodologia BIM no Brasil, é uma política unificada de disseminação da tecnologia que visa contribuir para uma mudança de cenário (PLATAFORMA BIM BR, 2021). A partir do Decreto 9.377/2018

(BRASIL, 2018) instituiu-se um marco no Brasil para a abertura de um plano nacional estratégico para promover para a disseminação do BIM no mercado nacional. Esse decreto foi revogado no ano seguinte pelo Decreto 9.983 (BRASIL, 2019) que deu continuidade à instituição da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* – BIM BR - e instituiu o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modeling*. Em 2020, através do Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 (BRASIL, 2020), designou-se que a execução de obras e serviços de engenharia feitas pelos órgãos e entidades da administração pública federal deverá ser feita através do BIM, implementando a primeira fase, iniciada em 01 de janeiro de 2021, e uma segunda fase a partir de 01 de janeiro de 2024, quando o BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras, referentes a construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações (BRASIL, 2020). A previsão é que em 2024 a metodologia BIM seja incorporada em sua totalidade obrigatoriamente.

### **3. METODOLOGIA**

Esse capítulo apresenta a metodologia utilizada para determinar a avaliação do estado da arte da Metodologia BIM como Processo de Projeto Integrado para Construções Sustentáveis.

A metodologia proposta é caracterizada como um método indutivo com a técnica de observação direta extensiva obtida por meio de questionário e composta concomitante (MARCONI, LAKATOS, 2003; CRESWELL, 2007). A metodologia se divide nas seguintes etapas:

- Etapa 1 – Elaboração do questionário e classificação das perguntas
- Etapa 2 – Teste do questionário
- Etapa 3 – Aplicação do questionário
- Etapa 4 – Análise dos resultados obtidos
- Etapa 5 – Conclusão, apresentada no Capítulo 5

O questionário aplicado foi composto por 30 questões, sendo 28 com respostas de múltipla escolha ou seleção múltipla e 2 questões abertas curtas onde o entrevistado tinha espaço para responder. A plataforma adotada para suporte da

pesquisa foi o *Google Forms* (GOOGLE, 2021) pela facilidade de manuseio da ferramenta, automatização da tabulação dos resultados, número ilimitado de aplicações gratuitas, conhecimento e familiaridade para com os entrevistados e boa diagramação para computadores e celulares. As questões elaboradas foram previstas para direcionar os entrevistados para as questões subsequentes e evoluir aos grupos de perguntas também subsequentes.

A Etapa 2 consistiu nos testes de aplicação do questionário e teve a intenção de verificar possíveis inconsistências, falhas e confusões e também estimar os futuros resultados possíveis. No caso, o pré-teste foi aplicado por meio do WhatsApp – aplicativo de mensagens pessoais (WHATSAPP, 2021) entre orientanda e orientadora com profissionais de trabalho.

Já a aplicação do questionário, que se refere à Etapa 3, foi realizada por meio de comunicação pessoal e profissional juntamente com um texto introdutório explicativo sobre a necessidade de obtenção das respostas utilizando o aplicativo de mensagens digitais *WhatsApp* (WHATSAPP, 2021).

Os contatos dos entrevistados foram obtidos primeiramente por uma base de contatos pessoal da pesquisadora, predominantemente por grupos de engenharia, construção, arquitetura, design de interiores e BIM do *WhatsApp* e, posteriormente, pela rede de contatos da orientadora, seguido pela rede de contatos dos primeiros entrevistados, uma vez que foi solicitado o envio e disseminação do questionário.

A Etapa 4 consiste na análise e apresentação dos resultados, na qual dados quantitativos e qualitativos foram coletados em uma mesma fase, reunidos para análise e estudados comparativamente foco enfoque nos dados quantitativos.

A Etapa 5, por sua vez, fecha a pesquisa apresentando a conclusão.

#### **4. RESULTADOS**

O universo do questionário abrangeu 37 entrevistados, com idades bem distribuídas, o que permitiu avaliar cenários iniciantes, intermediários e avançados de atuação, sendo 97,3% atuantes da área de arquitetura e construção – foco da pesquisa.

O questionário, no geral, apresentou questões tanto de múltipla escolha quanto

de seleção múltipla, o que justifica a mudança no número de entrevistados para cada uma delas ter se alterado ao longo das perguntas.

### Perfil dos entrevistados:

A faixa etária dos entrevistados teve um resultado distribuído em 24,3% (9 pessoas) com mais de 45 anos; 37,8% (14 pessoas) entre 30 e 45 anos; 37,8% (14 pessoas) entre 18 e 30 anos; e a faixa de menores que 18 anos não apresentou numeração, totalizando 37 respostas.

Qual é a sua idade?  
37 respostas

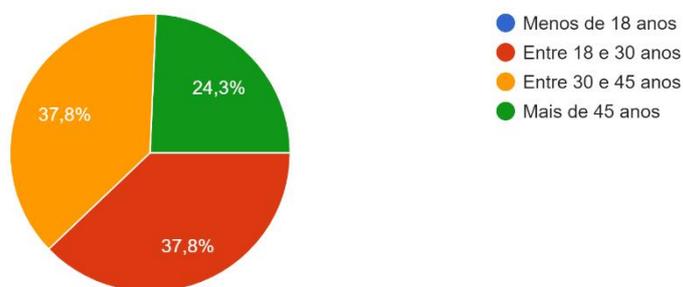


Gráfico 1: Faixa etária dos entrevistados

Em relação aos cargos que os entrevistados ocupam, a maioria se posicionou como Designer de interiores 29,7% (11 pessoas), seguidos pela classificação de Arquiteto 27% (10 pessoas). Os Diretores estão em terceiro grupo com 18,9% (7 pessoas), seguidos pelos Engenheiros 16,2% (6 pessoas) e Coordenadores de projetos, Estagiários e Outros contemplam cada qual 2,7% (1 pessoa), fechando as 37 respostas sem números para Consultores de sustentabilidade.

Qual é o seu cargo?

37 respostas

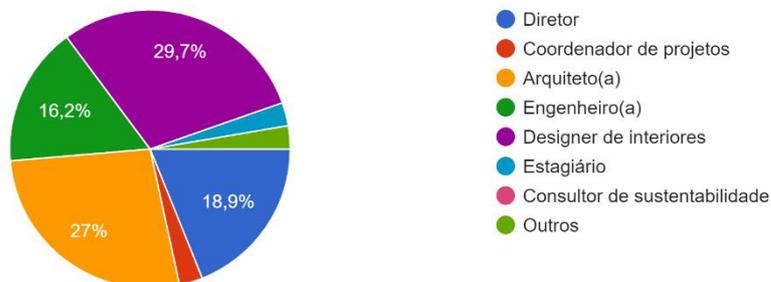


Gráfico 2: Cargo dos entrevistados

Quanto ao tempo de atuação dos entrevistados no mercado temos 43,2% (16 pessoas) como atuantes há mais de 10 anos, 24,3% (9 pessoas) entre 5 e 10 anos, 21,6% (8 pessoas) entre 2 e 5 anos e, por fim, 10,8% (4 pessoas) atuando há menos de 2 anos, totalizando em 37 respostas.

Qual é o seu tempo de atuação no mercado?

37 respostas

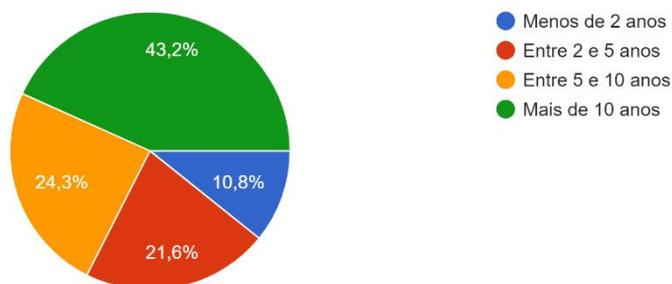


Gráfico 3: Tempo de atuação no mercado dos entrevistados

Embora 100% (23 pessoas) dos entrevistados atue na região Sudeste, esses profissionais não deixam de atender também ao Sul com 16,2% (6 pessoas), assim como Nordeste com também 16,2% (6 pessoas). Centro-oeste e Norte tiveram cada uma 8,1% (3 pessoas) das respostas, totalizando em 55.

Em qual(is) região(ões) você atua?

37 respostas

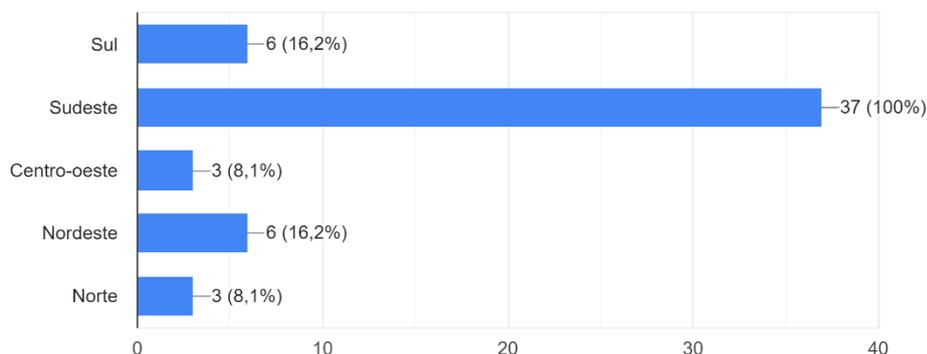


Gráfico 4: Regiões de atuação dos entrevistados

Daqueles que responderam ao formulário, 97,3% (36 pessoas) são atuantes das áreas projetuais de design de interiores, arquitetura ou engenharia civil, restando apenas 2,7% (1 pessoa) que trabalha em outra área.

Você ou sua empresa trabalham com projetos de design de interiores, arquitetura ou engenharia civil?

37 respostas

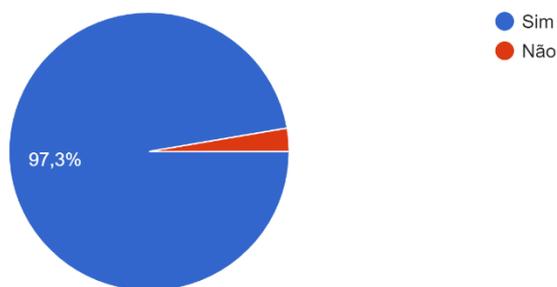


Gráfico 5: Atuação nas áreas projetuais de design de interiores, arquitetura e engenharia civil

Dentre as especialidades de projetos que os entrevistados e/ou suas empresas desenvolvem estão 56,8% (21 pessoas) com projeto Arquitetônico, seguido por 51,4% (19 pessoas) com projeto de Interiores e 21,6% (8 pessoas) com projeto de Instalações e infraestrutura. Em proporções menores, temos os projetos Estruturais em 18,9% (7 pessoas) e a Consultoria de sustentabilidade em 2,7% (1 pessoa), totalizando 56 respostas.

Qual(is) especialidade(s) de projeto você desenvolve?

37 respostas

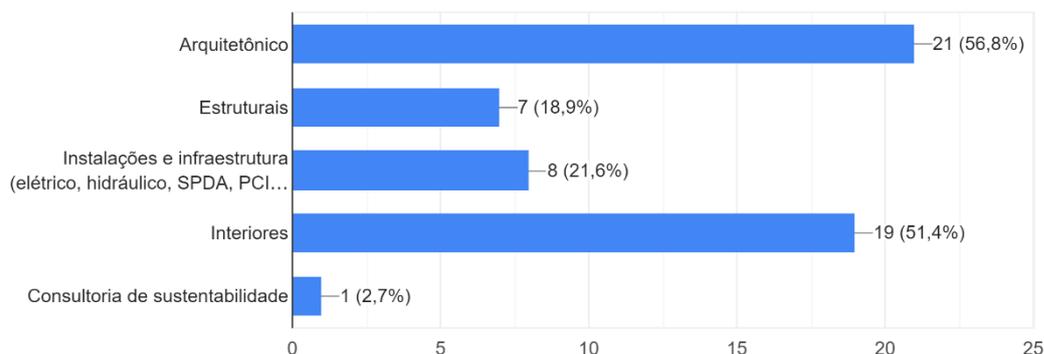


Gráfico 6: Especialidades de projeto desenvolvidos pelos entrevistados

Quanto aos produtos desenvolvidos pelos entrevistados em suas empresas, 7,3% (26 pessoas) fazem estudos de local e entorno, 51,4% (19 pessoas) estudam iluminação natural e/ou artificial, 43,2% (16 pessoas) analisam ventilação, 10,8% (4 pessoas) analisam a viabilidade econômica/técnica da água, 10,8% (4 pessoas) estudam economia e/ou produção própria de energia, 10,8% (4 pessoas) elaboram simulações de desempenho energético e 8,1% (3 pessoas) estudam o direcionamento de resíduos em seus projetos.

Assinale os produtos que você ou sua empresa desenvolve:

37 respostas

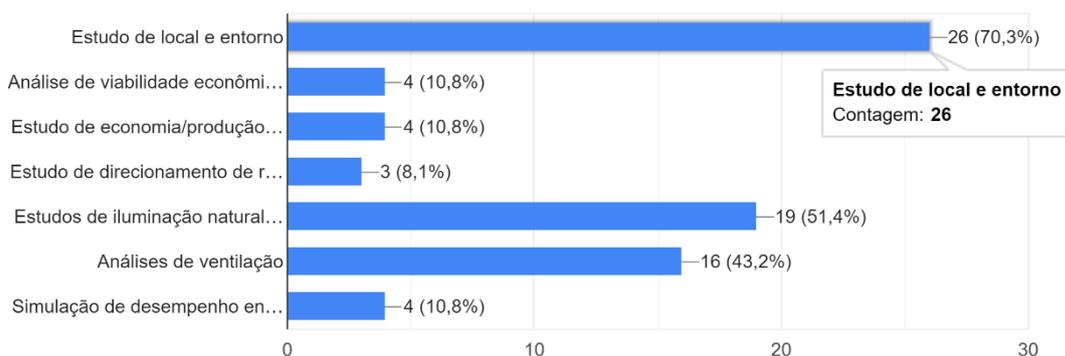


Gráfico 7: Produtos desenvolvidos pelos entrevistados

Das 37 respostas obtidas, 81,1% (30 pessoas) possuem um método de projeto estabelecido ao contrário das outras 18,9% (7 pessoas) que ainda não o

estabeleceram.

Você possui um método de projeto estabelecido?  
37 respostas

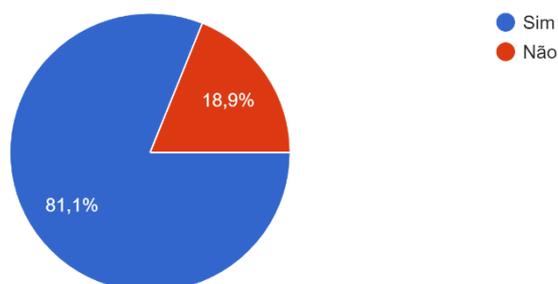


Gráfico 8: Parte dos entrevistados que têm um método de projeto estabelecido

Embora esse último número ainda seja alto, 100% (37 pessoas) dos entrevistados acredita que a organização do trabalho dentro da empresa seja um aspecto importante para o desenvolvimento de projetos que considere os princípios de desenvolvimento sustentável.

Você acredita que a organização do trabalho dentro da empresa seja um aspecto importante para o desenvolvimento de projetos que considere os princípios de desenvolvimento sustentável?  
37 respostas

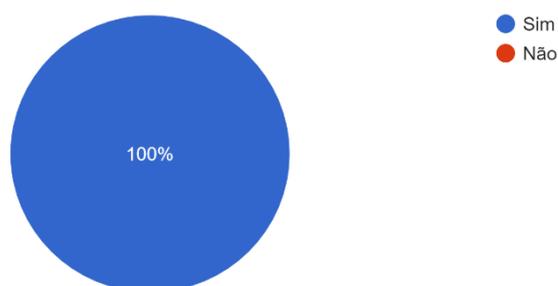


Gráfico 9: Parte dos entrevistados que acredita que a organização do trabalho seja importante para desenvolver projetos sustentáveis

Considerando que os profissionais entrevistados atuam, em sua maioria, na maior área de abrangência da metodologia BIM como processo de projeto integrado e que essa atuação se estende por mais de 5 anos, no geral, esperava-se que estes estivessem mais próximos da implementação da metodologia em seus escritórios.

### Conhecimento, emprego e participação em estratégias sustentáveis:

Das 37 respostas obtidas, 54,1% (20 pessoas) já participaram ou participam de algum projeto com exigências ambientais/sustentabilidade, sendo que 45,9% (17 pessoas) ainda não tiveram essa oportunidade.

Você já participou ou participa de algum projeto com exigências ambientais/sustentabilidade?  
37 respostas

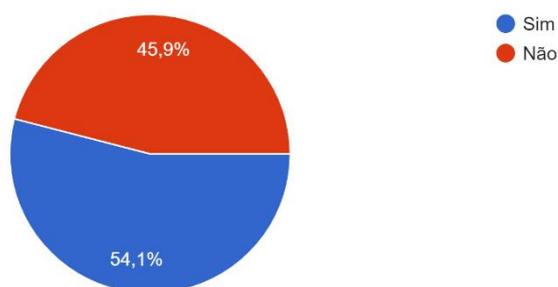


Gráfico 10: Participação em projetos com exigências ambientais/sustentabilidade

Mesmo que não tenham ainda participado, o número de entrevistados que sabe o que são certificações e selos ambientais é maior: 81,1% (30 pessoas) conhecem e 18,9% (7 pessoas) desconhecem, das 37 respostas.

Sabe o que são certificações e selos ambientais?  
37 respostas

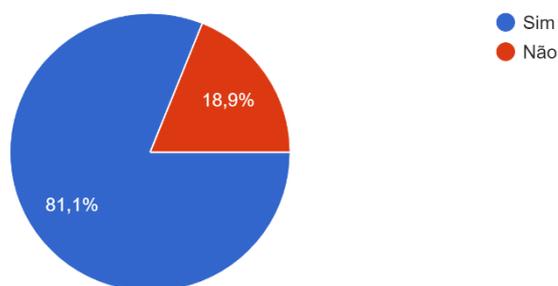


Gráfico 11: Conhecimento de certificações e selos ambientais

Das certificações e selos apresentados como resposta, o Selo LEED, AQUA e PROCEL apareceram repetidamente, assim como o Selo Casa Azul. Além deles, a ISO 9000 e a ISO 14001 foram apresentadas por alguns dos entrevistados e,

por fim, 35% (13 pessoas) apresentaram desconhecer alguma certificação ou selos das 37 respostas.

Conhece alguma certificação de sustentabilidade, ambiental e/ou de eficiência energética voltada para edificações? Qual(is)?

37 respostas

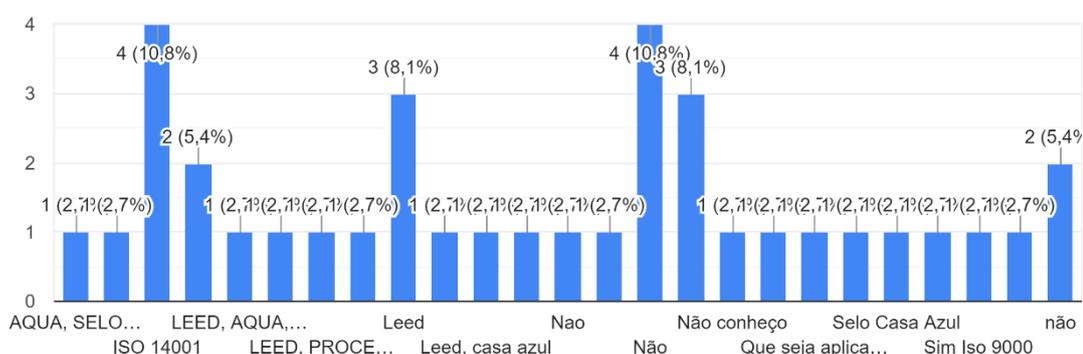


Gráfico 12: Certificações e selos ambientais/sustentabilidade conhecidos pelos entrevistados

91,9% (34 pessoas) ainda não tiveram projetos submetidos a uma certificação, ao contrário das 8,1% (3 pessoas) demais.

Você já indicou algum de seus projetos para se submeter a uma certificação?

37 respostas

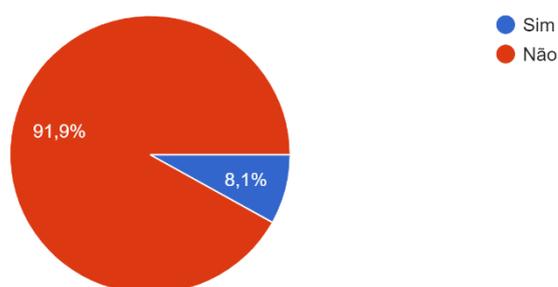


Gráfico 13: Indicação de projetos para se submeterem a uma certificação

Quanto à participação dos entrevistados em projetos com premissas ambientais, de eficiência energética e/ou sustentabilidade, 67,6% (25 pessoas) responderam não ter participado ou estar participando, diferentemente das outras 32,4% (12 pessoas).

Você já participou ou participa de algum projeto com premissas ambientais, de eficiência energética e/ou de sustentabilidade?

37 respostas

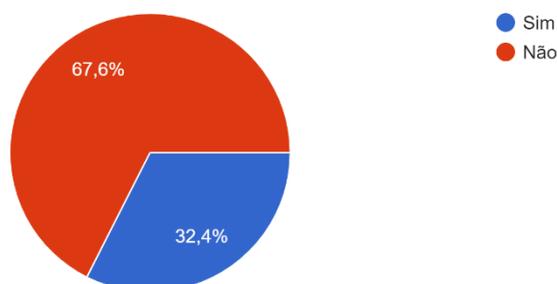


Gráfico 14: Participação em projetos com premissas ambientais de eficiência energética e/ou sustentabilidade

Dos 37 entrevistados, 73% (27 pessoas) ainda não incorporaram alguma modificação dentro de suas empresas e de seus processos de trabalho para melhor atender às premissas do projeto para produção de edificações sustentáveis. 27% (10 pessoas) já têm trabalho nisso.

Foi incorporada alguma modificação dentro da sua empresa e seu processo de trabalho para melhor atender às premissas do projeto para produção de edificações sustentáveis?

37 respostas

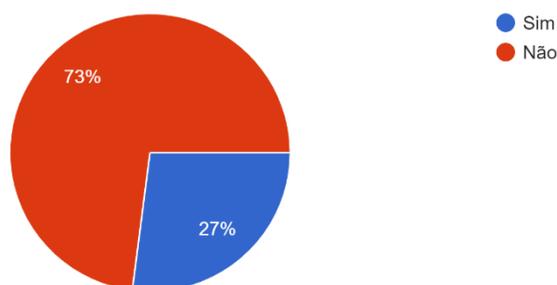


Gráfico 15: Modificações para atender às premissas sustentáveis

Sobre a participação em projetos que pleitavam ou obtiveram alguma certificação, 73% (27 pessoas) nunca participaram, 10,8% (4 pessoas) participaram de projetos que pleitavam mas não obtiveram certificações, 8,1% (3 pessoas) participaram de projetos que não pleitavam nem obtiveram e 8,1% (3 pessoas) participaram de projetos que obtiveram alguma certificação.

Caso tenha participado, esse projeto pleitava obter ou obteve alguma certificação?

37 respostas

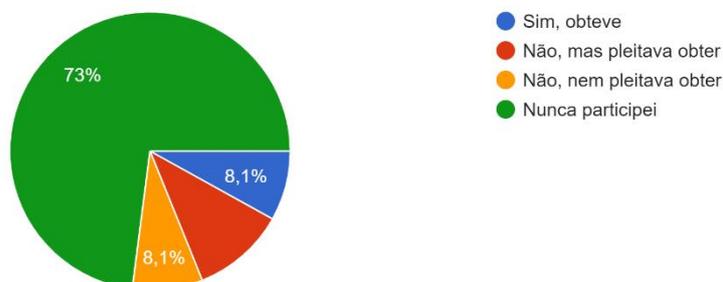


Gráfico 16: Participação em projetos que pleitavam ou obtiveram alguma certificação

### Processo de Projeto Integrado (PPI):

Com relação ao conhecimento do termo Processo de Projeto Integrado (PPI), 73% (27 pessoas) não conhecem, embora tenham interesse; 24,3% (9 pessoas) conhecem e as demais 2,7% (1 pessoa) desconhece e não tem interesse em conhecer.

Sabe o que é Processo de Projeto Integrado (PPI)?

37 respostas



Gráfico 17: Conhecimento do termo "Processo de Projeto Integrado (PPI)"

Quanto aos métodos de Processo de Projeto Integrado (PPI), 81,1% (30 pessoas) desconhecem, mas têm interesse em conhecer, 16,2% (6 pessoas) conhecem e 2,7% (1 pessoa) desconhece e não tem interesse em conhecer.

Conhece algum método de PPI?

37 respostas



Gráfico 18: Conhecimento de métodos de Processo de Projeto Integrado (PPI)

### Building Information Modeling:

Das 37 respostas obtidas, 56,8% (21 pessoas) conhece algum software que trabalha com a linguagem IFC (*Industry Foundation Classes*) / BIM (*Building Information Modeling*), enquanto 40,5% (15 pessoas) desconhecem, mas apresentaram interesse, e 2,7% (1 pessoas) desconhecem e nem possuem interesse em conhecer.

Conhece algum software que trabalha com a linguagem IFC (*Industry FoundationClasses*) / BIM (*Building Information Modeling*)?

37 respostas



Gráfico 19: Conhecimento de softwares BIM com linguagem IFC

Dos entrevistados, 48,6% (18 pessoas) ainda não trabalham, mas têm a intenção de iniciar na metodologia BIM, 45,9% (17 pessoas) já trabalham e 5,4% (2 pessoas) não têm a intenção de iniciar.

Você já trabalha ou tem a intenção de trabalhar em BIM?

37 respostas

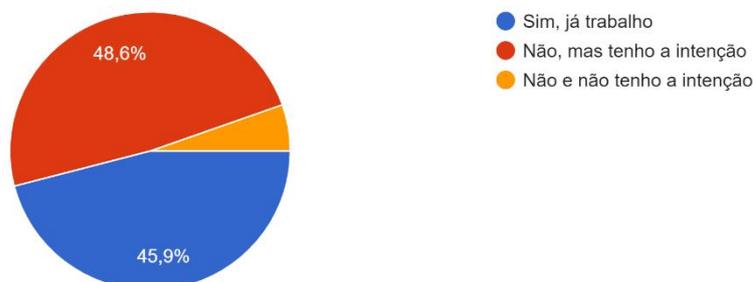


Gráfico 20: Entrevistados que já trabalham ou têm a intenção de iniciar no BIM

Dentre os benefícios que os entrevistados tiveram ao implementar a metodologia BIM, os mais citados foram: interoperabilidade, maior eficiência e rapidez nos projetos, acertabilidade nas execuções, apresentações com melhor compreensão do cliente, auxílio na tomada de decisões, levantamento de quantidades mais assertivo e otimização dos processos.

Quais benefícios você teve ao implementar a metodologia BIM no seu trabalho?

37 respostas



Gráfico 21: Benefícios ao implementar a metodologia BIM

A maior parte dos entrevistados, 48,6% (18 pessoas) respondeu ter migrado para o BIM por interesse próprio enquanto 43,3% (16 pessoas) ainda não realizaram essa implementação, e 8,1% (3 pessoas) justificaram a mudança por exigência de contratos.

Você migrou para o BIM devido:

37 respostas

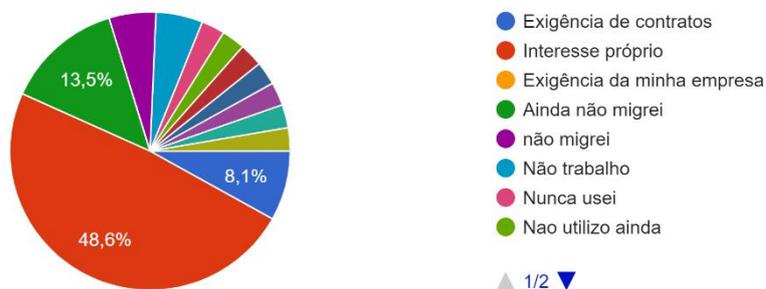


Gráfico 22: Motivo da implementação da metodologia BIM

64,9% (24 pessoas) dos entrevistados, usa algum software com linguagem IFC a menos de 1 ano, 21,6% (8 pessoas) utilizam há 3 anos, seguidas das 8,1% (3 pessoas) há 10 anos, 2,7% (1 pessoa) há 5 anos e 2,7% (1 pessoa) há mais de 10 anos.

Há quanto tempo utiliza o software com linguagem IFC?

37 respostas

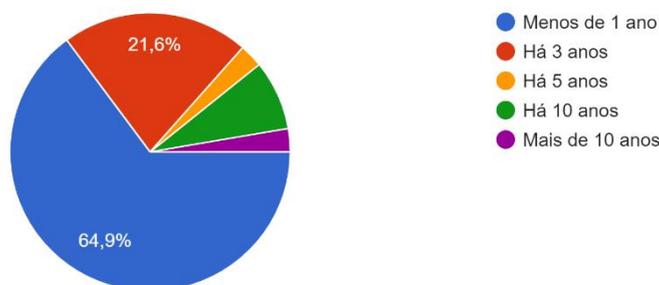


Gráfico 23: Tempo de uso de softwares com linguagem IFC

Dentre as maiores dificuldades ao migrar para a metodologia BIM, 64,9% (24 pessoas) responderam investir em *softwares/hardwares*, 62,2% (23 pessoas) alegam a passagem pela curva/tempo de aprendizado e 43,2% (16 pessoas) apresentaram como maior dificuldade desenvolver novos *templates* (formulários e fichas) e famílias.

Se já trabalha, quais dificuldades você ao migrar para a metodologia BIM?

37 respostas

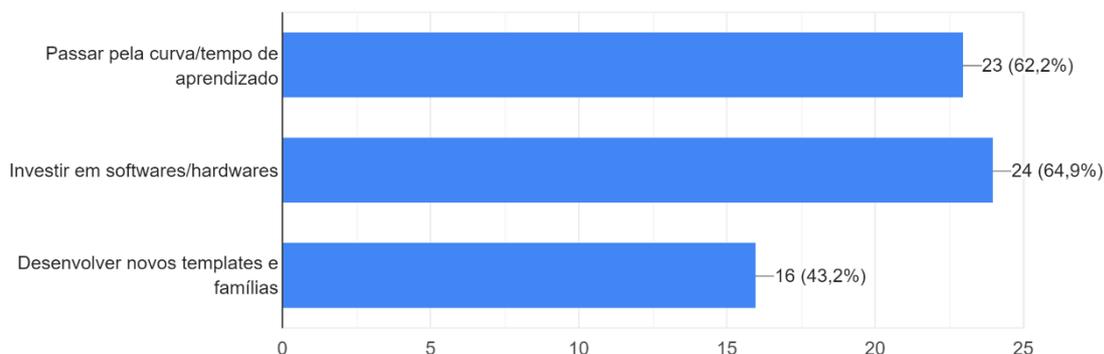


Gráfico 24: Dificuldades ao migrar para a metodologia BIM

Os *softwares* mais apresentados pelos entrevistados, foram Revit, ArchiCAD e Navisworks, nessa ordem há 3 anos em média. Aqueles que ainda não trabalham em BIM, utilizam, em sua maioria, do AutoCAD.

Já utiliza ou utilizou algum? Qual(is)? Desde quando?

37 respostas

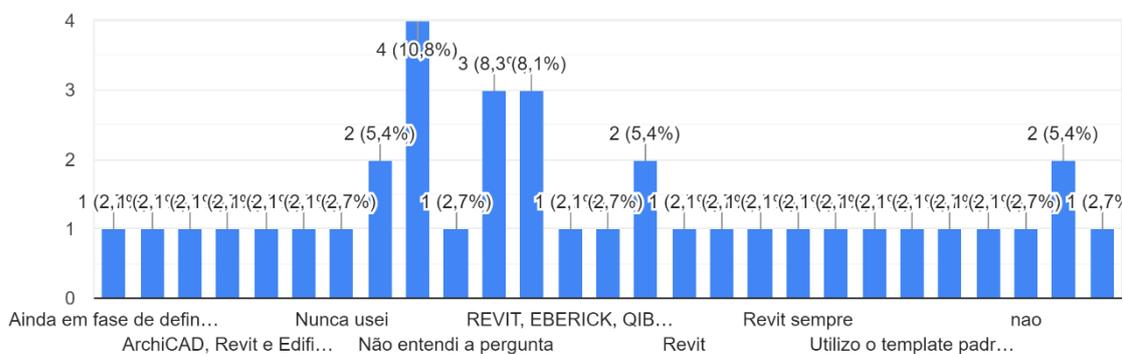


Gráfico 25: Softwares BIM e tempo que são utilizados

67,6% (25 pessoas) responderam que trabalhar em BIM não gerou benefícios em relação ao emprego de estratégias de sustentabilidade em seus projetos, enquanto 32,4% (12 pessoas) responderam que sim.

Trabalhar em BIM gerou algum benefício em relação ao emprego de estratégias de sustentabilidade nos seus projetos?

37 respostas

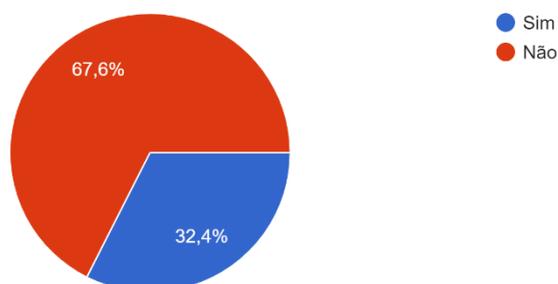


Gráfico 26: Geração de benefícios, ao trabalhar em BIM, no emprego de estratégias de sustentabilidade em projetos

Para implementar a metodologia, 73% (27 pessoas) o fez de forma autônoma, enquanto 27% (10 pessoas) receberam treinamento especializado para executar essa migração.

Você recebeu treinamento especializado para implementar a metodologia BIM?

37 respostas

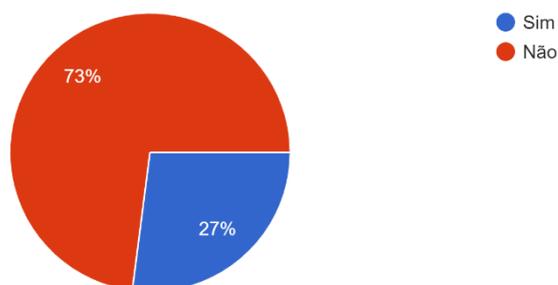


Gráfico 27: Entrevistados que receberam treinamento especializado para implementar a metodologia BIM

75,7% (28 pessoas) não contam com uma empresa de suporte técnico, mentoria e/ou consultoria em BIM, diferentemente das 24,3% (9 pessoas) que possuem um especialista.

Seu escritório conta com uma empresa de suporte técnico/mentoria/consultoria de BIM?

37 respostas

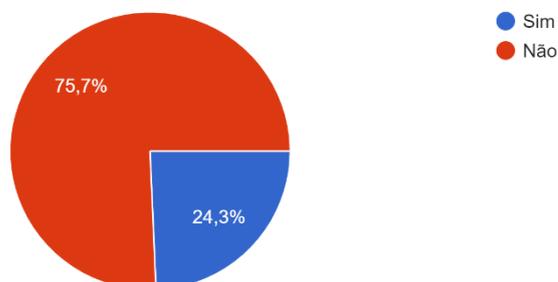


Gráfico 28: Entrevistados que contam com uma empresa de suporte técnico, mentoria e/ou consultoria de BIM em seus escritórios

Dos 37 entrevistados, 43,2% (16 pessoas) ainda não desenvolveram nenhum nível de informação em BIM, 21,6% (8 pessoas) trabalham até o 3D, 18,9% (7 pessoas) já desenvolveram até o 4D e 16,2% (6 pessoas) já trabalharam até o 5D. Os demais níveis não apresentaram respostas.

Até que nível de informação você desenvolve ou já desenvolveu em BIM?

37 respostas

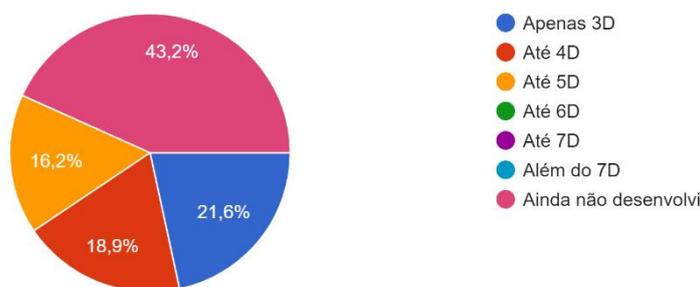


Gráfico 29: Nível de informação desenvolvido em BIM pelos entrevistados

27% (10 pessoas) das respostas alegam não conhecer a metodologia BIM e 27% (10 pessoas) conhecem apenas o nível 3D. 18,9% (7 pessoas) tem conhecimento do 4D, seguidas de 10,8% (4 pessoas) além do 7D, 8,1% (3 pessoas) até o 5D e 8,1% (3 pessoas) até o 7D.

Até que nível de informação você conhece do BIM?

37 respostas

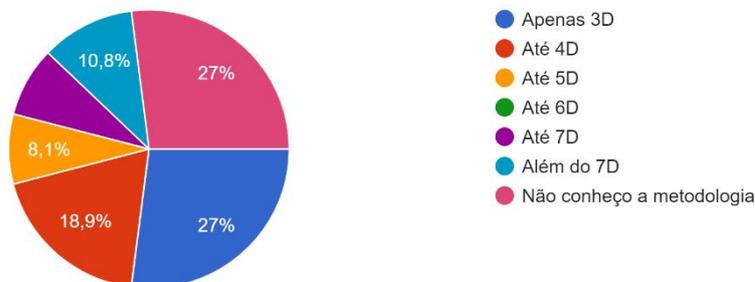


Gráfico 30: Conhecimento do nível de informação desenvolvido em BIM pelos entrevistados

## 5. CONCLUSÕES

Esse trabalho apresentou um breve panorama sobre o processo de projeto de edificações e ferramentas associadas, com ênfase na metodologia BIM e processo de projeto integrado associado à sustentabilidade.

O estudo apresentou uma revisão bibliográfica sobre os principais conceitos de sustentabilidade, como se caracteriza o processo de projeto integrado e o que é a metodologia *Building Information Modeling* (BIM).

Com os resultados obtidos, foi possível desenvolver uma metodologia com capacidade para investigar e levantar o estado da arte de métodos de trabalho utilizados por profissionais da arquitetura e de construção em seus processos de projetos, para a aplicação da metodologia BIM como processo de projeto integrado ao orientar estratégias de sustentabilidade para o ciclo de vida das edificações.

Apesar de ter alcançado um pequeno número de entrevistados, que não configuram o universo de profissionais dessa área, esse trabalho identificou que, embora alguns dos entrevistados conheçam a metodologia BIM, poucos já a implementaram como processo de projeto em suas empresas. Mesmo aqueles que responderam já trabalhar em BIM, uma pequena parcela utiliza da metodologia para orientar estratégias de sustentabilidade para o ciclo de vida das edificações. Esse resultado apresenta que, apesar de haver um vasto e acessível repertório que trate sobre as estratégias, selos e certificações de sustentabilidade e a metodologia BIM, os entrevistados se colocam resistentes

a executar essa implementação por não estarem dispostos a passar pela curva e tempo de aprendizado, terem que investir em *softwares* e *hardwares*, demandar o desenvolvimentos de novas famílias e *templates*, além de não terem tido ainda oportunidades de aplicar estratégias de sustentabilidade em seus projetos.

Em primeiro plano, é justificável que incorporar uma nova metodologia demanda investimento de tempo para passar por uma curva de aprendizado, não só de processos como também de aprender novas ferramentas. No entanto, com a obrigatoriedade da implementação a metodologia BIM até 2024 e com a implementação da tecnologia sendo executada pelas prefeituras, mais cedo ou mais tarde essa dedicação terá que acontecer.

No caso dos investimentos em *softwares* e *hardwares*, não é plausível que essa justificativa se apresente na mudança de metodologia, uma vez que o investimento em *softwares* CAD já deveria estar sendo feito pelos profissionais em seus escritórios. Nesse ponto, ao implementar a metodologia BIM, os *softwares* e *hardwares* deveriam ser adaptados à esse novo processo de projeto da mesma forma. Pode-se consultar e optar, inclusive, por ferramentas que permitem um menor investimento financeiro quando se trata da compra de licenças, uma vez que, no geral, estas permitem o trabalho em *worksets*<sup>2</sup> e facilitam a aquisição.

Sobre a criação de novas famílias e *templates*, pode-se afirmar que o desenvolvimento destas está cada vez mais avançado, principalmente quando se trata de grandes empresas como Celite e Tigre, as quais já possuem seus produtos formatados para os softwares BIM. Esse desenvolvimento é de interesse dos fabricantes, visto que, ao disponibilizarem esses arquivos, seus produtos são cada vez mais frequentemente utilizados pelos profissionais e, assim, especificados e adquiridos pelos clientes finais.

Ao analisar as respostas, embora metade dos entrevistados já tenha submetidos seus projetos a selos e certificações ambientais, somente 8,1% (3 pessoas) de fato a obtiveram. Foi visto que os profissionais se orientam para essas

---

<sup>2</sup> *Worksets* são coleções de elementos de um projeto com compartilhamento de trabalho entre os envolvidos.

submissões, se baseiam apenas em suas experiências – que pouco tiveram contato com estratégias de sustentabilidade em suas concepções projetuais – e manuais dos selos e certificações. Esse resultado leva a crer que existe desconhecimento sobre a orientação de estratégias sustentáveis para o ciclo de vida das edificações e, mesmo quando estas são conhecidas, são pouco interessadas ou adotadas apenas quando há uma obrigatoriedade em aplicá-las. Outro resultado foi de que aqueles que veem valor na aplicação destas medidas em seus projetos, em sua maioria, já iniciaram ou estão no processo de trabalhar em BIM e tiveram essa realidade facilitada devido principalmente à interoperabilidade entre ferramentas de modelagem e análises de ventilação, iluminação natural, sistemas de resíduos e fabricação de energia própria, pois essas estratégias puderam ser incorporadas ao processo de projeto desde à sua concepção inicial.

Diante desses resultados, conclui-se que a aplicabilidade da metodologia BIM ainda se encontra restrita no mercado de desenvolvimento de projetos de edificações. Acredita-se que com o tempo, e iniciados os marcos institucionais promulgados pelo Governo Federal, haverá maior divulgação e interesse na adoção da metodologia BIM, pelos profissionais da arquitetura e construção, que pode levar à incorporação da sustentabilidade em seus processos de projeto.

Os resultados desse trabalho, embora se reduzam as amostras dos entrevistados, tiveram como base uma metodologia operacionalizada como prova conceitual, o que a torna aplicável em estudos futuros que poderão investigar o processo desse desenvolvimento e adicionar resultados ainda mais compreensíveis de acordo com um cenário posterior.

Sugere-se para trabalhos futuros estudar a implementação da metodologia BIM como instigadora da adoção de estratégias de sustentabilidade para o ciclo de vida das edificações como forma de avaliar as dificuldades para o mercado brasileiro da arquitetura e construção.

## REFERÊNCIAS

ABRAHAO, K. C. F. J. **Análise comparativa entre os principais sistemas nacionais e internacionais de certificação ambiental em edificações.**

Monografia de especialização - Centro Universitário Leonardo da Vinci, UNIASSELVI. 2011

BELL, H.; BJØRKHAUG, L. **A building SMART Ontology e Work and Business in Architecture, Engineering and Constructin.** ECPPM, 2006, 185p.

BRASIL. Governo federal. Diário Oficial da União. Decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946> Acessado em: 05/07/2021.

BRASIL. Governo federal. Diário Oficial da União. Decreto Nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm) Acessado em: 05/07/2021.

BRASIL. Governo federal. Diário Oficial da União. Decreto Nº 9.983 de 22 de agosto de 2019. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm) Acessado em: 05/07/2021.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. - Porto Alegre: Artmed, 2007.

DE PAULA, N. **A gestão de empresas de projeto e a sustentabilidade ambiental de edificações.** Tese de Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2016.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

FIGUEIREDO, F.G.; SILVA, V.G.; PICCHI, F.A. **Processos de projeto integrados**: comparação entre abordagens visando à qualidade e ao desempenho ambiental de edificações. In: ENTAC – XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza, CE, 2008.

FONTENELLE, M.R.; BASTOS, L.E.G. **Desafios da integração dos princípios de sustentabilidade no projeto de arquitetura**: a importância de adoção de métodos de auxílio à tomada de decisão. In 2º. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, Rio de Janeiro, p. 674-684, nov. 2011.

FU, C. et al. **IFC Model View To Support Nd Model Application. Automation in Construction**: ELSEVIER. Disponível em <<https://www.elsevier.com/locate/autcomp.2006>>. Acesso em: 14 maio 2021.

GIESTA, J.P.; NETO, A.C.; COSTA, T.G. **O Uso da Tecnologia BIM no Projeto Sustentável Green Roof**. Porto Alegre. 2017.

GOOGLE FORMS. Disponível em: <https://docs.google.com/forms/d/1C9oFBhj1PSzysMpvscpj1MCWqrhCn3bVGEzJvjLkqmY/edit> Acesso 06 jul 2021.

INBEC. Blog do INBEC. Disponível em: <https://www.inbec.com.br/blog/conheca-dimensao-8d-bim-essencial-para-prevencao-acidentes-construcao-civil> Acesso 07 jul 2021.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM. Brasil, 2021. disponível em:< <https://www.gov.br/inmetro/pt-br>> acesso em 19 maio 2021.

MACHADO, L.S. Costa. **Processo de Projeto Integrado no Brasil**. Belo Horizonte, MG. 2017.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5<sup>a</sup> ed.-São Paulo Atlas, 2003.

MARTINS, B.F.B. **Utilização de BIM e métodos de sustentabilidade em elementos na construção**. Porto. Junho 2018.

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L.I. **Contribuição Do Bim Para A Sustentabilidade Econômica De Edificações**. Mix Sustentável, v.3, n.2, p.134-146. Florianópolis, maio 2017

MAY, V.C. **O Uso Do Bim Como Tecnologia De Processo De Projetos Integrados De Arquitetura Sustentável**. Florianópolis. Setembro, 2014.

MOTTA, S.; AGUILAR, M.T. **Sustentabilidade e processos de projetos de edificações**. Gestão e Tecnologia de Projetos. v. 4, n 1, maio 2009.

PEREIRA, B.C. **Inserção de critérios de sustentabilidade à fase de concepção de projetos arquitetônicos: subsídios para uma ferramenta**. 2010. Dissertação de Mestrado, UnB, Brasília–DF.

PLATAFORMA BIM BR. **A biblioteca nacional BIM**. Disponível em: <<https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/#/conteudo/122>> Acesso em: 15 jun 2021.

SCHEER, S.; ITO, A.L.Y.; AYRES Filho, C.; AZUMA, F. e BEBER, M.; **Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura**. In: Anais do VII Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Curitiba, 2007.

SP BIM. Famílias de Revit. Disponível em <https://spbim.com.br/sites-familias-de-revit/> Acesso 07 jul 2021.

WHATSAPP. Disponível em: <https://web.whatsapp.com/> Acesso 06 jul 2021.

ZAMBRANO, L. **Integração dos princípios de sustentabilidade ao projeto de arquitetura**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, FAU, PROARQ. 2008.

ZAMBRANO, L. et al. **A abordagem da sustentabilidade no projeto arquitetônico**: uma discussão sobre instrumentos de apoio ao projeto com vistas ao ensino de arquitetura. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2007, Ouro Preto, MG.

---